

# **PENELITIAN KAPASITAS DAN TINGKAT PELAYANAN PERSIMPANGAN AMPLAS**

**KARYA ILMIAH**

**OLEH :**

**Ir. NURIL MAHDA**  
**NIP. 131 995 792**



**UNIVERSITAS MEDAN AREA  
FAKULTAS TEKNIK  
MEDAN  
2004**



# **PENELITIAN KAPASITAS DAN TINGKAT PELAYANAN PERSIMPANGAN AMPLAS**

**KARYA ILMIAH**



**OLEH :**

**Ir. NURIL MAHDA**  
**NIP. 131 995 792**



**UNIVERSITAS MEDAN AREA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**MEDAN**  
**2004**

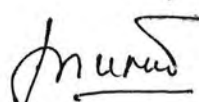
PROPOSAL PENELITIAN



1	Judul Penelitian	Penelitian Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Persimpangan Amplas
2	Ketua peneliti NIP Jenis Kelamin Pangkat/Golongan Unit Kerja	Ir Nuril Mahda 131 995 192 Perempuan Asisten Ahli/III a Kopertis W. I dptk Fak. Teknik Universitas Medan Area
3	Lokasi Penelitian	Simpang Amplas
4	Lama Penelitian	3 ( tiga ) bulan
5	Biaya Penelitian	Rp. 500.000,- (lima ratus ribu rupiah)
6	Sumber Dana	Mandiri

Medan Maret 2004

  
 Ketua Panitia  
 M. Eug.

Peneliti,  
  
 Ir. Nuril Mahda

  
 Ketua,  
 Lembaga Penelitian  
 Hutapea, MS

## ABSTRAK



Secara umum penambahan volume lalu lintas pada suatu fasilitas akan mengakibatkan menurunnya tingkat pelayanan fasilitas tersebut.

Kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan secara keseluruhan adalah sangat ditentukan oleh kapasitas dan tingkat pelayanan masing-masing kaki persimpangan yang membentuk persimpangan tersebut.

Menurut Highway Capacity Manual 1994 yang dimaksud dengan kaki persimpangan sampai sejauh 250 ft atau 76 meter dari awal persimpangan.

Tingkat pelayanan pada persimpangan bersignal dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : jumlah dan lebar jalur, kelandaian, PHF, persentase kendaraan berat, lama siklus, rencana phase dan faktor-faktor lainnya yang secara detail telah diuraikan dalam Tugas Akhir ini.

Untuk meningkatkan kapasitas dari suatu persimpangan bersignal maka terlebih dahulu harus diadakan suatu evaluasi pada persimpangan tersebut. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mendapatkan gambaran secara kualitatif dan kuantitatif sampai sejauh mana kelayakan dari persimpangan ini dalam menampung tingkat arus lalu lintas dalam kondisi yang ada. Evaluasi ini dilaksanakan dengan survey langsung ke lokasi, dengan berpedoman kepada petunjuk-petunjuk yang ada dalam literatur.

Dalam penelitian yang telah dilaksanakan dilokasi persimpangan Amplas dapat disimpulkan bahwa kondisi persimpangan tersebut sudah tidak layak lagi dalam kondisi sekarang ini. Dari hasil analisa perhitungan yang telah dilakukan, diketahui bahwa hampir semua kaki persimpangan adalah dalam kondisi overstaturred.

Dan untuk memperbaiki kondisi yang seperti ini dapat dilakukan beberapa hal yaitu seperti perubaha phase, waktu siklus, alokasi waktu hijau serta perubahan geometrik persimpangan.



## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR KONVERSI SATUAN DAN UKURAN .....	ix
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1. Umum .....	1
I.2. Latar Belakang Masalah .....	2
I.3. Tujuan Penelitian .....	3
I.4. Permasalahan .....	4
I.5. Pembatasan Masalah .....	4
I.6. Metodologi .....	5
BAB II LANDASAN TEORI .....	7
II.1. Konsep Kapasitas dan Tingkat Pelayanan .....	7
II.1.1. Kapasitas .....	8
II.1.1.1. Kondisi Jalan (Roadway Station).....	8
II.1.1.2. Kondisi Lalu lintas (Traffic Condition) .....	9
II.1.1.3. Kondisi Pengendalian (Control Condition) .....	9
II.1.2. Tingkat Pelayanan .....	10

II.2.	Bentuk-bentuk Fasilitas .....	10
II.2.1.	Arus Tak Terganggu (Uninterrupted flow) .....	10
II.2.2.	Arus Terganggu (Interrupted flow) .....	11
II.3.	Karakteristik Arus Terganggu (Characteristic of Interrupted Flow) .....	12
II.3.1.	Konsep Waktu Hijau Pada Signalized Intersection .....	12
II.3.2.	Angka Arus Jenuh (Saturation Flow Rate) dan Kehilangan Waktu (Lost Time) Pada Signalized Intersection .....	12
II.3.3.	Delay (Penundaan) .....	19
II.4.	Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas, Tingkat Arus Dan Tingkat Pelayanan .....	20
II.4.1.	Kondisi Ideal .....	20
II.4.2.	Kondisi Jalan (Roadway Condition) .....	21
II.4.3.	Kondisi Pengontrolan (Control condition) .....	21
II.5.	Prinsip Dasar Arus Lalu Lintas .....	22
II.5.1.	Pengukuran Arus Lalu Lintas .....	22
II.5.2.	Faktor Jam Puncak (Peak Hour Factor) .....	27
II.6.	Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Persimpangan .....	28
II.6.1.	Kapasitas Dari Persimpangan Bersignal .....	29
II.6.2.	Tingkat Pelayanan Untuk Persimpangan Bersignal ..	32
II.6.3.	Hubungan Kapasitas dan Tingkat Pelayanan.....	33
II.7.	Analisa Operasional .....	34



II.7.1. Module Masukan (Input Module) .....	36
II.7.2. Module Penyesuaian Volume .....	39
II.7.3. Module Saturation Flow (Module Aliran Jenuh) .....	45
II.7.4. Module Analisa Kapasitas .....	52
II.7.5. Module Tingkat Pelayanan .....	55
II.7.5.1. Pengambilan Delay Kedatangan Secara Random .....	55
II.7.5.2. Faktor Penyesuaian Gerak Maju .....	56
II.7.5.3. Penjumlahan Estimasi Delay .....	57
II.7.5.4. Penentuan Tingkat Pelayanan .....	58
II.8. Signal Lalu Lintas .....	59
II.9. Penentuan Waktu Hijau Efektif .....	61
II.10. Sistem Pengoperasian Traffic Signal .....	63
BAB III. STUDI KASUS .....	65
III.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	65
III.2. Pengambilan Data Lapangan .....	65
III.2.1. Waktu Pengambilan Data .....	65
III.2.2. Tenaga Dan Peralatan .....	66
III.2.3. Data-data Yang Diperoleh .....	66
BAB IV. ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA .....	72
IV.1. Penentuan Faktor Jam Puncak (PHF = Peak Hour Factor). ..	72
IV.2. Persentase Kendaraan Berat (% HV) .....	73
IV.3. Type Kedatangan (Arrival Type) .....	74

IV.4. Perhitungan-perhitungan .....	75
BAB V. PENUTUP .....	97
V.1. Kesimpulan .....	97
V.2. Saran .....	97
DAFTAR PUSTAKA	
DAFTAR LAMPIRAN	



## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel II.1. Perbedaan Antara Volume dan Tingkat Arus .....	25
2. Tabel II.2. Kriteria Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan Bersignal.....	33
3. Tabel II.3. Faktor Penggunaan Lajur .....	45
4. Tabel II.4. Faktor Penyesuaian Untuk Lebar Jalur ( $f_w$ ).....	47
5. Tabel II.5. Faktor Penyesuaian Untuk Kendaraan Berat ( $f_{HV}$ ) .....	47
6. Tabel II.6 Faktor Penyesuaian Untuk Kelandaian ( $f$ ) .....	47
7. Tabel II.7 Faktor Penyesuaian Untuk Parkir ( $f_p$ ) .....	48
8. Tabel II.8. Faktor Penyesuaian Untuk Rintang Bus ( $f_{bb}$ ) .....	48
9. Tabel II.9. Faktor Penyesuaian Daerah ( $f_a$ ) .....	48
10. Tabel II.10 Faktor Penyesuaian Belok Kanan ( $f_{rt}$ ) .....	49
11. Tabel II.11. Faktor Penyesuaian Untuk Belok Kiri ( $f_{lt}$ ) .....	50
12. Tabel II.12. Faktor Penyesuaian Untuk Gerak Maju (PF) .....	52
13. Tabel III.1. Tingkat Arus Pejalan Kaki Yang Berkonflik di Persimpangan	68
14. Tabel III.2. Jumlah Bus Lokal Yang Singgah di Persimpangan .....	69
15. Tabel III.3. Alokasi Waktu Signal Persimpangan Patumbak & Terminal..	70
16. Tabel III.4. Alokasi Waktu Signal Persimpangan SM Raja (Tg. Morawa)	70
17. Tabel III. 5. Alokasi Waktu Signal Persimpangan SM Raja (Medan) .....	70
18. Tabel IV.1. Perhitungan Volume Lalu Lintas Dalam Jam Dan PHF.....	76

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1. Kondisi Pada Suatu Gangguan Lalu Lintas .....	13
2. Gambar 2.2. Saturation Flow Rate And Lost Time .....	15
3. Gambar 2.3. Prosedur Analisa Operasional .....	35
4. Gambar 2.4. Typical Kelompok Lajur Untuk Analisa .....	43
5. Gambar 2.5. Konflik Lalu Lintas Yang Terjadi Pada Persimpangan.....	60
6. Gambar 2.6. Traffic Movements Dalam Sistem Dua Phase.....	60
7. Gambar 2.7. Traffic Movements Dalam Sistem Tiga Phase.....	61
8. Gambar 2.8. Variasi Perubahan Arus Yang Melintasi Garis Stop .....	62
9. Gambar 3.1. Kondisi Geometrik Persimpangan Amplas .....	67
10. Gambar 3.2. Diagram Waktu Traffic Signal Persimpangan Amplas .....	71



## DAFTAR KONFERSI SATUAN DAN UKURAN

<b>British</b>	<b>Metric</b>
1 feet (ft)	0,3048 meter (m)
1 inchi (in)	0,0254 meter (m)
1 mile (mi)	1,6093 kilometer (km)
1 mile/hour (mph)	1,6093 kilometer / jam (km/jam)

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Umum**

Kota Medan sedang menuju sebagai Kota Metropolitan di Sumatera merupakan salah satu kota besar di Indonesia, yang menjadi pusat pemerintahan, perdagangan, industri, pendidikan serta pusat administratif di Propinsi Sumatera Utara.

Pertumbuhan sarana jalan yang tidak dapat mengimbangi pertumbuhan jumlah kendaraan beromotor yang sedemikian pesatnya, tentu akan menimbulkan problem lalu lintas perkotaan yang mesti ditangani secara serius. Baik oleh faktor jalan maupun oleh faktor manusia yang berupa kemacetan lalu lintas, pelanggaran terhadap peraturan lalu lintas dan kecelakaan lalu lintas. Di samping itu juga faktor kendaraan sangat mempengaruhi problema per-lalu-lintasan di kota ini.

Untuk mengatasi semua ini, sangat diperlukan suatu sistem pengaturan dan pengendalian arus lalu lintas yang tepat dan sangat berpengaruh pada kelancaran, kenyamanan, dan keselamatan bagi semua pemakai jalan (road user) yang melewati jalan tersebut. Hal ini secara lurus juga akan mempengaruhi pertumbuhan perekonomian, sosial budaya dan keamanan. Maka dari itu suatu sistem pengaturan dan pengendalian aliran lalu lintas yang efisien dan tepat guna adalah sangat diperlukan untuk kondisi sekarang ini dan untuk masa yang akan datang.

Sistem pengaturan dan pengendalian aliran lalu lintas biasanya lebih ditekankan pada daerah-daerah dimana terjadi pertemuan-pertemuan jalan, baik itu



berupa intersection (perpotongan) maupun berupa interchange (persilangan). Kapasitas dan tingkat pelayanan suatu jalan/persimpangan sangat dipengaruhi oleh sistem pengaturan atau pengendalian aliran lalu lintas pada jalan/persimpangan tersebut.

## **1.2. Latar Belakang Masalah**

Persimpangan Amplas merupakan suatu titik pertemuan yang sangat vital ditinjau dari segi transportasi per-lalu-lintasan di Kota Medan. Persimpangan ini merupakan rute lalu lintas bagi bus-bus yang berasal dari luar dan dalam kota maupun truk-truk yang berasal dari patumbak. Selain itu karena dekat persimpangan itu terdapat sebuah terminal, maka tingkat volume kendaraan yang melintasi persimpangan itu terus meningkat.

Pertambahan volume lalu lintas yang begitu besar juga disebabkan karena meningkatnya angkutan dalam kota yang mengambil jurusan terminal Amplas. Pertambahan volume lalu lintas yang terus meningkat ini menyebabkan seringnya dijumpai kemacetan yang terjadi di persimpangan Amplas tersebut. Selain pertambahan volume kendaraan, kemacetan di persimpangan ini juga disebabkan oleh pengaruh kondisi geometrik, traffic light yang terkadang tidak berfungsi, banyaknya kendaraan yang menaikkan dan menurunkan penumpang pada persimpangan dan pejalan kaki.

Kemacetan yang sering terjadi pada persimpangan ini, bila ditinjau dari segi ekonomi merupakan suatu pemborosan yang sangat mahal. Banyak bahan bakar yang hilang sia-sia akibat kendaraan sering berhenti dan bergerak di bawah kecepatan

standart, disamping itu kondisi ban yang cepat menipis karena pengendara terlalu sering menginjak rem. Dengan kata lain, biaya operasi kendaraan akan meningkat dengan adanya pertundaan (kemacetan) pada jalan atau persimpangan. Karena sering terjadi kemacetan arus lalu lintas dipersimpangan amplas ini, maka perlu diadakan suatu sistem pengaturan penganadalian arus lalu lintas yang tepat dan sesuai dengan volume distribusi pergerakan arus lalu lintas dipersimpangan tersebut. Untuk itu sebelum perlu diadakan suatu survey kelapangan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab timbulnya kemacetan pada persimpangan tersebut. Karena dengan perencanaan persimpangan lalu lintas, akan dapat mengurangi kemacetan dan mencegah terjadinya kecelakaan.

Bertitik tolak dari keadaan yang seperti ini maka saya mengambil judul dari penulisan karya ilmiah ini yaitu : “ Penelitian Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Persimpangan Ampas”.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

tujuan yang diinginkan dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kapasitas dan tingkat pelayanan (level of service) dari kondisi yang ada sekarang ini (existing condition) dipersimpangan amplas.
2. Mengusulkan suatu alternatif perbaikan untuk mengatasi kemacetan dan delay yang tinggi pada persimpangan tersebut.
3. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan masukan bentuk perencanaan fasilitas dimasa yang akan datang.

#### **1.4 Permasalahan**

Secara terperinci permasalahan-permasalahan yang terdapat dalam studi yang dilakukan ini adalah sebagai berikut :

1. Volume truck dan bus yang melintas pada persimpangan ini jumlahnya relatif besar.
2. Seringnya terjadi kemacetan persimpangan serta antrian kendaraan yang panjang terutama pada persimpangan Jalan Sisingamangaraja, Tanjung Morawa dan Amplas.
3. Traffic Signal yang terdapat pada persimpangan tersebut kadang tidak dapat berfungsi dengan baik.

#### **1.5 Pembahasan Masalah**

Masalah lalu lintas merupakan masalah yang sangat kompleks, untuk itu dalam penelitian ini, penulis melakukan pembatasan-pembatasan masalah. Dalam penelitian ini penulis melakukan titik berat pembahasan hanya dalam hal yang berkaitan dengan :

1. Volume lalu lintas
2. Faktor jam puncak
3. Peninjauan kapasitas dan tingkat pelayanan pada masing-masing kaki persimpangan (approach) serta pada persimpangan secara keseluruhan.
4. Peninjauan tentang signal lalu lintas (traffic signal).



## 1.6 Metodologi

Dalam mengupayakan penelitian ini secara umum penulis menggunakan dua metode yang saling berkaitan yaitu :

### 1. Studi lapangan berupa pengumpulan data

Dalam pengumpulan data dilakukan secara manual dengan melakukan perhitungan langsung ke lapangan. Adapun data-data yang diambil mencakup :

a). Kondisi geometrik antara lain meliputi : type lokasi (area type), jumlah lajur, grade, keberadaan lajur belok kiri khusus dan belok kanan khusus, dan kondisi parkir.

### b). Kondisi lalu lintas

Kondisi lalu lintas meliputi : volume pergerakan, PHF, persentase kendaraan berat, tingkat arus pejalan kaki yang berkonflik, jumlah bus lokal yang berhenti pada persimpangan.

### c). Kondisi Signal

Kondisi signal antara lain meliputi : lama siklus, waktu hijau, merah, dan kuning

Tenaga dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah terdiri dari :

- Steam survey yang terdiri dari 14 (empat belas) orang
- alat-alat tulis selengkapnya
- alat ukur meteran
- alat ukuran waktu (stop watch) dan jam tangan.

## 2. Studi literatur

Merupakan teori-teori dan rumusan-rumusan serta pendekatan-pendekatan empiris dari sejumlah buku serta text book. Sebagai panduan dasar yang digunakan dalam analisa data-data adalah "Highway Capacity Manual 1994". Manual ini merupakan hasil penelitian yang paling akhir dalam bidang teknik jalan raya, yang dilakukan oleh Departemen Transportasi A.S yang sekarang ini digunakan oleh banyak negara.





## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

#### **II.1. Konsep Kapasitas dan Tingkat Pelayanan**

Suatu prinsip yang sangat mendasar dan bersifat objective dalam penganalisaan kapasitas adalah perhitungan jumlah maximum arus lalu lintas yang dapat ditampung oleh fasilitas yang ada. Umumnya kapasitas dari suatu fasilitas akan menurun fungsinya bila digunakan pada saat atau mendekati kapasitasnya, dan fasilitas itu sendiri jarang direncanakan untuk berfungsi mendekati kapasitasnya. Analisa kapasitas juga bertujuan untuk menghitung jumlah lalu lintas maximum yang dapat ditampung oleh suatu fasilitas serta bagaimana kualitas operasionalnya yang nantinya sangat perlu dalam pemeliharaan dan peningkatan fasilitas itu sendiri.

Secara terperinci analisa dari suatu kapasitas adalah merupakan kumpulan prosedur yang digunakan untuk menghitung kemampuan suatu fasilitas dalam menampung arus lalu lintas pada batas kondisi operasional. Hal ini sangat berguna untuk perbaikan dan pemeliharaan fasilitas yang ada dan untuk merencanakan fasilitas yang akan datang.

Ketentuan-ketentuan dari kriteria operasional disempurnakan dengan menggunakan istilah : "Tingkat Pelayanan". Interval dari kondisi operasional telah ditetapkan untuk setiap type fasilitas, dan dihubungkan dengan jumlah arus lalu lintas yang dapat ditampung pada setiap tingkat. Berikut ini akan dijelaskan secara detail tentang konsep kapasitas dan tingkat pelayanan.

### **II.1.1. Kapasitas**

Menurut Highway Capacity Manual 1994, kapasitas dari suatu fasilitas secara umum didefinisikan sebagai jumlah maximum tiap jam, pada saat mana kendaraan dapat diharapkan secara layak untuk berpindah dari suatu tempat atau bagian yang seragam dari suatu lajur atau jalan selama periode waktu yang diberikan dalam kondisi-kondisi jalan, lalu lintas serta pengendalian yang ada.

Periode waktu yang digunakan pada kebanyakan analisa kapasitas adalah 15 menit, yang dipertimbangkan merupakan interval terpendek selama arus yang ada stabil (stable flow exist).

Kapasitas ditetapkan pada kondisi jalan, lalu lintas serta pengendalian yang ada, dimana seharusnya cukup seragam untuk bagian manapun dari fasilitas yang dianalisa. Perubahan apapun pada kondisi yang ada (prevailing condition) akan mengakibatkan suatu perubahan kapasitas dari fasilitas tersebut. Penetapan dari kapasitas dianjurkan pada saat kondisi cuaca dan perkerasan yang ada dalam keadaan baik.

Adapun kondisi-kondisi yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan kapasitas dari suatu fasilitas secara detail diuraikan sebagai berikut:

#### **II.1.1.1. Kondisi Jalan (Roadway Condition)**

Kondisi jalan berhubungan dengan karakteristik geometrik dari jalan biasa (street) atau jalan raya (highway) yang mencakup

- type fasilitas dan pengembangan lingkungannya
- jumlah lajur (dengan arah)

- lebar lajur dan bahu
- kebebasan lateral
- kecepatan rencana
- alignment vertical dan horizontal

#### **II.1.1.2. Kondisi Lalu Lintas (Traffic Condition)**

Kondisi lalu lintas berhubungan dengan karakteristik dari aliran lalu lintas (traffic stream) yang menggunakan fasilitas tersebut. Hal ini ditentukan dengan distribusi type kendaraan yang ada dalam aliran lalu lintas, jumlah lalu lintas pada lajur yang ada di fasilitas tersebut, dan arah distribusi lalu lintas.

#### **II 1.1.3. Kondisi Pengendalian (Control Condition)**

Kondisi pengendalian berhubungan type dan disain specific dari peralatan control dan tanda-tanda lalu lintas yang diberikan pada suatu fasilitas. Lokasi penempatan, type dan waktu dari traffic signal adalah merupakan kondisi pengendalian yang kritis yang mempengaruhi kapasitas. Pengendali lain yang penting mencakup tanda stop dan yield, tanda-tanda larangan penggunaan lajur dan larangan berbelok.

Juga penting untuk diperhatikan bahwa kapasitas berhubungan dengan jumlah arus kendaraan (a rate of vehiculer) atau manusia selama periode pengamatan tertentu, yang pada umumnya sering selama periode puncak 15 menit (a peak 15 min-periode). Ini yang diakui mempunyai potensial untuk kepentingan variasi pada arus selama satu jam, dan penganalisaan di fokuskan pada interval arus maximum.

### **II.1.2. Tingkat Pelayanan (Level of Service)**

Menurut Highway Capacity Manual 1994, konsep tingkat pelayanan ditetapkan sebagai suatu pengukuran yang kualitatif yang menggambarkan kondisi operasional dalam suatu aliran lalu lintas, dan persepsinya oleh pengendara atau para penumpang. Definisi suatu tingkat pelayanan umumnya menggambarkan kondisi-kondisi ini dalam hubungannya terhadap faktor-faktor yang demikian seperti kecepatan dan waktu tempuh, kebebasan manuver, gangguan-gangguan lalu lintas (traffic interruption), kenikmatan dan kesenangan serta keselamatan

## **II.2. Bentuk-Bentuk Fasilitas**

Teknik analisa yang diberikan dalam Highway Capacity Manual 1994 mencakup suatu range yang luas tentang fasilitas-fasilitas yang mencakup jalan biasa (street), jalan raya (highway), fasilitas transit, fasilitas pejalan kaki, dan fasilitas sepeda.

Secara umum fasilitas dari aliran lalu lintas dapat digolongkan kedalam salah satu dan dua kategori berikut ini:

### **II.2.1. Arus Tak Terganggu (Uninterrupted Flow)**

Fasilitas arus tak terganggu tidak mempunyai elemen-elemen yang bersifat tetap seperti: traffic signal, yang merupakan bahagian luar (external) pada aliran lalu lintas yang menyebabkan gangguan-gangguan terhadap arus lalu lintas (traffic flow). Kondisi yang terjadi pada arus lalu lintas adalah merupakan akibat dari interaksi



antara kendaraan-kendaraan dalam aliran lalu lintas (traffic stream), dan antara kendaraan dengan faktor kondisi geometrik dan karakteristik lingkungan dari jalan.

### **II.2.2. Arus terganggu (intrrupted flow)**

Fasilitas arus terganggu telah mempunyai elemen-elemen tetap yang merupakan penyebab terjadinya gangguan-gangguan secara periodek pada arus lalu lintas. Elemen-elemen tersebut meliputi traffic signal, tanda henti, serta type pengontrolan lainnya. Alat-alat perlengkapan ini menyebabkan lalu lintas berhenti secara priiodik atau mengalami perlambatan yang cukup berarti, terlepas dari berapa jumlah lalu lintas yang ada.

Arus terganggu dan tidak terganggu adalah merupakan istilah yang menggambarkan type fasilitas, tanpa memperhatikan kualitas arus lalu lintas pada waktu yang telah ditentukan.

Analisa terhadap type fasilitas ini adalah dengan berbagai pertimbangan. Analisa dan fasilitas arus terganggu harus mempertimbangkan pengaruh dari gangguan-gangguan tetap tersebut. Kapasitas tidak hanya dibatasi oleh kondisi fisik lapangan yang disediakan tetapi juga dibatasi oleh penggunaan waktu yang sesuai dengan berbagai komponen pergerakan pada aliran lalu lintas.

Dalam bagian-bagian selanjutnya dari penelitian ini pembahasan akan dititik beratkan pada type fasilitas arus terganggu yaitu tentang "Signalized Intersection".

### **II.3. Karakteristik Arus Terganggu (Characteristics of Interrupted Flow)**

Arus terganggu (Interrupted flow) adalah jauh lebih kompleks dari pada arus tidak terganggu (uninterrupted flow). Arus lalu lintas pada suatu fasilitas arus terganggu biasanya di dominasi oleh pengoperasian titik-titik tetap, seperti traffic signal, tanda stop, dan tanda yield. Kesemuanya ini beroperasi dengan cara yang sangat berbeda, dan juga mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap arus lalu lintas secara keseluruhan.

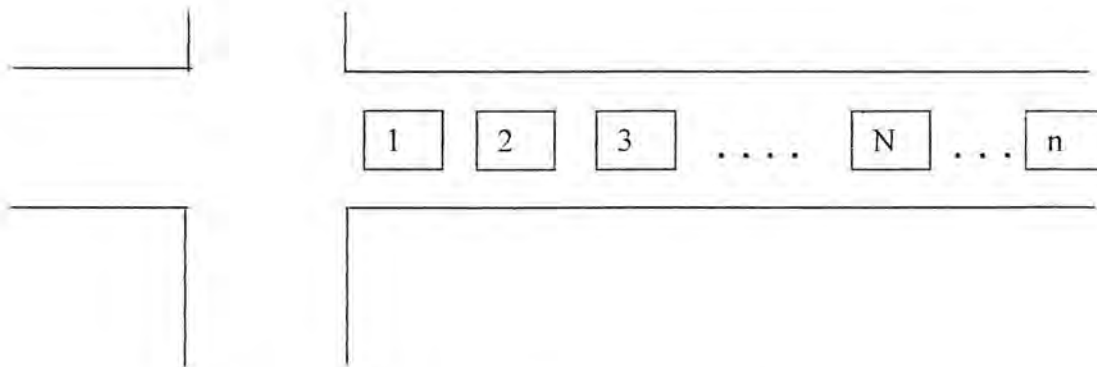
#### **II.3.1. Konsep Waktu Hijau Pada Signalized Intersection**

Pada umumnya sebagai sumber gangguan tetap yang sangat berarti pada fasilitas arus terganggu adalah traffic signal. Pada traffic signal, arus lalu lintas untuk masing-masing pergerakan atau sekumpulan pergerakan akan terhenti secara periodik. Jadi gerakan kendaraan pada suatu kelompok lajur tertentu hanya dapat terjadi selama selang waktu yang telah ditentukan, karena adanya larangan bergerak oleh signal selama beberapa periode. Waktu yang tersedia untuk pergerakan hanyalah selama signal secara efektif menunjukkan indikasi hijau.

#### **II.3.2 Angka Arus Jenuh (SaturationFlowRate) dan Kehilangan Waktu (Lost Time) Pada Signalized Intersection**

Pada persimpangan bersignal, lalu-lintas pada semua kelompok lajur akan berhenti secara periodik. Bila signal hijau hidup, gaya gerak permulaan (the dynamics of starting) dan suatu posisi antrian kendaraan harus dipertimbangkan gambar 2-1

memperlihatkan suatu posisi antrian kendaraan yang berhenti pada persimpangan bersignal.



Kendaraan dalam antrian	Departure headway (headway keberangkatan)
1	$h + t_1$
2	$h + t_2$
3	$h + t_3$
⋮	⋮
⋮	⋮
N	$h + t_N$
N+1	h
N+2	h
⋮	⋮
⋮	⋮
n	h

Sumber : Highway Capacity Manual 1994

Gambar : 2.1 Kondisi pada suatu gangguan lalu-lintas

Bila signal hijau hidup (giliran hijau) antrian kendaraan seperti yang digambarkan di atas mulai bergerak. Headway antara kendaraan dapat di observasi saat kendaraan-kendaraan itu melintasi garis kerb (curb line) pada persimpangan. Headway pertama akan berlangsung dan dihitung dari permulaan waktu hijau sampai bagian belakang dan kendaraan pertama melintasi garis kerb. Sedangkan headway kedua waktunya akan berlangsung antara bagian belakang pertama melintasi garis

kerb sampai kendaraan kedua melintasi garis kerb. Headway selanjutnya dapat diukur dengan cara yang sama.

Pengendara kendaraan pertama dalam antrian harus memperhatikan perubahan signal menjadi hijau dan bereaksi untuk memindahkan kakinya dari rem dan mempercepat kendaraannya melintasi persimpangan. Lamanya headway pertama akan terhitung sebagai akibat dan proses ini. Kendaraan kedua dalam antrian akan mengikuti proses yang serupa kecuali periode reaksi dan penambahan kecepatan sebagian dapat terjadi ketika kendaraan pertama mulai bergerak. Kendaraan kedua akan bergerak lebih cepat dari pada kendaraan pertama saat melintasi garis kerb, karena mempunyai suatu tambahan panjang kendaraan dalam memilih percepatan yang diinginkan. Headway ini akan tetap diperhitungkan, tetapi biasanya lebih kecil dari pada yang pertama tadi.

Selanjutnya kendaraan ke-3 dan ke-4 akan mengikuti prosedur yang sama, dimana saat mencapai garis kerb headway terjadi lebih kecil dibandingkan headway kendaraan yang sebelumnya. Setelah jumlahnya mencapai  $N$  kendaraan (pada gambar 2-2), pengaruh reaksi awal (start up reaction) dan percepatan mengakibatkan ketidakteraturan. Irian kendaraan selanjutnya bergerak melintasi garis kerb pada kecepatan yang diinginkan seperti suatu gerakan antrian yang seragam sampai kendaraan yang terakhir dalam antrian itu lewat. Headway untuk kendaraan-kendaraan ini secara relative adalah konstant.

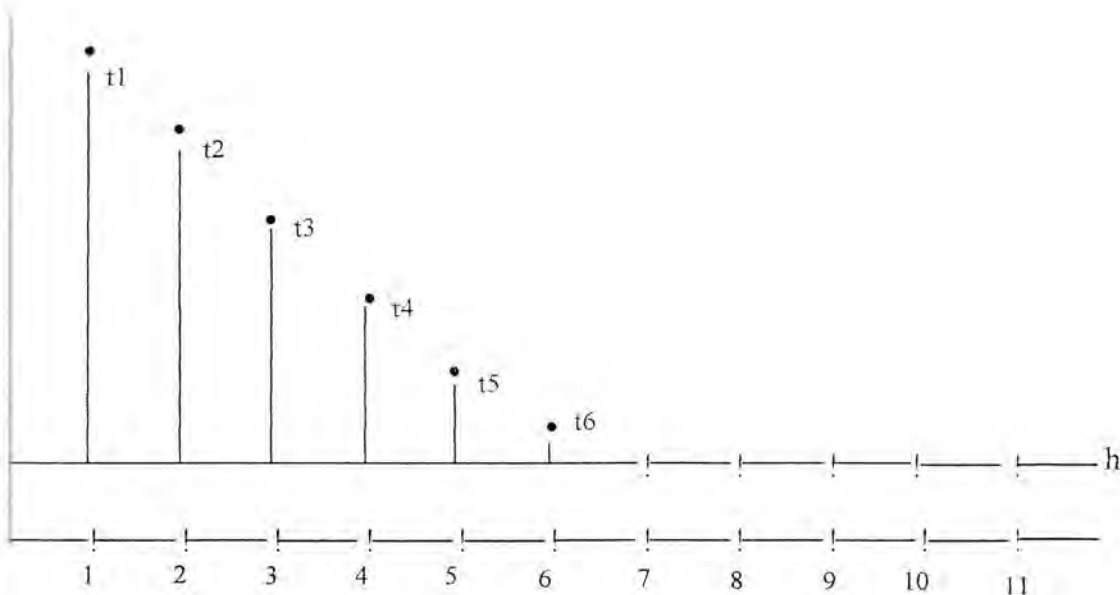
Dalam gambar 2-1 rata-rata headway yang konstant ini dinyatakan dengan  $h$ , dan ini dicapai setelah  $N$  kendaraan. Headway untuk  $N$  kendaraan yang pertama harga rata-ratanya lebih besar dari  $h$  dan dinyatakan dengan  $h + t_r$ , dimana  $t_r$  adalah



tambahan headway untuk kendaraan ke- $i$  sebagai akibat dari reaksi awal dan percepatan. Harga  $i$  bertambah dari 1 ke  $N$ , sedangkan harga  $t_i$  makin berkurang.

Gambar 2-2 memperlihatkan suatu konsep penggambaran headway yang telah diukur dengan cara yang telah diuraikan di atas.

Penggambaran headway yang telah diobservasi di lapangan diterangkan pada gambar dibawah ini yang mana merupakan fungsi antara  $h$  dan  $t$ .



Sumber : Highway Capacity Manual 1994

Gambar 2.2 Saturation flow rate and lost time

Nilai  $h$  ditetapkan sebagai saturation headway dan diperkirakan sebagai konstanta headway rata-rata dari kendaraan-kendaraan yang terjadi setelah kendaraan ke-6 dalam antrian dan berlanjut sampai kendaraan terakhir pada antrian awal ini habis dari persimpangan. Saturation headway adalah jumlah waktu yang digunakan oleh suatu kendaraan dalam suatu antrian yang stabil saat kendaraan itu melintasi

suatu persimpangan pada saat signal menunjukkan indikasi hijau, dengan anggapan bahwa suatu antrian yang kontinuis dapat bergerak melintasi persimpangan tersebut.

Sedangkan Tingkat arus jenuh (Saturation flow rate) ditetapkan sebagai tingkat arus tiap lajur pada saat mana kendaraan-kendaraan dapat melewati suatu persimpangan bersignal dalam suatu gerakan antrian yang stabil. Sesuai dengan definisi tersebut maka saturation flow rate dapat dihitung sebagai :

$$s = 3600/h \dots\dots\dots (2.1)$$

dimana :

s = saturation flow rate, dalam vphgpl.

h = saturation headway, dalam detik.

3600 = jumlah detik dalam satu jam.

Saturation flow rate menggambarkan jumlah kendaraan tiap jam tiap lajur jika signal hijau tersedia selama satu jam penuh dan arus kendaraan tak pernah terhenti.

Dalam anggapan ini disamping waktu hijau yang ada adalah selama satu jam penuh, rata-rata headway dan kendaraan yang memasuki persimpangan, adalah h detik.

Arus yang ada pada suatu persimpangan bersignal adalah dihentikan secara periodik. Setiap waktu arus diberhentikan, antrian harus dimulai lagi dan kendaraan-kendaraan akan mengalami reaksi awal dan percepatan headway seperti yang dijelaskan dalam gambar 2-2 untuk N kendaraan pertama. Dalam gambar 2-2, enam kendaraan pertama mengalami headway yang lebih lama dari h. Pertambahan  $t_i$  dinamakan kehilangan waktu awal. Jumlah kehilangan waktu awal bagi kendaraan-kendaraan ini adalah sebagai jumlah dari pertambahan ini atau :

$$L_1 = \sum_{i=1}^N t_i \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

dimana

$L_1$  = total kehilangan waktu awal dalam detik

$t_i$  = kehilangan waktu untuk kendaraan ke-i dalam antrian, dalam detik

Setiap waktu antrian kendaraan akan menerima suatu signal hijau, ini akan digunakan selama  $h$  detik tiap kendaraan, ditambah dengan kehilangan waktu awal,  $L_1$  dengan anggapan bahwa paling sedikit terdapat  $n$  kendaraan dalam antrian tersebut. Setiap kali suatu aliran kendaraan diberhentikan juga mengalami kehilangan waktu yang berasal dari sumber lain. Saat suatu aliran kendaraan berhenti, memerlukan keamanan yang ada beberapa jarak waktu sebelum suatu konflik aliran lalu-lintas dibolehkan memasuki persimpangan. Selama periode ini tidak ada kendaraan-kendaraan yang menggunakan persimpangan. Interval ini dinamakan jarak kehilangan waktu (clearance lost time),  $L_2$ .

Dalam prakteknya, siklus signal menyediakan untuk clearance ini melalui penggunaan "interval perubahan" yang mungkin meliputi indikasi kuning dan atau semua indikasi merah. Para pengendara biasanya tidak memperhatikan segala interval ini dan masih menggunakan persimpangan selama beberapa bagian dari waktu interval ini. Jarak kehilangan waktu,  $L_2$ , merupakan bagian dari interval perubahan, inilah yang tidak digunakan oleh para pengendara kendaraan.

Hubungan antara saturation flow rate dan lost time adalah merupakan suatu hal yang penting. Untuk suatu lajur tertentu atau pergerakan tertentu, kendaraan-kendaraan yang menggunakan persimpangan pada saturation flow rate selama suatu periode waktu adalah sama dengan waktu hijau yang tersedia ditambah dengan interval perubahan dikurangi dengan kehilangan waktu awal dan jarak kehilangan waktu. Saat terjadinya kehilangan waktu setiap kali suatu pergerakan dimulai dan diakhiri, jumlah total kehilangan waktu lebih dari satu jam tergantung pada waktu signal yang tersedia. Jika lama siklus signal adalah 60 detik, berarti signal ini akan mulai dan berhenti setiap 60 kali pergerakan tiap jam, dan total kehilangan waktu tiap pergerakan akan menjadi  $60 (L_1 + L_2)$ . Tetapi jika signal tersebut mempunyai waktu siklus selama 30 detik, berarti setiap pergerakan akan dimulai dan diberhentikan 120 kali tiap jam, dan total kehilangan waktu tiap pergerakan akan menjadi  $120 (L_1 + L_2)$ , dua kali lebih besar dan siklus 60 detik.

Jumlah dari waktu yang hilang akan berpengaruh sekali terhadap kapasitas. Pemikiran-pemikiran terdahulu memberi kesan bahwa kapasitas dari persimpangan akan bertambah dengan bertambahnya lama siklus. Hal ini merupakan sedikit pengimbangan, dengan observasi-observasi saturation headway tersebut,  $h$  dapat bertambah jika lama indikasi hijau secara continius menjadi sangat lama. Segi lain dari persimpangan adalah dapat mengimbangi pengurangan kapasitas akibat pengaruh dari siklus yang pendek. Seperti adanya lajur-lajur belokan.

Dimana lajur belok kanan dan phase yang ada, waktu siklus yang lebih lama dapat menyebabkan lajur belok kanan menjadi over flow, jadi hal ini akan mengurangi kapasitas dengan terdapatnya rintangan pada lajur.

Saat waktu siklus ditambah, tundaan henti rata-rata tiap kendaraan juga cenderung untuk bertambah, dengan anggapan bahwa kapasitas yang diberikan adalah memadai.

Tetapi biar bagaimanapun delay adalah merupakan suatu variabel yang paling kompleks yang dipengaruhi oleh banyak variabel yang mana lama siklus merupakan variabel satu-satunya.

### **II.3.3 Delay (Penundaan)**

Suatu ukuran daya guna yang kritis pada fasilitas arus terganggu adalah delay. Delay adalah suatu ukuran yang umum yang dapat diinterpretasikan dengan jumlah rata-rata. Waktu tunda henti rata-rata adalah ukuran keefektifan yang prinsipil yang digunakan dalam mengevaluasi tingkat pelayanan pada persimpangan bersignal (signalized intersection).

Waktu tunda henti, adalah waktu yang dihabiskan oleh sebuah kendaraan untuk berhenti dalam suatu antrian saat menunggu untuk memasuki sebuah persimpangan.

Average stoped time delay (rata-rata waktu tunda henti), adalah total waktu henti yang dialami oleh semua kendaraan pada sebuah jalan atau kelompok lajur selama suatu periode waktu yang ditentukan, dibagi dengan volume total kendaraan



yang memasuki persimpangan pada jalan atau kelompok lajur selama periode waktu yang sama, dinyatakan dalam detik per kendaraan.

#### **11.4. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Kapasitas, Tingkat Arus dan Tingkat Pelayanan**

##### **11.4.1. Kondisi ideal**

Pada prinsipnya suatu kondisi ideal adalah suatu kondisi yang digunakan untuk perbaikan fasilitas selanjutnya dan ini tidak akan mencapai sedikit tambahan pada kapasitasnya. Contoh dari kondisi ideal yang diberikan dibawah ini adalah untuk persimpangan bersignal.

Menurut Highway Capacity Manual 1994 kondisi ideal untuk jalan pada persimpangan bersignal adalah sebagai berikut :

1. Lebar lajur 12ft.
2. Kelandaian datar.
3. Tidak terdapat kerb parkir pada jalan di persimpangan tersebut.
4. Aliran lalu lintas semuanya terdiri dari mobil penumpang, bus-bus transit lokal tidak boleh berhenti pada areal persimpangan.
5. Semua kendaraan yang melintasi persimpangan bergerak lurus.
6. Persimpangan berlokasi di daerah non CBD (Central Buseness District).
7. Signal hijau terdapat sepanjang waktu.

Pada kebanyakan analisa kapasitas, kondisi-kondisi yang umum bukanlah merupakan suatu kondisi yang ideal dan perhitungan-perhitungan kapasitas, tingkat arus (*service*

flow rate) dan tingkat pelayanan (level of service) harus meliputi penyesuaian-penyesuaian yang menggambarkan kondisi ideal. Kondisi-kondisi yang berlaku biasanya mencakup : kondisi jalan, lalu lintas, atau kondisi pengontrolan.

#### **II.4.2. Kondisi Jalan (Roadway Condition)**

Faktor-faktor jalan mencakup semua parameter yang menggambarkan keadaan jalan tersebut, ini meliputi :

1. Bentuk fasilitas dan pengembangan lingkungannya.
2. Lebar bahu dan atau jarak lateral.
3. Lebar jalur.
4. Kecepatan rencana.
5. Aligement vertical dan horizontal

#### **II.4.3. Kondisi Pengontrolan (Control Condition)**

Untuk fasilitas arus terganggu (Interrupted flow facilitie) pengontrolan waktu yang tersedia bagi pergerakan arus lalu lintas yang specific adalah merupakan suatu elemen yang mempengaruhi kapasitas, service flow rate dan level of service. Type pengontrol yang sangat penting pada fasilitas yang demikian adalah trafic signal. Keadaan operasi pada fasilitas yang demikian sangat dipengaruhi oleh type pengontrol yang digunakan, phase signal, dan lama siklus.

Tanda stop dan yield juga mempengaruhi kapasitas, tetapi dalam suatu pengaruh yang lebih kecil. Sementara signal secara positive menunjukkan waktu

kanan setiap pergerakan diizinkan, sedangkan tanda stop atau yield hanya menunjukkan berjalan (boleh/tidak) secara permanen pada jalan utama.

## **II.5. Prinsip Dasar Arus Lalu lintas**

### **II.5.1. Pengukuran arus lalu lintas.**

Rumusan operasional tentang arus lalu lintas ditentukan oleh tiga pengukuran pokok yaitu :

1. Kecepatan (speed)
2. Volume atau tingkat arus (Rate of flow)
3. Kerapatan (density)

#### **Ad. 1. Kecepatan**

Kecepatan didefinisikan sebagai tingkat pergerakan yang dinyatakan sebagai jarak per satuan waktu biasanya dalam mile per jam (mph) atau kilometer per jam (kph). Dalam hal karakteristik kecepatan dari suatu aliran lalu lintas beberapa nilai yang representative harus digunakan, sebagaimana biasanya suatu distribusi yang luas dari kecepatan-kecepatan secara individual yang mungkin dapat diamati dalam aliran lalu lintas.

Highway Capacity Manual 1994 menganjurkan bahwa ukuran kecepatan yang digunakan adalah : Average travel speed ( rata-rata kecepatan tempuh). Ukuran ini digunakan karena mudah dihitung dengan melakukan observasi terhadap kendaraan individual dalam aliran lalu lintas, disamping ini secara statistik ukuran ini sangat relevan dalam hubungannya dengan variabel-variabel yang lain. Kecepatan tempuh rata-rata dihitung dengan mengambil panjang segmen jalan raya (highway) atau jalan

biasa (street) yang telah pertimbangkan dan kemudian membaginya dengan waktu tempuh rata-rata dari kendaraan pada segment jalan tersebut.

Jadi jika waktu tempuh  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$  diukur untuk  $n$  kendaraan yang bergerak pada suatu segment jalan sepanjang  $L$  maka kecepatan tempuh rata-rata akan menjadi :

$$S = \frac{L}{\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n}} = \frac{nL}{\sum_{i=1}^n t_i} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana:

$S$  = kecepatan tempuh rata-rata, dalam mph;

$L$  = panjang segment jalan yang diamati, dalam mile;

$t_i$  = waktu tempuh kendaraan, dalam hour,

$n$  = jumlah kendaraan yang diamati.

Kecepatan tempuh rata-rata, seharusnya tidak dikelirukan pengertiannya dengan ukuran lain yang serupa yaitu: kecepatan gerak rata-rata, yang didefinisikan sebagai jarak dibagi dengan waktu gerak rata-rata. Waktu gerak rata-rata hanya meliputi waktu yang terpakai selama kendaraan itu bergerak. Untuk fasilitas *uninterrupted flow* yang beroperasi dibawah kondisi yang tidak macet, maka kecepatan tempuh rata-rata besarnya sama dengan kecepatan gerak rata-rata.

Untuk analisa kapasitas, kecepatan paling baik diukur dengan observasi waktu tempuh sepanjang jalan yang telah ditentukan. Untuk fasilitas arus tidak terganggu yang beroperasi dalam batas arus stabil, panjang segment jalan yang diambil boleh agak pendek sampai beberapa ratus feet saja, untuk meringankan observasi. Tetapi

untuk fasilitas arus terganggu segment jalan yang diobservasi panjang yang mencakup titik-titik gangguan tetap yang dianggap perlu.

## **Ad 2. Volume dan Tingkat Arus (Volume and Rate of Flow )**

Volume dan tingkat arus adalah dua ukuran yang mengukur jumlah lalu lintas yang melintasi suatu titik pada sebuah lajur atau jalan dalam suatu interval waktu yang telah ditentukan. Hubungan-hubungan ini ditetapkan sebagai berikut:

- \* Volume ialah jumlah total kendaraan yang melintasi suatu titik tertentu atau bagian dari suatu lajur atau jalan dalam suatu interval waktu tertentu, volume dapat dinyatakan dalam masa tahunan, harian, jam atau dalam periode beberapa menit saja.
- \* Tingkat arus (rate of flow) ialah tingkat equivalent tiap jam pada saat mana kendaraan-kenderaan melintasi suatu~tertentu atau bagian dan sebuah lajur atau jalan dalam suatu interval waktu yang telah ditentukan yang kurang dari satu jam, biasanya 15 menit.

Perbedaan antara volume dan tingkat arus adalah merupakan suatu hal yang sangat penting. Volume adalah jumlah actual dari kendaraan-kenderaan yang diobservasi atau diramalkan untuk melintasi suatu titik dalam suatu interval waktu. Sedangkan tingkat arus menyatakan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik selama interval waktu kurang dari satu jam, tetapi dinyatakan sebagai tingkat equivalent tiap jam.

Suatu tingkat arus dapat diperoleh dengan mengambil jumlah kendaraan yang diobservasi dalam suatu periode tiap sub jam dan kemudian membaginya



dengan waktu (dalam jam) selama observasi. Jadi suatu volume yang terdiri dari 100 kendaraan diobservasi dalam suatu periode 15 menit, secara tidak langsung ini menyatakan suatu tingkat arus sebesar 400 vph.

Dalam contoh perhitungan berikut dijelaskan perbedaan antara dua pengukuran.

**Tabel II.1 Perbedaan Antara Volume Dan Tingkat Arus**

time period	volume (veh)	rate of flow (vph)
5 : 00 - 5 : 15	1000	4000
5 : 15 - 5 : 30	1200	4800
5 : 30 - 5 : 45	1100	4400
5 : 45 - 6 : 00	1000	4000

Dalam perhitungan di atas volume lalu lintas telah diobservasi selama empat periode berturut-turut masing-masing 15 menit. Volume total selama satu jam adalah jumlah dari perhitungan-perhitungan ini atau sama dengan 4300 veh, atau 4300 vph (karena observasi dalam satu jam). Sedangkan tingkat arus bervariasi dalam tiap periode 15 menit.

Arus maximum selama periode 15 menit, arusnya adalah 4800 vph. Perlu diperhatikan bahwa 4800 kendaraan itu bukan melintasi titik-titik selama satu jam waktu pengamatan, tetapi kendaraan-kendaraan tersebut hanya melintas selama 15 menit. Perhatian terhadap tingkat arus puncak (peak flow rate) adalah merupakan kepentingan yang kritis dalam analisa kapasitas.

Bila kapasitas jalan yang diobservasi tersebut adalah 4500 vph, maka akan terjadi gangguan arus lalu lintas selama 15 menit periode puncak jika kendaraan yang datang suatu tingkat arus 4800 vph, meskipun selama satu jam penuh volume kendaraan yang datang lebih kecil dari kapasitas jalan tersebut.

### Ad.3. Kerapatan (Density)

Density didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menempati suatu panjang tertentu dari sebuah lajur atau jalan, yang dirata-ratakan sepanjang waktu.

Pengukuran density secara langsung di lapangan cukup sulit, membutuhkan suatu titik/tempat yang paling menguntungkan posisinya dari panjang jalan yang diperlukan. Pengukuran dapat dilakukan dengan cara photographed, videotaped, atau observasi langsung. Density dapat dihitung dari kecepatan tempuh rata-rata dan tingkat arus cara seperti ini dapat dilakukan dengan lebih mudah

$$V = S \times D \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana:

V = tingkat arus dalam vph.

S = kecepatan tempuh rata-rata dalam mph.

D = density dalam vpm

Density merupakan suatu parameter yang kritis yang menggambarkan keadaan operasi lalu lintas disamping itu juga menggambarkan jarak kendaraan antara satu dengan yang lainnya, dan membayangkan kebebasan manuver dalam aliran lalu lintas.

### 11.5.2 Faktor Jam Puncak (Peak Hour Factor)

Merupakan kenyataan untuk menyatakan tingkat pelayanan yang menggambarkan bahwa arus lalu lintas selama waktu interval yang pendek lebih tinggi dari harga rata-rata per jam dan dinyatakan secara terpisah untuk tiap periode. Berarti arus lalu lintas tidak selalu konstan selama satu jam penuh. Dalam analisa tentang kapasitas dan tingkat pelayanan sebuah persimpangan, biasanya PHF ditetapkan berdasarkan periode 15 menit. Batas minimum dan maksimum hasil observasi adalah dan 0.47-1.00 tetapi umumnya 0.85-0.90. Jalan arteri utama diakwasan metropolitan yang besar biasanya memiliki PHF yang rendah . Harga PHF ditentukan secara terpisah untuk tiap kaki persimpangan.

Harga yang tercantum dalam tabel yang besarnya lebih dari 1.00 menunjukkan kebutuhan akan faktor keamanan agar dapat menghindari antrian lalu lintas yang panjang yang mungkin dapat terjadi.

Peak hour factor perbandingan volume lalu lintas rata-rata selama jam sibuk dengan volume maksimum yang pernah terjadi selama periode waktu yang sama.

Untuk mendapatkan nilai peak hour factor pada persimpangan, maka diambil dalam interval waktu 15 menit selama periode 1 jam.

$$PHF = \frac{\text{Volume total selama peak hour}}{4 \times (\text{volume puncak 15 menit})} \dots\dots\dots (2,5)$$

### **11.6. Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Persimpangan.**

Konsep kapasitas dan tingkat pelayanan merupakan pusat untuk menganalisa persimpangan untuk semua type fasilitas. Dalam analisa persimpangan, bagaimanapun kedua konsep tersebut tidak benar-benar dihubungkan seperti pada type fasilitas lainnya. Pada type-type fasilitas yang lain, analisa yang sama menghasilkan satu atau ketetapan yaitu kapasitas dan tingkat pelayanan dari fasilitas tersebut. Tetapi pada persimpangan bersignal keduanya dianalisa secara terpisah dan tidak mudah dihubungkan antara satu sama lain. Biar bagaimanapun keduanya harus benar-benar dipertimbangkan secara menyeluruh untuk mengevaluasi semua operasi dari satu persimpangan bersignal.

Analisa kapasitas dari persimpangan menghasilkan perbandingan-perbandingan  $V/C$  untuk gerakan-gerakan secara individual dan menghasilkan suatu gabungan perbandingan  $V/C$  untuk sejumlah gerakan-gerakan kritis atau kelompok lajur pada persimpangan. Perbandingan  $V/C$  adalah merupakan suatu tingkat arus yang actual atau diproyeksikan pada sebuah jalan atau kelompok selama satu interval puncak 15 menit dibagi dengan kapasitas jalan atau kapasitas dari kelompok lajur tersebut.

Tingkat pelayanan adalah didasarkan atas penundaan henti rata-rata tiap kendaraan untuk berbagai pergerakan pada persimpangan. Meskipun perbandingan  $V/C$  mempengaruhi delay, namun ada parameter lain yang lebih besar pengaruhnya, seperti kualitas gerak maju, lama phase hijau, lama siklus, dan lain-lain. Jadi untuk perbandingan  $V/C$  yang diberikan suatu range dan nilai-nilai pertundaan dapat dihasilkan dan begitu juga sebaliknya.

Atas dasar pertimbangan ini maka kapasitas dan tingkat pelayanan pada persimpangan harus dianalisa secara seksama.

### **II.6.1. Kapasitas Dari Persimpangan Bersignal**

Kapasitas dari persimpangan sangat ditentukan oleh kapasitas masing-masing kaki persimpangan. Kapasitas kaki persimpangan adalah tingkat arus maximum (untuk jalan utama) yang dapat melintasi persimpangan pada kondisi lalu lintas yang umum, jalan, dan kondisi signal. Tingkat arus biasanya diukur atau diproyeksikan selama satu periode 15 menit, sedangkan kapasitas dinyatakan dalam vehicle per hour (vph).

Kondisi lalu lintas meliputi volume lalu lintas pada masing-masing kaki persimpangan, distribusi kendaraan oleh pergerakan (kiri, lurus, kanan), distribusi bentuk kendaraan dalam setiap pergerakan, lokasi dan penggunaan tempat-tempat perhentian bus pada areal persimpangan.

Kondisi jalan mencakup geometrik dasar persimpangan yang meliputi jumlah dan lebar lajur, kelandaian, dan alokasi dari penggunaan lajur (termasuk lajur parkir).

Kondisi Persignalan meliputi semua ketentuan-ketentuan dan phase signal, waktu, type control, serta suatu evaluasi kemajuan signal pada masing-masing kaki persimpangan.

Kapasitas pada persimpangan bersignal didasarkan atas konsep arus jenuh dan tingkat arus jenuh (saturation flow rates). Tingkat arus jenuh didefenisikan sebagai tingkat arus maximum yang dapat melintasi persimpangan jalan tertentu atau kelompok lajur tertentu dibawah kondisi lalu lintas dan jalan yang umum, dengan



anggapan bahwa jalan atau kelompok lajur tersebut mempunyai 100% dari waktu yang tersedia adalah sebagai waktu hijau effective. Saturation flow rate diberi simbol  $S$  dan dinyatakan dalam satuan vehicle per hour of effective green time (vphg).

Perbandingan arus untuk sebuah jalan atau kelompok lajur ditetapkan sebagai perbandingan tingkat arus yang actual untuk jalan atau kelompok lajur,  $v_i$  dengan tingkat arus jenuh. Perbandingan arus diberi simbol  $(v/s)$ , untuk jalan atau kelompok lajur  $i$ .

Kapasitas dari kelompok lajur atau kaki persimpangan dapat dinyatakan sebagai :

$$C_i = S_i \times (g/C)_i \quad \dots\dots\dots(2.6)$$

dimana :

$C_i$  = kapasitas dari kelompok lajur atau kaki persimpangan ( $i$ )

$S_i$  = saturation flow rate untuk kelompok lajur atau jalan  $i$  dalam vphg.

$(g/C)_i$  = perbandingan waktu hijau untuk kelompok lajur atau jalan  $i$ .

Perbandingan antara tingkat arus dengan kapasitas,  $v/c$ , diberi simbol  $x$  dalam analisa persimpangan. Untuk suatu kelompok lajur atau jalan  $i$  dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$X_i = (V/C)_i = V_i / \{ S_i \times (g/C)_i \} \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

dimana:

$X_i$  = perbandingan  $V/C$  untuk kelompok lajur atau jalan  $I$

$V_i$  = tingkat arus yang actual untuk kelompok lajur atau jalan dalam vph.

$S_i$  = tingkat an's jenuh untuk kelompok lajur atau jalan  $i$  dalam vphg

$g/C$  = waktu hijau effective untuk kelompok lajur  $i$  atau jalani, dalam detik.

Nilai-nilai  $X_i$  berkisar dari 1,00 (bila tingkat arus sama dengan kapasitas) sampai 0,00 (bila tingkat arus sama dengan nol).

Kegunaan lain dari konsep kapasitas dalam menganalisa persimpangan bersignal adalah perbandingan  $V/C$  yang kritis yang diberi simbol  $X_c$ . Ini adalah merupakan suatu perbandingan  $V/C$  untuk persimpangan secara keseluruhan, yang hanya mempertimbangkan kelompok lajur atau jalan yang mempunyai perbandingan arus yang tertinggi,  $V/S$ , dalam suatu phase signal.

Perbandingan  $V/C$  kritis untuk suatu persimpangan ditentukan dalam hubungan-hubungannya dengan kelompok lajur yang kritis atau kaki persimpangan yang kritis, yang dinyatakan dengan rumus:

$$X_c = \sum (V/S)_i c_i \times C / (C - L) \dots\dots\dots (2,8)$$

dimana :

$X_c$  = perbandingan  $v/c$  kritis untuk persimpangan.

$(V/S)_i c_i$  = Jumlah perbandingan arus untuk semua kelompok lajur yang kritis atau kaki persimpangan  $i$ .

$C$  = lama siklus, dalam detik

$L$  = kehilangan waktu total tiap siklus dihitung sebagai jumlah kehilangan waktu saat keberangkatan dan saat pergantian interval dikurangi bagian waktu pergantian interval yang digunakan oleh kendaraan-kendaraan untuk masing-masing phase signal yang kritis.

Persamaan di atas sangat berguna dalam melakukan evaluasi kondisi persimpangan secara keseluruhan yang berkenaan dengan geometrik dan lama siklus total yang diberikan, dan juga sangat berguna dalam mengestimasi waktu signal bila tidak diberitahu atau diatur oleh peraturan atau prosedur yang berlaku pada daerah setempat. Persamaan di atas memberi perbandingan  $v/c$  untuk semua pergerakan kritis dengan anggapan bahwa waktu hijau telah dialokasikan secara tepat atau secara proporsional. Oleh sebab itu persamaan ini mungkin mempunyai suatu petandingan  $V/C$  kritis yang kurang dari 1 dan masih mempunyai gerakan-gerakan tersendiri yang oversaturated (terlalu jenuh) dalam siklus signal. Suatu perbandingan  $v/c$  kritis yang kurang dari satu bagaimana pun menunjukkan bahwa pergerakan-pergerakan pada suatu persimpangan dapat ditampung selama waktu siklus dan rangkaian phase yang telah ditetapkan dengan alokasi waktu hijau yang proporsional. Pada prinsipnya, jumlah waktu hijau yang tersedia dalam suatu rangkaian phase adalah cukup memadai untuk menangani semua gerakan jika bagian waktu diatur secara baik.

### **II.6.2 Tingkat Pelayanan. Untuk Persimpangan bersignal**

Tingkat pelayanan untuk persimpangan bersignal ditetapkan atas dasar delay. Delay adalah suatu ukuran terhadap ketidak senangan pengendara, frustasi, pemakaian bahan bakar, dan kehilangan waktu tempuh. Secara specific kriteria tingkat pelayanan dinyatakan dalam istilah rata-rata tundaan henti tiap kendaraan selama periode 15 menit.

Kriteria-kriteria untuk tingkat pelayanan diberikan dalam tabel II.2

**TABEL II.2 KRITERIA TINGKAT PELAYANAN  
PADA PERSIMPANGAN BERSIGNAL**

Tingkat Pelayanan	Tundaan henti tiap kendaraan (detik)
A	$\leq 5,0$
B	$>5,0 - \leq 15,0$
C	$>15,0 - \leq 25,0$
D	$>25,0 - \leq 40,0$
E	$>40,0 - \leq 60,0$
F	$>60,0$

Sumber : high capacity manual 1994

Delay dapat diukur dilapangan atau dapat diestimasi dengan menggunakan prosedur yang akan disajikan dalam section selanjutnya dari penelitian. Delay merupakan suatu besaran yang kompleks, dan tergantung kepada sejumlah variabel yang meliputi kualitas gerak maju selama siklus perbandingan waktu hijau, dan perbandingan V/C pada kelompok lajur atau kaki persimpangan.

### II.6.3 Hubungan Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan

Karena delay adalah merupakan suatu ukuran yang kompleks, maka hubungannya terhadap kapasitas juga kompleks. Tingkat pelayanan seperti yang dinyatakan dalam tabel II.2 telah dibuat atas dasar dapat diterimanya bermacam delay oleh pengendara.

Biasanya batas terendah dan LOS E selalu ditetapkan sebagai kapasitas, yakni perbandingan V/C 1,00 tetapi dalam beberapa hal ketentuan diatas tidak berlaku. Misalnya delay mungkin terjadi pada range LOS F(tidak dapat diterima). Walaupun

perbandingan  $V/C$  dibawah 1,00 ; mungkin berkisar 0,75 - 0,85. Delay yang sangat tinggi dapat terjadi pada perbandingan  $V/C$  yang demikian apabila terdapat beberapa kombinasi dari kondisi-kondisi berikut ini:

1. Waktu siklus yang lama
2. Kelompok lajur yang demikian dalam keadaan tidak menguntungkan
3. Gerak maju signal untuk pergerakan utama adalah kurang baik.

Hal yang sebaliknya juga mungkin dapat terjadi yaitu :

Suatu kaki persimpangan atau kelompok lajur yang jenuh ( $V/C = 1,00$ ) mungkin saja mempunyai delay yang rendah apabila :

1. Waktu siklus pendek
2. Signal gerak maju adalah menguntungkan pergerakan-pergerakan utama.

Jadi sebutan  $LOS F$  tidak secara otomatis berarti bahwa persimpangan, kaki persimpangan adalah overloaded, juga tingkat pelayanan (A sampai E) dengan sendirinya secara tidak langsung menyatakan bahwa tidak terpakainya kapasitas yang tersedia.

## II.7 Analisa Operasional

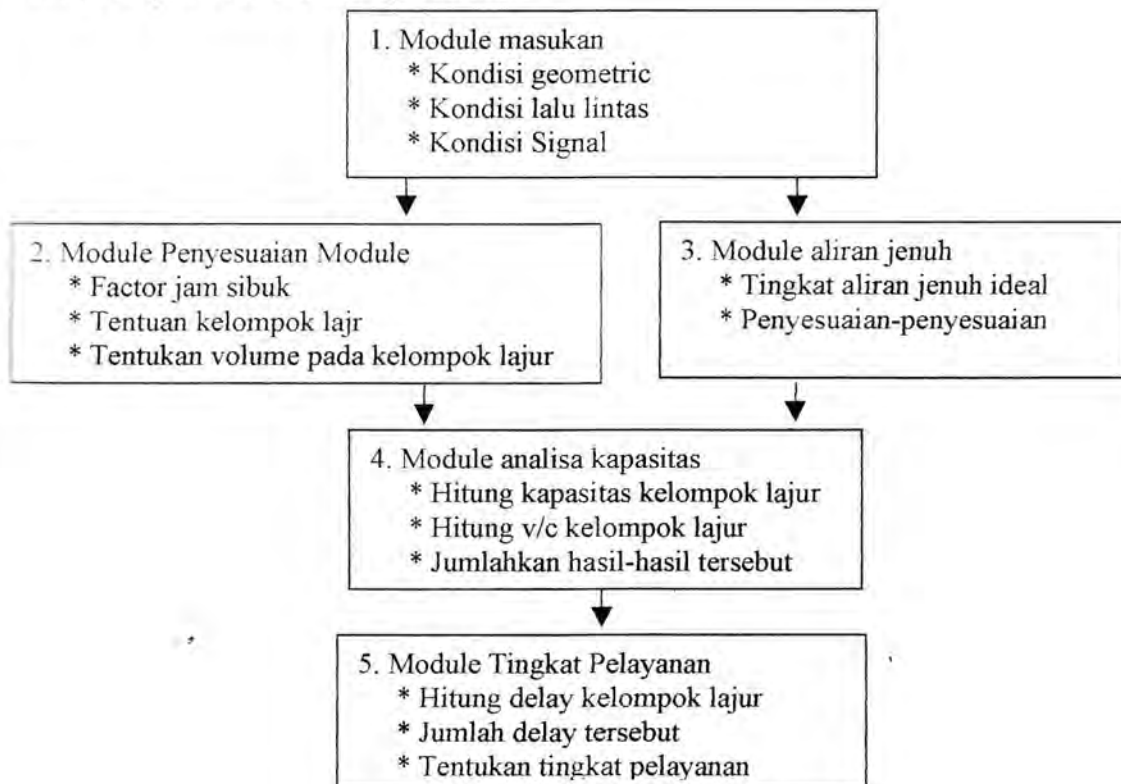
Analisa operasional menghasilkan penentuan dari kapasitas dan tingkat pelayanan untuk masing-masing kelompok lajur atau kaki persimpangan, begitu juga tingkat pelayanan untuk persimpangan secara keseluruhan. Analisa operasional memerlukan informasi yang terperinci yang diperlukan antara lain meliputi geometric, lalu lintas, dan kondisi signal persimpangan. Ini dapat diketahui dari kasus yang ada atau diproyeksikan dari situasi yang akan datang.



Karena analisa operasional dari persimpangan bersignal merupakan hal yang kompleks, maka analisa ini dibagi lima module berikut ini :

1. Module masukan
2. Module penyesuaian volume.
3. Module tingkat arus jenuh.
4. Module analisa kapasitas.
5. Module tingkat pelayanan

Gambar 2.3 Menyajikan suatu diagram alir (flow chart) dari module-module di atas, dan prosedur analisa operasional.



Sumber : High Capacity Manual 1994

Gambar 2.3 Prosedur Analisa Operasional

### **II.7.1. Module Masukan (Input Module)**

Data-data yang diperlukan adalah terperinci dan beraneka ragam, kesemuanya digolongkan dalam tiga kategori utama yaitu :

#### **1. Kondisi geometric**

Geometric persimpangan umumnya dinyatakan dalam bentuk diagram, dan harus menggambarkan semua yang berhubungan, termasuk landai jalan (grade), jumlah dan lebar jalur, dan kondisi parkir. Keberadaan lajur belok kiri dan belok kanan yang eksklusif bersamaan dengan panjangnya tempat penyimpangan dari lajur yang demikian. Dimana geometric tertentu direncanakan, perencanaan ini harus diterima untuk analisa selanjutnya.

#### **2. Kondisi Lalu lintas**

Volume lalu lintas untuk persimpangan dinyatakan untuk masing-masing pergerakan-pergerakan pada setiap kaki persimpangan. Pembagian jenis kendaraan diukur sebagai persentase kendaraan berat (% HV) pada setiap pergerakan dimana semua kendaraan yang lebih dari empat rodanya menyetuh perkerasan jalan dianggap sebagai kendaraan berat. Jumlah bus lokal masing-masing kaki persimpangan juga ditentukan. Hanya bus-bus yang berhenti untuk menurun atau menaikkan penumpang pada persimpangan atau permulaan sisi persimpangan dimasukkan dalam kategori bus lokal. Arus pejalan kaki diperlukan, selama arus pejalan kaki bercampur dengan belok kiri dan belok kanan yang diizinkan. Arus pejalan kaki untuk suatu jalan adalah arus pada penyeberangan yang berinterferensi dengan gerak belok kanan dari jalan tersebut. Jadi untuk suatu jalan

yang menuju ke barat, arus pejalan kaki di penyeberangan utara akan digunakan. Untuk jalan yang menuju timur, digunakan arus pejalan kaki di penyeberangan selatan. Untuk jalan yang menuju utara digunakan arus pejalan kaki di penyeberangan timur, dan untuk jalan yang menuju selatan digunakan arus pejalan kaki di penyeberangan barat.

Sedang untuk Indonesia dan beberapa negara Asia lainnya berlaku sebaliknya. Dimana arus pejalan kaki untuk suatu jalan adalah arus pada penyeberangan yang berinterferensi dengan gerak belok kiri dari kendaraan-kendaraan pada jalan tersebut.

Salah satu dari sebagian besar karakteristik lalu lintas yang kritis adalah : penandaan dari "bentuk kedatangan" pada masing-masing kaki persimpangan. Hal ini adalah merupakan suatu kategori umum yang diusahakan untuk memperkirakan ukuran kalitas gerak maju kendaraan pada persimpangan. Lima type kedatangan yang telah ditetapkan untuk arus kedatangan yang dominan adalah sebagai berikut :

- **Type 1**

Kondisi ini ditetapkan sebagai suatu kedatangan barisan (platoon) yang padat di persimpangan pada permulaan" phase merah. Hal ini adalah merupakan kondisi barisan yang paling jelek.

- **Type 2**

Kondisi ini mungkin merupakan sebuah kedatangan barisan yang padat selama pertengahan phase merah atau suatu kedatangan barisan yang dibubarkan selama

phase merah. Kondisi ini lebih baik dari type 1, tetapi masih merupakan kondisi barisan yang tidak menguntungkan.

- **Type 3**

Kondisi ini menggambarkan kedatangan kendaraan secara sembarangan. Hal ini terjadi bila kedatangan kendaraan menyebar secara luas selama phase merah dan phase hijau, dan/atau dimana pada persimpangan ini secara keseluruhan signalnya tidak terkoordinasi antara satu dengan yang lain, juga karena lokasi yang agak terisolasi atau karena perbedaan cycle length yang terlalu dekat. Type 3 ini merupakan kondisi rata-rata.

- **Type 4**

Kondisi ini ditetapkan sebagai suatu kedatangan barisan yang padat selama pertengahan phase hijau atau suatu kedatangan yang menyebar selama phase hijau. Type ini merupakan suatu kondisi barisan yang sedang.

- **Type 5**

Kondisi ini ditetapkan sebagai kedatangan barisan yang padat, pada awal phase hijau. Type ini merupakan kondisi yang paling menguntungkan.

Penentuan type kedatangan yang paling baik adalah dilakukan dengan cara observasi langsung di lapangan, tetapi dapat juga diperkirakan dengan pemeriksaan diagram time space untuk jalan arteri atau jalan biasa. Type kedatangan seharusnya ditentukan secara akurat dan possible, karena hal ini akan mempunyai suatu pengaruh yang penting terhadap estimasi delay dan penentuan tingkat pelayanan.

### 3. Kondisi signal

Informasi yang lengkap tentang signalisasi adalah sangat dibutuhkan. Hal ini mencakup sebuah diagram phase dan rencana phase tersebut, lama siklus, waktu hijau, dan interval perubahan. Phase-phase yang actuated diidentifikasi, mencakup keberadaan tombol pejalan kaki dan phase yang actuated. Bila tidak terdapat tombol pejalan kaki, maka hijau minimum untuk phase tersebut harus diindikasikan dan harus diberikan selama waktu signal Waktu hijau minimum untuk suatu phase diestimasi sebagai :

$$G_p = 7,0 + (W/4,0) - Y \quad \dots\dots\dots(2.9)$$

dimana :

$G_p$  = waktu hijau minimum, dalam detik.

$W$  = Jarak dari curb ke pusat lajur tempuh yang terjauh pada penampang jalan, dalam feet.

$Y$  = Interval perubahan (kuning + semua waktu merah) dalam detik.

Dalam hal ini dianggap bahwa 15 persen pertama dari kecepatan pejalan kaki yang melintas suatu jalan adalah 4,0 fps dalam perhitungan ini.

### 7.2. Modul Penyesuaian Volume

Dalam modul penyesuaian volume dilakukan tiga langkah pokok:

- (1) Volume pergerakan disesuaikan terhadap tingkat arus untuk suatu puncak 15 menit.

- (2) Kelompok lajur untuk dianalisa harus telah ditentukan.
- (3) Arus pada kelompok lajur disesuaikan untuk menghitung ketidak seimbangan penggunaan lajur.

#### ad.1. Volume pergerakan

Penyesuaian volume pergerakan untuk menggambarkan tingkat arus puncak. Proses perhitungan awal adalah merubah permintaan-permintaan yang ditetapkan sebagai volume tiap jam, ketinggian arus selama 15 menit periode puncak dalam 1 jam. Hal ini dilaksanakan dengan membagi pergerakan dengan suatu faktor jam puncak yang tepat, PHF yang dapat ditentukan untuk persimpangan secara keseluruhan, untuk kaki persimpangan atau untuk masing-masing pergerakan.

Tingkat arus selamal 15 menit periode puncak dapat ditentukan sebagai

$$V_p = V/PHF \quad \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana:

$V_p$  = tingkat arus selarna 15 menit periode, dalam vph

$V$  = volume tiap jam, dalam vph

PHF =faktor jam puncak

Karena tidak semua pergerakan pada persimpangan mungkin mencapai puncak pada waktu yang sama, maka adalah penting sekali untuk mengamati arus interval 15 menit secara langsung dan memilih periode yang paling kritis untuk analisa. Konversi dari tiap volume jam kepada tingkat arus gerakan puncak terjadi pada periode 15 menit yang sama, dan oleh karena itu hal ini adalah merupakan suatu pendekatan yang bersifat konservatif.



## ad.2. Penentuan kelompok lajur.

Prosedur-prosedur dalam analisa operasional adalah tidak menyeluruh yakni direncanakan dengan mempertimbangkan kaki persimpangan secara individual dan begitu juga kelompok lajur pada kaki persimpangan. Untuk itu perlu menentukan kelompok lajur yang tepat untuk analisa.

Sebuah kelompok lajur ditetapkan sebagai satu atau lebih pada suatu persimpangan jalan yang melayani satu atau lebih pergerakan-pergerakan lalu lintas. Pembagian persimpangan atas kelompok lajur merupakan sebuah proses yang relatif wajar yang mempertimbangkan kondisi geometric dan distribusi pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan tersebut. Biasanya kelompok lajur yang terkecil yang digunakan sudah cukup untuk menggambarkan operasi pada persimpangan.

Garis-garis pedoman berikut ini dapat digunakan :

- a. Sebuah kelompok lajur dengan belok kanan khusus atau lajur-lajur lain yang seharusnya direncanakan sebagai suatu kelompok lajur terpisah.

Hal yang sama juga berlaku untuk lajur belok kiri khusus.

- b. Pada kaki persimpangan dengan lajur belok kiri atau belok kanan khusus, semua lajur-lajur lain pada persimpangan tersebut umumnya dimasukkan dalam kelompok lajur tunggal.
- c. Bila sebuah kaki persimpangan yang mempunyai lebih dari satu lajur termasuk sebuah lajur yang mungkin digunakan oleh kendaraan-kendaraan yang membelok ke kanan dan yang berjalan lurus, adalah perlu untuk menetapkan apakah kondisi-kondisi izin seimbang tersedia, atau apakah ada begitu banyak

belokan-belokan kekanan sehingga lajur tersebut pada dasarnya berperan sebagai lajur belok khusus.

Suatu pendekatan yang sederhana telah digunakan untuk membuat ketentuan ini. Tingkat arus belok kanan telah dikonvers kepada sebuah perkiraan equivalent arus kendaraan yang bergerak lurus.

Rumus ini dapat digunakan :

$$V_{RE} = V_R \times 1800/1400 - V_o \dots \dots \dots (2.11)$$

Dimana :

$V_{RE}$  = equivalent perkiraan tingkat arus belok kanan, dalam vph.

$V_R$  = tingkat arus belok kanan yang actual, dalam vph

$V_o$  = total arus yang berlawanan arah, dalam ph.

Perlu dicatat bahwa bila  $V_o$  sama atau lebih besar dari 1400 pvh, maka  $V_{RE}$  tidak mempunyai arti. Dalam kasus yang demikian gerakan-gerakan ke kanan yang melawan arus adalah tidak feasible, dan pemasukan arus lalu lintas dari suatu phase yang dilindungi dalam siklus signal harus dipertimbangkan.

Dianggap bahwa kondisi yang paling luar biasa, arus belok kanan equivalent  $V_{RE}$ , secara lengkap menempati lajur paling kanan melebihi tingkat arus rata-rata pada lajur sisa, ini dianggap bahwa lajur tersebut berperan sebagai suatu lajur belok kanan khusus, dan suatu kelompok lajur yang terpisah dibentuk. Jika tingkat arus equivalent pada lajur sebelah kanan lebih kecil dari tingkat arus rata-rata pada lajur sisa, ini dianggap bahwa kendaraan-kendaraan yang berjalan lurus akan sama-sama memakai lajur kanan untuk membuat keseimbangan dan seluruh jalan dianggap sebagai kelompok lajur tunggal. Jadi jika :

$$V_{RE} \geq (V_o - V_R) / (N-1) \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana :

$V_o$  = tingkat arus total pada jalan, dalam vph.

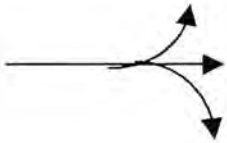

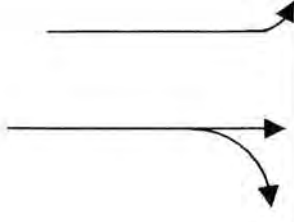
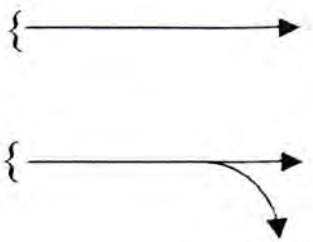
$N$  = jumlah total lajur pada kaki persimpangan

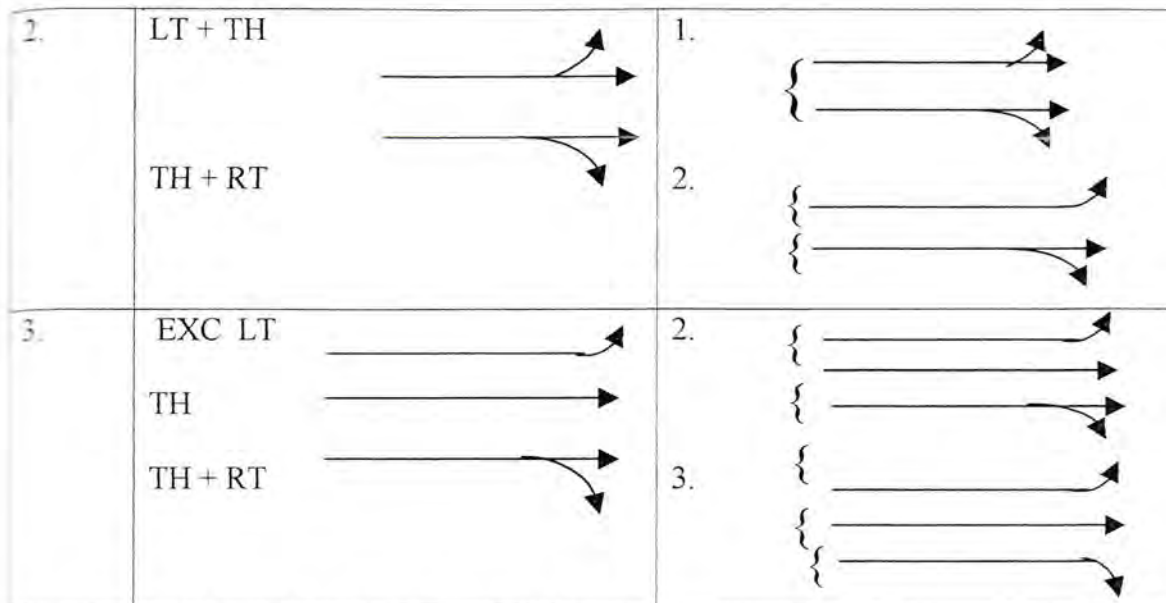
Kemudian anggaplah lajur belok kanan berperan sebagai lajur belok kanan khusus, maka analisis lajur tersebut adalah sebagai kelompok lajur yang terpisah.

Jika :  $V_{RE} \leq (V_o - V_R) / (N-1)$

Kemudian anggaplah bahwa penggunaan lajur bersama dari lajur belok kiri akan memerlukan tempat, masukanlah lajur tersebut sebagai bagian dari total jalan untuk analisa.

Bila ada dua lajur atau lebih yang dimasukkan dalam satu kelompok lajur untuk tujuan analisa, maka semua perhitungan-perhitungan selanjutnya menganggap lajur-lajur ini sebagai kesatuan lajur tunggal. Gambar 2.4 menyajikan beberapa pola kelompok lajur umum untuk analisa.

No. Of Lanes	MOVEMENTS BY LANES	LANES GROUP POSSIBILITIES
1	LT + TH + RT 	1. 
2	EXC LT TH + RT 	2 



Sumber : Highway Capacity Manual 1994

Gambar : 24 Typical kelompok lajur untuk analisa

**ad. 3. Penyesuaian Untuk Distribusi Lajur**

Volume-volume pergerakan harus telah disesuaikan terhadap tingkat arus puncak 15 menit, dan kelompok lajur untuk analisa harus telah ditentukan. Tingkat arus pada masing-masing kelompok lajur tersebut perlu disesuaikan untuk menggambarkan ketidakseimbangan penggunaan lajur. Bila lajur yang ada lebih dari satu arus tidak akan dibagi secara sama. Penggunaan lajur yang telah disesuaikan akan menggambarkan keadaan yang seperti ini, arus pada lajur dengan pemakaian paling tinggi.

Rumus dibawah ini dapat digunakan untuk penyesuaian distribusi lajur :

$$V = Vg \times U \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana :

- $V$  = tingkat permintaan arus yang telah disesuaikan untuk kelompok lajur, dalam vph.
- $V_g$  = tingkat permintaan arus yang tidak disesuaikan untuk kelompok lajur, dalam vph
- $U$  = faktor penyesuaian lajur.

TABEL II.3 FAKTOR PENGGUNAAN LAJUR

Jumlah lajur dalam kelompok (Penggunaan kelompok lajur bagi, lurus dan terbagi)	Faktor Penggunaan Lajur (U)
1	1.00
2	1.05
3	1.10

Sumber : Highway Capacity Manual 1994

Faktor penggunaan lajur (tabel II.3) hanya digunakan bila diperlukan untuk analisa lajur yang paling buruk diantara dua lajur atau lebih dalam satu kelompok lajur. Bilamana kondisi rata-rata untuk kelompok lajur yang diinginkan, faktor tersebut dapat juga terletak pada 1,00 bila perbandingan  $V/C$  untuk kelompok lajur mendekati, 1,00 selama lajur-lajur tersebut lebih cenderung digunakan secara bersama-sama.

### II. 7.3 Module Saturation Flow (Module aliran jenuh)

Dalam module ini tingkat arus tiap kelompok lajur dihitung. Tingkat arus jenuh adalah arus kendaraan per jam yang dapat diakomodasi oleh kelompok lajur

tersebut dengan anggapan bahwa phase hijau selalu tersedia untuk jalan, yakni perbandingan g/c adalah 1,00. Perhitungan dimulai dengan memilih suatu tingkat arus jenuh yang ideal, biasanya 1900 mobil penumpang per jam dari waktu hijau tiap lajur (pcphgl), dan penyesuaian nilai-nilai ini untuk berbagai kondisi yang ada yang bukan merupakan kondisi ideal.

$$S = S_o \cdot N \cdot f_w \cdot f_{HV} \cdot f_g \cdot f_p \cdot f_{bb} \cdot f_a \cdot f_{rt} \cdot f_{lt} \dots\dots\dots (12.14)$$

Dimana :

S = tingkat arus jenuh kelompok lajur utama dinyatakan sebagai jumlah untuk semua lajur kelompok lajur dibawah kondisi yang berlaku, dalam vphg.

S<sub>o</sub> = tingkat saturation flow ideal tiap lajur, biasanya 1900 pcphgl

N = Jumlah lajur dalam kelompok lajur.

F<sub>w</sub> = faktor penyesuaian untuk lebar lajur, lebar lajur standard adalah 12 ft, diberikan dalam tabel II.4

F<sub>HV</sub> = faktor penyesuaian untuk kendaraan berat dalam aliran lalu lintas diberikan dalam tabel II.5

F<sub>g</sub> = Faktor penyesuaian untuk kelandaian jalan, diberikan dalam tabel II.6

F<sub>p</sub> = faktor penyesuaian untuk keberadaan suatu lajur parkir yang berdekatan dengan kelompok lajur dan aktifitas parkir pada lajur itu, diberikan dalam tabel II.7

F<sub>bb</sub> = factor penyesuaian untuk pengaruh halangan dari bus lokal yang berhenti pada areal persimpangan, diberikan dalam tabel II.8

F<sub>a</sub> = faktor penyesuaian untuk type areal, diberikan dalam tabel II.9



Fr<sub>t</sub> = faktor penyesuaian untuk gerak bola kanan dalam kelompok lajur, diberikan dalam tabel ..... II.10.

Fl<sub>t</sub> = faktor penyesuaian untuk gerak belok kiri dalam kelompok lajur, diberikan dalam tabel II.11.

TABEL II.4 Faktor Penyesuaian Untuk Lebar Jalan (fw)

Lebar Jalan (ft)	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Fw	0,867	0,900	0,9333	0,967	1,000	1,033	1,067	1,100	1,33

Sumber : highway capacity manual 1994

Tabel II.5 Faktor Penyesuaian Untuk Kendaraan berat (fHV)

% Kendaraan berat	0	2	4	6	8	10	15	20	25
FHV	1,000	0,980	0,962	0,943	0,926	0,909	0,870	0,833	0,800

30	35	40	45	50	75	100
0,769	0,741	0,714	0,690	0,667	0,571	0,500

Sumber : highway capacity manual 1994

TABEL II.6 : FAKTOR PENYESUAIAN UNTUK KELANDIAN (f)

% kemiringan	Menurun			Mendatar	Mendaki				
	-6	-4	-2	0	+2	+4	+6	+8	+10 atau lebih
Fg	1.03	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95

Sumber : Highway Manual 1994

TABEL II.7 FAKTOR PENYESUAIAN UNTUK PARKIR ( $f_p$ )

Jumlah lajur dalam kel.	No. Parking	Jumlah manuver parkir tiap jam (Nm)				
		0	10	20	30	40
1	1,000	0,900	0,850	0,800	0,750	0,700
2	1,000	0,950	0,900	0,900	0,875	0,850
3	1,000	0,967	0,933	0,933	0,917	0,900

Sumber : Highway Capacity Manual 1994

TABEL II.8 FAKTOR PENYESUAIAN UNTUK RINTANGAN BUS ( $f_{bb}$ )

Jumlah lajur dalam kelompok lajur	Jumlah Bus yang berhenti dalam 1 Jam (Nm)				
	0	10	20	30	40
1	1,000	0,960	0,920	0,880	0,840
2	1,000	0,980	0,960	0,940	0,920
3	1,000	0,987	0,973	0,960	0,947

Sumber : Highway Capacity Manual 1994

TABEL II.9 FAKTOR PENYESUAIAN DAERAH ( $f_a$ )

Type Persimpangan	$f_a$
CBD	0,90
Lain-lain	1,00

Sumber : Highway Capacity Manual 1994

TABEL II.10 FAKTOR PENYESUAIAN UNTUK BELOK KANAN

Kasus	Jenis-Jenis Kelompok Lajur	Faktor belok kanan frt						
1	Jalur belok kanan khusus, Phase belok kanan yang dijaga	0,95						
2	Jalur belok kanan khusus, fase yang diizinkan	Procedure khusus						
3	Jalur belok kanan khusus, fase yang dijaga tambah fase yang diizinkan	- Penerapan kasus 1 untuk fase yang dijaga - Penerapan kasus 2 untuk fase yang diizinkan						
4	Jalur belok kanan yang dibagi fase yang dijaga	$f_{RT} = 1,0 / (1,0 + 0,05 PRT)$						
		Bagian jalur belok kanan	$P_{RT}$					
		Faktor	0.00	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00
5	Jalur belok akan yang dibagi fase yang diizinkan	Prosedure khusus						
6	Jalur belok kanan dibagi. Fase yang dijaga plus fase yang diizinkan	$f_{RT} = (1.400 - V_0) / [(1.400 - V_0) - (235 + 0,435 V_0)PRT]$ $V_0 \leq 1.220$ vph						
		$f_{RT} = 1 / [1 + 4,525 PRT]$ $V_0 > 1.220$ vph						
		Volume yang berlawanan $V_0$	Bagian dari belok kanan PRT					
		0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	
		0	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,86
		200	1,00	0,95	0,90	0,86	0,82	0,78
		400	1,00	0,92	0,85	0,80	0,75	0,70
		600	1,00	0,88	0,79	0,72	0,66	0,61
		800	1,00	0,83	0,71	0,62	0,55	0,49
		1.000	1,00	0,74	0,58	0,48	0,41	0,36
		1.200	1,00	0,55	0,38	0,29	0,24	0,20
		$\geq 1.200$	1,00	0,52	0,36	0,27	0,22	0,18

Sumber : Highway Capacity Manual 1994

TABEL II.11 FAKTOR PENYESUAIAN UNTUK BELOK KIRI (flt)

Jenis Kelompok lajur	Faktor Belok Kiri flt							
Jalur belok kiri khusus phase belok kiri yang dijaga	0,85							
Jalur belok kiri khusus phase belok kiri yang diizinkan	- flt = 0,85 - (Peds/2100) peds ≤ 1.700				peds ≥ 1.700			
	- flt = 0,05							
	Peds	0	50 (low)	100	200 (mod)	400 (high)	500	1200
Faktor	0,85	0,826	0,802	0,755	0,660	0,469	0,279	0,50
Jalur belok kiri khusus phase belok kiri yang dijaga + yang ditikungan	Flt = 0,85 - (Peds/2100) (1-Plta)							
	Peds	PLTA						
		0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
	0	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	0,850	
	50 (low)	0,862	0,831	0,836	0,840	0,845	0,850	
	100	0,802	0,812	0,821	0,831	0,840	0,850	
	200 (mod)	0,755	0,774	0,793	0,812	0,831	0,850	
	400 (high)	0,660	0,698	0,736	0,774	0,812	0,850	
	800	0,469	0,545	0,621	0,698	0,774	0,850	
1200	0,279	0,393	0,507	0,621	0,736	0,850		
≥ 1.700	0,050	0,202	0,364	0,526	0,688	0,850		
Jalur belok kiri yang dibagi, phase belok kiri yang dijaga	flt = 1,0 - Plt (0,15)							
	Plt	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
	Faktor	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850	
Jalur belok kiri yang dibagi, phase belok kiri yang diizinkan	flt = 1,0 - Plt [ 0,15 + (Peds/2100) ]							
	Peds	PLTA						
		0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
	0	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850	
	50 (low)	1,00	0,965	0,930	0,896	0,861	0,826	
	100	1,00	0,960	0,921	0,881	0,842	0,802	
	200 (mod)	1,00	0,951	0,902	0,853	0,804	0,755	
	400 (high)	1,00	0,932	0,864	0,796	0,728	0,660	
	800	1,00	0,894	0,788	0,681	0,575	0,469	
1200	1,00	0,856	0,711	0,567	0,423	0,279		
≥ 1700	1,00	0,808	0,616	0,424	0,232	0,050		
Jalur belok kiri yang Dibagi phase belok kiri yang dijaga + diizinkan	Flt = 1,0 - Plt + [ 0,15 + (Peds/2100) (1-PLTA) ]							
	PLT A	Peds	PLT					0,1
			0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	
	0,0	0 s/d ≥ 1700	Sama semua seperti kasus 5					
	0,20	0	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850
50 (low)		1,00	0,966	0,932	0,899	0,865	0,831	
	100	1,00	0,962	0,925	0,887	0,850	0,812	

	200 (mod)	1,00	0,955	0,910	0,664	0,819	0,774
	400 (high)	1,00	0,940	0,879	0,819	0,758	0,698
	800	1,00	0,909	0,818	0,727	0,636	0,545
	1200	1,00	0,879	0,757	0,636	0,514	0,393
	≥ 1700	1,00	0,840	0,681	0,521	0,362	0,202
0,40	0	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850
	50 (low)	1,00	0,967	0,934	0,901	0,869	0,836
	100	1,00	0,964	0,929	0,893	0,857	0,821
	200 (mod)	1,00	0,959	0,917	0,876	0,834	0,793
	400 (high)	1,00	0,947	0,894	0,841	0,789	0,736
	800	1,00	0,924	0,849	0,773	0,697	0,621
	1200	1,00	0,901	0,803	0,704	0,606	0,507
	≥ 1700	1,00	0,873	0,746	0,619	0,491	0,364
0,60	0	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850
	50 (low)	1,00	0,968	0,936	0,904	0,872	0,840
	100	1,00	0,966	0,932	0,899	0,865	0,831
	200 (mod)	1,00	0,962	0,925	0,887	0,850	0,812
	400 (high)	1,00	0,955	0,910	0,864	0,819	0,774
	800	1,00	0,940	0,879	0,819	0,758	0,698
	1200	1,00	0,924	0,849	0,773	0,697	0,621
	≥ 1700	1,00	0,905	0,810	0,716	0,621	0,526
0,80	0	1,00	0,970	0,940	0,910	0,880	0,850
	50 (low)	1,00	0,969	0,938	0,907	0,872	0,845
	100	1,00	0,968	0,936	0,904	0,865	0,840
	200 (mod)	1,00	0,966	0,932	0,899	0,850	0,831
	400 (high)	1,00	0,962	0,925	0,887	0,819	0,812
	800	1,00	0,955	0,910	0,864	0,758	0,774
	1200	1,00	0,947	0,894	0,841	0,697	0,736
	≥ 1700	1,00	0,938	0,875	0,813	0,621	0,688
1,00	Sama semua seperti kasus 4						

Jalur Tunggal

$$f_{it} = 0,9 - Plt [ 0,135 + (Peds/2100)]$$

Peds	PLTA					
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
0	1,00	0,873	0,846	0,819	0,792	0,765
50 (low)	1,00	0,868	0,836	0,805	0,773	0,741
100	1,00	0,863	0,827	0,790	0,754	0,717
200 (mod)	1,00	0,854	0,808	0,762	0,716	0,670
400 (high)	1,00	0,835	0,770	0,705	0,640	0,575
800	1,00	0,797	0,694	0,590	0,487	0,384
1200	1,00	0,759	0,617	0,476	0,335	0,194
≥ 1700	1,00	0,711	0,522	0,333	0,144	0,050



**TABEL II.12 FAKTOR PENYESUAIAN UNTUK GERAK MAJU (PF)**

Green Ratio (g/C)	Tipe Kedatangan				
	1	2	3	4	5
0,20	1,167	1,007	1,000	1,0003	0,833
0,30	1,286	1,063	1,000	0,986	0,714
0,40	1,445	1,136	1,000	0,895	0,555
0,50	1,667	1,240	1000	0,767	0,333
0,6	2,001	1,395	1,000	0,576	0,000
0,7	2,556	1,653	1,000	0,256	0,000
Fp	1,00	0,93	1,000	1,15	1,00
Rp	0,333	0,667	1,000	1,333	1,667
M	8	12	16	12	8

Note :  $PF = (1-P)fp/(1-g/C)$

$$P = Rp. g/C$$

Sumber : Highway Capacity Manual 1994.

## II. 7.4 Module Analisa Kapasitas

Dalam module analisa kapasitas, hasil-hasil perhitungan dari module sebelumnya ,digunakan untuk menghitung variabel-variabel kapasitas, yang mencakup :

1. Perbandingan arus untuk setiap kelompok lajur.
2. Kapasitas dari masing-masing kelompok lajur.
3. Perbandingan v/c untuk masing-masing kelompok lajur.
4. Perbandingan v/c kritis untuk persimpangan secara keseluruhan.



Perbandingan-perbandingan arus dihitung dengan membagi arus permintaan yang disesuaikan,  $V$ , yang telah dihitung dalam module penyesuaian volume, dengan tingkat saturation flow yang telah disesuaikan,  $S$ , yang telah dihitung dalam modul tingkat arus jenuh.

Perbandingan-perbandingan arus dihitung dari persamaan 2.15

$$C_i = s_i \times (g/C)_i \dots\dots\dots (2.15)$$

Perbandingan  $V/C$  untuk masing-masing kelompok lajur dihitung secara langsung, dengan membagi arus-arus yang disesuaikan dengan kapasitas-kapasitas yang telah dihitung diatas, seperti dalam persamaan, 2.16.

$$X_i = v_i/c_i \dots\dots\dots (2.16)$$

Parameter akhir dari kapasitas yang penting adalah perbandingan  $v/c$  yang kritis  $X_{ci}$ , untuk persimpangan tersebut. Ini dihitung dari persamaan 2.17 seperti berikut :

$$X_c = \Sigma (V/S) c_i \times C / (C-L) \dots\dots\dots (2.17)$$

Perbandingan ini menunjukkan proporsi dari kapasitas yang tersedia yang digunakan oleh kendaraan-kendaraan dalam kelompok lajur yang kritis. Jika perbandingan ini lebih dari 1.00 (satu), maka satu atau lebih dari kelompok-kelompok lajur kritis atau oversaturated. Ini adalah suatu tanda bahwa disain persimpangan, lama siklus, rencana phase, dan/atau waktu signal adalah tidak memadai untuk kebutuhan sekarang atau yang akan datang. Suatu perbandingan yang lebih kecil dari 1,00 menunjukkan bahwa disain lama siklus, dan rencana phase adalah memadai untuk menghandel semua arus yang kritis tanpa melebihi kapasitas yang dibutuhkan, dengan menganggap bahwa waktu hijau telah ditetapkan secara proporsional. Dimana pembagian phase adalah tidak proposional, beberapa kebutuhan pergerakan mungkin melebihi kapasitas pergerakan sama halnya bila perbandingan  $v/c$  kritis lebih dari 1,00.

Perhitungan-perhitungan dari perbandingan ini mengharuskan bahwa kelompok lajur yang kritis diidentifikasi. Bila tidak ada phase signal yang overlapping dalam disain signal, penentuan dari kelompok lajur kritis adalah langsung. Phase-phase yang overlapping (waktu phasanya bersamaan) akan mempersulit persoalan, karena berbagai kelompok lajur mungkin bergerak pada beberapa phase dari signal tersebut. Berikut garis-garis pedoman yang dapat digunakan dalam menentukan kelompok lajur yang kritis :

1. dimana phase-phase tidak overlap
  - a. Akan ada suatu kelompok lajur yang kritis untuk tiap phase signal.
  - b. Kelompok lajur dengan perbandingan arus,  $v/s$ , yang paling tinggi dari kelompok lajur-lajur kelompok yang bergerak dalam suatu phase signal tertentu adalah kritis.
  - c. Dimana waktu signal telah diestimasi atau diasumsikan, kelompok lajur kritislah yang digunakan untuk menentukan waktu signal tersebut.
  
2. Dimana phase-phase overlap

Berdasarkan pada perencanaan tersebut, kombinasi dari kelompok lajur yang mungkin memakai jumlah paling besar dari kapasitas yang tersedia harus diidentifikasi. Ini adalah kelompok lajur yang sama yang akan mengontrol jika waktu signal tersebut diestimasi.

Phase-phase yang overlap adalah dua kelompok lajur yang bergerak secara serentak dari arah yang berlawanan dan menempati suatu kelompok lajur lainnya secara serentak bersamaan pada waktu signal hijau.

## II.7.5 Module Tingkat Pelayanan

Dalam module tingkat pelayanan, rata-rata tundaan henti tiap kendaraan diestimasi untuk masing-masing kelompok lajur, dan dirata-ratakan untuk jalan dan persimpangan secara keseluruhan. Tingkat pelayanan secara langsung dihubungkan terhadap nilai pertundaan, dan didapatkan dari tabel II.1.

### II.7.5.1. Pengambilan delay kedatangan secara random

Delay untuk tiap kelompok lajur didapatkan dengan menggunakan hubungan berikut :

$$d = \frac{0,38 C [1-g/C]^2}{\{1-(g/C) [X (\min, 1,0)]\}} DF + 173 X^2 \{(X-1) + [(X-1)^2 + m X/c]^{0,5}\} \dots (2.18)$$

dimana :

$d$  = rata-rata tundaan tiap kendaraan pada kelompok lajur, dalam sec/veh

$C$  = lama siklus, dalam detik

$g/C$  = perbandingan waktu hijau untuk kelompok lajur : yaitu perbandingan dari waktu hijau efektif dengan lama siklus.

$DF$  = faktor penyesuaian penundaan untuk gerak maju

$X$  = perbandingan  $v/c$  untuk kelompok lajur

$c$  = Kapasitas dari kelompok lajur

$m$  = nilai kalibrasi penundaan tambahan term.

Persamaan 2.18 meramal rata-rata pertundaan henti tiap kendaraan untuk suatu pola kedatangan yang diambil secara random untuk kendaraan-kendaraan yang menghampiri. Term pertama dari persamaan tersebut menghitung pertundaan yang

seragam, yakni penundaan yang terjadi jika kebutuhan pendatang-pendatang pada kelompok lajur utama terdistribusi secara seragam sepanjang waktu.

Term kedua persamaan tersebut menerangkan pertambahan delay dari kedatangan secara random meliputi kedatangan yang seragam, dan tambahan delay tersebut adalah akibat kerusakan akibat kerusakan siklus. Persamaan tersebut memberikan hasil-hasil yang dapat diterima untuk nilai-nilai  $x$  antara 0,00 dan 1,00. Dimana terjadi oversaturation untuk periode yang lama ( $>15$  menit), adalah sulit untuk mengestimasi delay secara akurat, karena luapannya dapat meluas kepersimpangan yang berdekatan. Persamaan tersebut dapat digunakan dengan berhati-hati untuk nilai  $x$  diatas 1,2 tetapi estimasi delay untuk nilai-nilai yang lebih tinggi adalah tidak dianjurkan. Oversaturation (lewat jenuh) yakni  $x > 1$ , adalah merupakan suatu kondisi yang tidak menyenangkan yang seharusnya diperbaiki jika mungkin. Rumus ini sering berguna untuk menghitung delay yang seragam dan tambahan masa pertundaan sebagai nilai-nilai tersendiri.

$$d = d_1.DF + d_2 = \dots\dots\dots (2.19)$$

dimana :

$d_1$  = Penundaan seragam term pertama.

$d_2$  = Penundaan tambahan term kedua, dalam sec/veh

## II. 7.5.2 Faktor penyesuaian gerak maju

Seperti yang telah dicatat, estimasi delay yang dihasilkan dari pers 2.18 atau 2.19 adalah untuk kondisi kedatangan secara random. Pada banyak hal, kondisi kedatangan bukan secara itu, tetapi merupakan platoon sebagai hasil dari signal gerak

maju dan faktor-faktor lain. Sebahagian dari data masukan pada analisa operasional, telah ditetapkan 5 bentuk kedatangan, dan satu akan ditentukan untuk masing-masing kelompok lajur. Delay yang dihasilkan dari persamaan 2.18 atau persamaan 2.19 dikalikan dengan faktor penyesuaian gerak maju, yang diberikan dalam tabel II.12.

Apabila signal gerak maju adalah menguntungkan terhadap kelompok lajur utama, delay dapat menjadi sangat kecil dari pada delay untuk kedatangan secara random. Apabila signal gerak maju tidak menguntungkan, delay dapat menjadi sangat tinggi dari pada yang untuk kedatangan secara random. Variasi dari delay dengan kualitas gerak maju berkurang karena perbandingan  $v/c(x)$  mendekati 1,00 dan lebih besar untuk signal pretimed dari pada untuk signal bentuk yang lain.

Delay adalah merupakan suatu variabel yang kompleks yang sensitif terhadap berbagai kondisi lokal dan kondisi lingkungan. Prosedur-prosedur ini memberikan estimasi yang dapat diterima untuk delay yang diharapkan pada kondisi rata-rata.

Prosedure-prosedure ini sangat berguna bila digunakan untuk membandingkan kondisi operasional untuk bermacam-macam disain geometrik atau disain signal.

### **II.75.3. Penjumlahan Estimasi delay.**

Prosedure untuk taksiran (estimasi) delay menghasilkan tundaan henti rata-rata tiap kendaraan untuk masing-masing kelompok lajur. Ini adalah juga diperlukan sekali untuk menjumlahkan nilai-nilai tundaan untuk menghasilkan tundaan rata-rata, untuk suatu kaki persimpangan dan untuk persimpangan secara keseluruhan.

Biasanya ini dikerjakan dengan menghitung bobot rata-rata, dimana tundaan dari

kelompok lajur tersebut dibebani oleh arus-arus yang telah disesuaikan pada kelompok lajur tersebut.

Jadi delay untuk suatu kaki persimpangan dihitung sebagai :

$$d_A = \frac{\sum_i d_i \times v_i}{\sum_i V_i} \dots\dots\dots (2.10)$$

dimana :

- $d_A$  = delay untuk kaki persimpangan A, dalam sec/veh
- $d_i$  = delay untuk kelompok lajur I, dalam sec/veh
- $v_i$  = arus yang telah disesuaikan untuk kelompok lajur, dalam vph

Tundaan pada kaki persimpangan, selanjutnya dapat dirata-ratakan untuk menetapkan tundaan rata-rata pada persimpangan.

$$d_i = \sum d_A \times V_A / \sum V_A \dots\dots\dots (2.20)$$

dimana :

- $d_i$  = tundaan rata-rata
- $V_A$  = arus yang telah disesuaikan untuk jalan A, dalam vph

#### II.7.5.4. Penentuan Tingkat Pelayanan

Tingkat pelayanan persimpangan secara langsung dihubungkan terhadap tundaan henti rata-rata tiap kendaraan. Setelah delay diestimasi untuk masing-masing



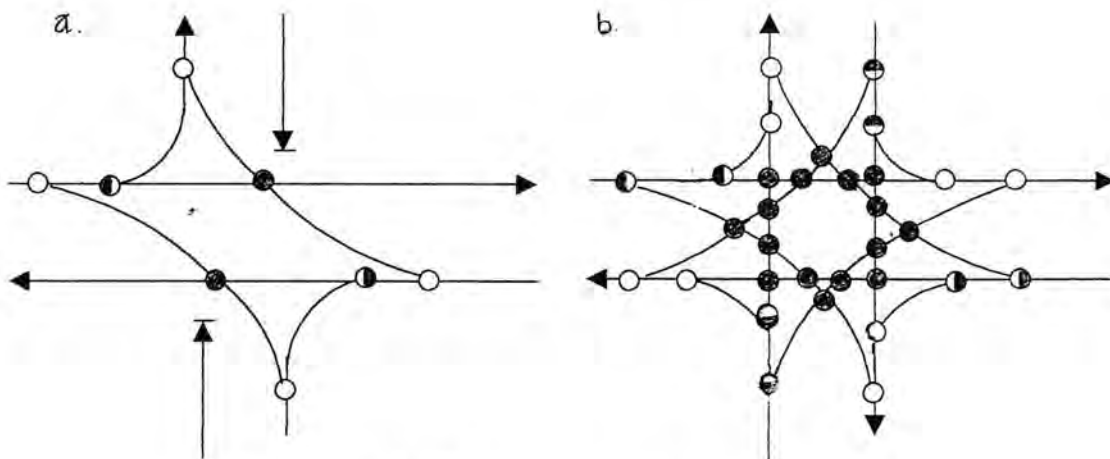
kelompok lajur dan dijumlahkan untuk masing-masing kaki persimpangan dan persimpangan secara keseluruhan tingkat pelayanan dapat ditentukan dari tabel II.2.

## II.8 Signal lalu lintas

Pemasangan signal lalu lintas pada persimpangan akan mengurangi titik pertemuan/potongan (point of conflict) dibandingkan dengan persimpangan yang hanya menggunakan tanda lalu lintas. Titik-titik konflik yang terjadi dari kedua persimpangan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini.

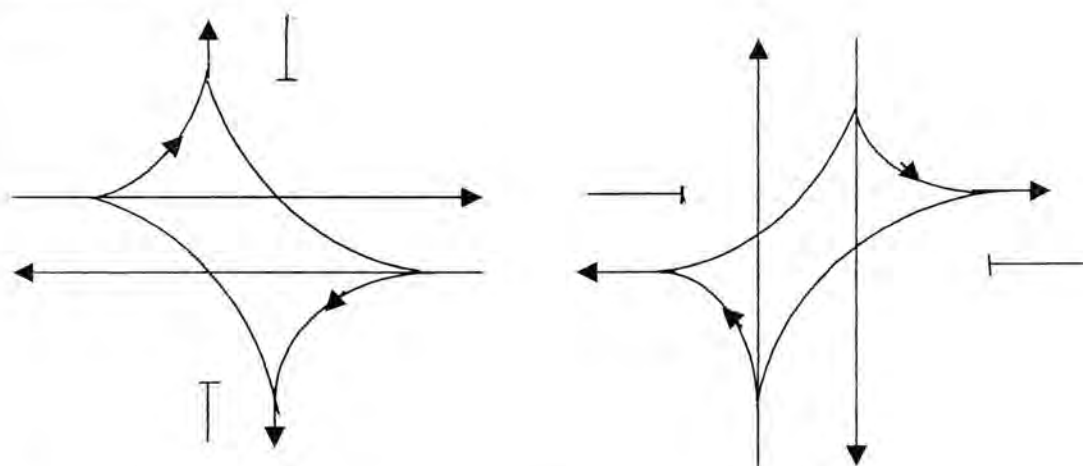
Jenis konflik yang terjadi pada persimpangan dapat dibedakan atas tiga jenis yaitu :

- crossing konflik (menyilang)
- diverging konflik (menyatu)
- merging konflik (menyebar)



Sumber : Highway Traffic Analysis and Design by R.J. Salter  
 Gambar 2.5 Konflik lalu lintas yang terjadi pada persimpangan  
 a. Dengan signal lalu lintas  
 b. Tanpa signal lalu lintas

Pendistribusian pergerakan aliran lalu lintas pada persimpangan dapat dilakukan dengan pemisahan waktu yang dikenal dengan nama phasing. Penggunaan dan pemilihan dari phase ini terlihat pada kejadian dimana konflik utama adalah antara arus lalu lintas utara selatan dan timur barat. Karena dalam hal ini ada dua konflik utama (gambar 2.5 b) maka keadaan ini dapat digunakan sistem dua phase. Distribusi pergerakan arus lalu lintas pada sistem ini seperti yang diperlihatkan dalam gambar 2.6.



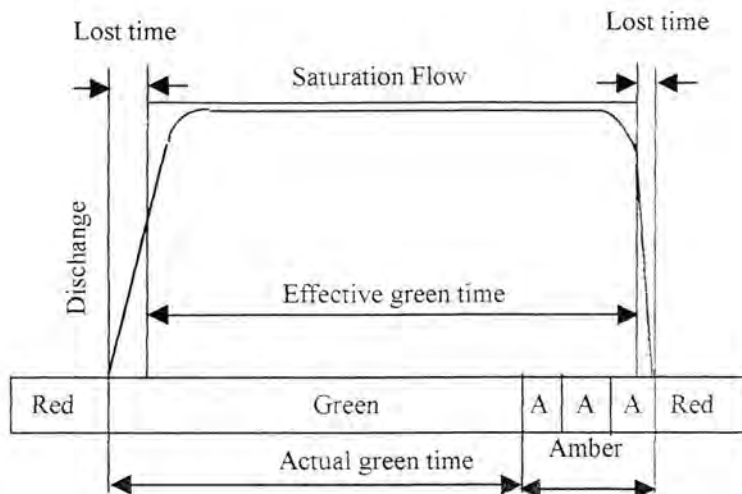
Phase B

Phase A

Gambar : 2.6 Traffic Movements dalam sistem dua phase

Dalam kejadian yang umum umpamanya adanya arus yang membelok ke kanan relatif besar pada salah satu kaki persimpangan, dalam hal ini terdapat tiga konflik utama maka dapat diatasi dengan sistem tiga phase, seperti dalam gambar 2.7.





Sumber : Highway Traffic Analysis and design, by R.J Salter.

Gambar : 2.8 Variasi perubahan arus yang melintasi garis stop

Karena indikasi kuning (amber) adalah merupakan suatu periode yang mana dalam keadaan itu kendaraan-kendaraan boleh melintasi garis stop, pergerakan kendaraan melintasi garis stop bermula pada awal periode hijau dan berakhir pada akhir periode kuning. Interval waktu antara permulaan hijau dan permulaan efektif dan akhir periode kuning (amber) dipandang sebagai waktu hilang akibat tundaan start.

Dari gambar 2.8 dapat dilihat bahwa waktu hijau aktual + periode kuning (amber) = waktu hijau efektif + kehilangan waktu akibat tundaan start diambil 2 detik, sehingga waktu hijau efektif = waktu hijau aktual + 3 detik periode kuning – 2 detik waktu hilang.

## **II.10. Sistem Pengoperasian Traffic Signal**

Traffic signal modern mengalokasikan waktu dalam berbagai cara mulai dari yang sangat sederhana dua phase cara pretimed sampai pada yang sangat kompleks cara actuated multi phase. Bagian ini hanya menerangkan terminologi dasar dari signal lalu lintas dan menggambarkan secara singkat berbagai bentuk operasi signal lalu lintas.

Traffic signal dapat beroperasi pada tiga cara dasar, tergantung pada bentuk dari peralatan kontrol yang digunakan yakni :

### **1. Operasi Pra waktu (Pretimed Operation)**

Pada operasi pra waktu panjang siklus, phase waktu hijau, dan interval perubahan semuanya sudah ditetapkan terlebih dahulu. Signal beroperasi melalui siklus yang konstan, masing-masing siklus adalah sama dengan lama siklus dan phase yang konstan, tergantung pada perlengkapan yang tersedia.

### **2. Operasi setengah pergerakan (Semi actuated operation)**

Pada operasi semi actuated, jalan utama yang telah ditentukan mempunyai indikasi hijau sepanjang waktu, sampai detector-detector yang berada disamping jalan menunjukkan bahwa sebuah kendaraan atau beberapa kendaraan telah berada pada salah satu atau kedua jalan minor di persimpangan. Signal kemudian memberikan phase hijau untuk jalan samping, sampai mendekati suatu interval yang tetap bertahan sampai semua kendaraan dilayani, atau sampai waktu hijau maximum yang telah ditetapkan sebelumnya untuk jalan samping tercapai. Dalam kemajuan

sistem signal, permintaan phase pada jalan kecil dapat dibatasi sampai waktu yang belum ditentukan dalam siklus.

### **3. Operasi Pergerakan penuh (Full actuated operation)**

Pada sistem ini seluruh phase lampu diawasi oleh pergerakan detector. Pada umumnya waktu hijau minimum dan maximum ditetapkan untuk masing-masing phase sehingga merupakan rangkaian phase. Pada type pengontrol seperti ini lama siklus dan waktu hijau dapat bervariasi sesuai dengan kebutuhan. Phase-phase tertentu dapat bersifat pilihan, dan dapat diloncati sama sekali jika tidak ada kebutuhan yang terdeteksi oleh detector.



## **BAB III**

### **STUDI KASUS**

#### **III.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian**

Persimpangan Amplas merupakan suatu daerah yang cukup ramai dilalui oleh kendaraan penumpang, kendaraan pribadi, truk-truk maupun pejalan kaki.

Di sekitar areal persimpangan ini terdapat sebuah terminal bus yang cukup besar untuk bus lokal dan bus lintas propinsi, serta beberapa pabrik bola lampu dan pabrik karet. Dan persimpangan ini juga dikelilingi oleh pemukiman penduduk. Selain itu pada daerah Patumbak terdapat pengambilan pasir.

Dari uraian di atas didapatlah suatu gambaran bahwa areal persimpangan ini merupakan daerah yang sangat sibuk dan merupakan pembangkit lalu lintas yang paling utama.

#### **III.2. Pengambilan Data Lapangan**

##### **III.2.1. Waktu Pengambilan Data**

Pengambilan data dilaksanakan dalam waktu satu minggu. Pengamatan distribusi pergerakan arus lalu-lintas diamati setiap selang interval 15 menit, selama 12 jam mulai pukul 7.00 sampai pukul 19.00.

### III.2.2. Tenaga Dan Peralatan

Dalam penelitian ini digunakan satu team survey yang terdiri dari 14 orang. Sebelum melakukan pengambilan data yang sebenarnya telah diberikan pengarahan serta uji coba di lapangan, dalam rangka untuk mendapatkan data-data yang akurat dan benar.

Sedangkan peralatan yang digunakan dalam pengambilan data-data ini adalah sebagai berikut :

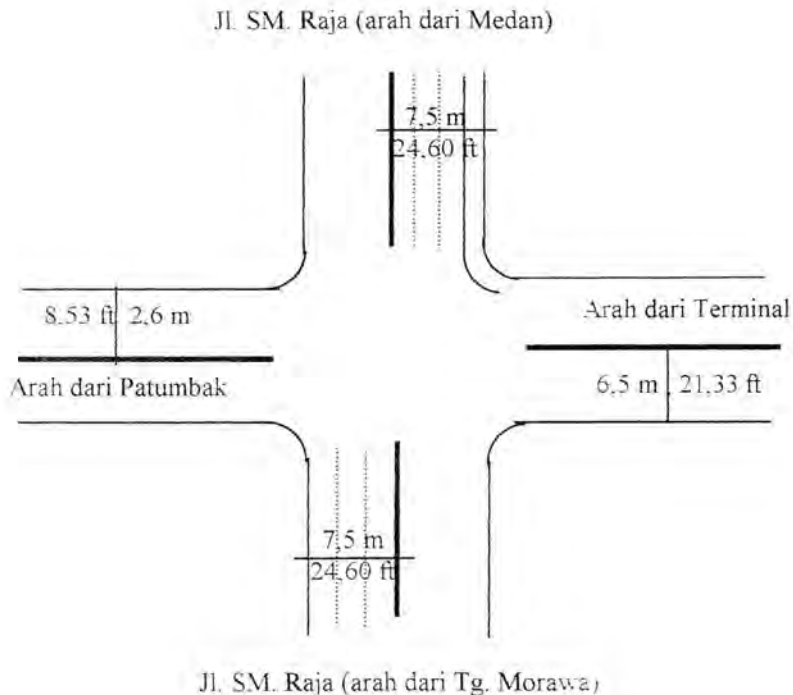
- formulir lapangan
- ballpoint/pensil
- satu buah meteran
- stop watch

### III.2.3. Data-data Yang Diperoleh

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka kondisi persimpangan Amplas dibagi dalam tiga bentuk kondisi. Pembagian ini dilakukan dengan tujuan untuk memudahkan pengelompokan data-data yang telah diperoleh yang nantinya akan diolah dalam analisa kapasitas dan tingkat pelayanan. Tiga bentuk kondisi tersebut adalah sebagai berikut :

#### a. Kondisi geometrik

Kondisi geometric persimpangan Amplas adalah seperti digambarkan dalam 3.1 dengan kelandaian sebesar 0 %



Gambar III.1 Kondisi Geometrik persimpangan AmpLas (Existing Condition)

b. Kondisi lalu – lintas

*Data-data tentang kondisi lalu-lintas meliputi :*

1. Distribusi pergerakan arus lalu-lintas
2. PHF
3. Persentase kendaraan berat.
4. Tingkat arus pejalan kaki yang berkonflik (Conflict pedestrian flow rate).
5. Type kedatangan
6. Jumlah bus lokal yang berhenti pada persimpangan.

Data-data PHF dan persentase kendaraan berat didapat dari hasil pengolahan data distribusi pergerakan arus lalu-lintas. Hal ini dapat kita lihat pada tabel IV.1.

Persentase kendaraan berat didapatkan dari hasil bagi jumlah kendaraan berat dengan jumlah seluruh kendaraan dalam satu jam pada satu kaki persimpangan.

Tingkat arus pejalan kaki yang berkonflik diamati pada saat-saat paling sibuk yaitu pada :

Pukul 7.00 –8.00, 12.00-13.00, 17.00-18.00.

Harga yang diambil adalah harga rata-rata dan disajikan dalam tabel III.1.

TABEL III.1 TINGKAT ARUS PEJALAN KAKI  
YANG BERKONFLIK DI PERSIMPANGAN

Kaki persimpangan	Tingkat arus pedestrian yang berkonflik (ped hr)
PATUMBAK	14
TERMINAL	56
S.M RAJA (TJ. MORAWA)	25
SM RAJA(MEDAN)	43

Sumber : hasil survey langsung.

Jumlah bus lokal yang berhenti pada kaki persimpangan diamati pada selang waktu :

Pukul 7.00 – 8.00 ; 12.00 – 13.00 ; 17.00 – 18.00.

Hasil pengamatan disajikan dalam tabel : III.2

TABEL III.2 JUMLAH BUS LOKAL  
YANG SINGGAH DI PERSIMPANGAN

Kaki persimpangan	Jumlah bus (Nm)
PATUMBAK	8
TERMINAL	31
SM.RAJA (Tg. Morawa)	14
SM. RAJA (Medan)	27

Sumber : hasil survey langsung

c. Kondisi signal

Data-data yang didapatkan dari kondisi signal meliputi :

- lama siklus
- waktu hijau, kuning, dan merah untuk tiap kaki persimpangan.
- operasi actuated atau pretimed
- phase rencana

Data-data ini disajikan dalam bentuk tabel dan diagram berikut ini. Hal ini dapat kita lihat pada tabel III.3., III.4. dan III.5

TABEL III.3 ALLOKASI WAKTU SIGNAL  
PERSIMPANGAN PATUMBAK & TERMINAL

WARNA	WAKTU (DETIK)
MERAH	95
KUNING	5
HIJAU	53

Sumber : hasil survey sendiri

TABEL III.4 ALLOKASI WAKTU SIGNAL  
JALAN S.M RAJA (TG. MORAWA)

WARNA	WAKTU (DETIK)
MERAH	106
KUNING	5
HIJAU	42

Sumber : hasil survey sendiri

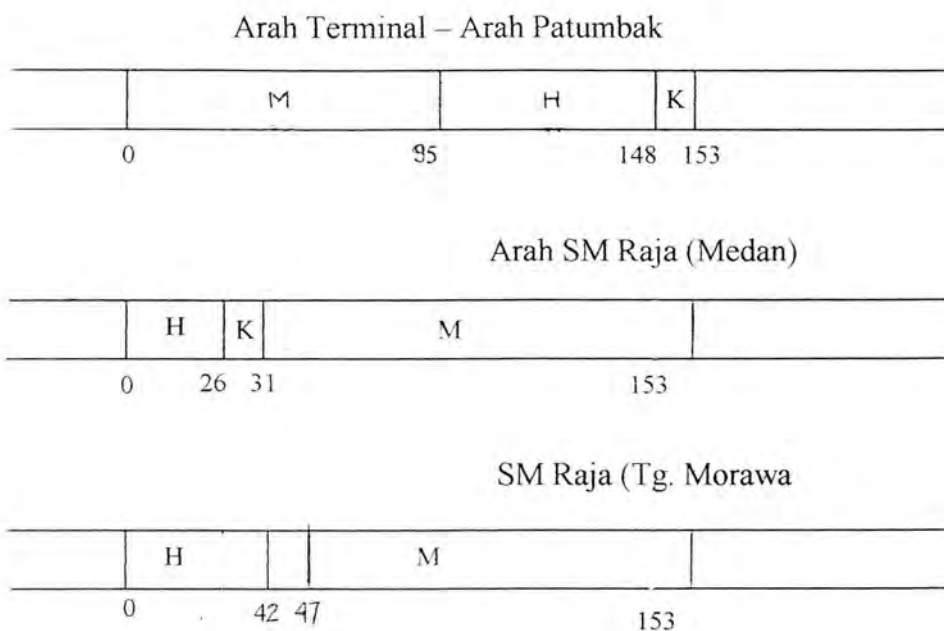
TABEL III.5 ALLOKASI WAKTU SIGNAL  
JALAN SM. RAJA (MEDAN)

Warna	Waktu (Detik)
Merah	122
Kuning	5
Hijau	26

Sumber : hasil survey langsung

Dari data-data tabel III.3, III.4 dan III.5 dapat digambarkan diagram waktu untuk traffic signal persimpangan secara keseluruhan.





Gambar III.2 Diagram waktu traffic signal persimpangan Amplas

Adapun type signal yang terdapat pada persimpangan ini adalah type pretimed control dengan tiga phase siklus.

## BAB IV

### ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

Data-data yang telah disajikan dalam BAB III, adalah merupakan data-data primer yang didapatkan dari hasil survey langsung di lokasi penelitian. Data-data ini akan digunakan dalam menganalisa kapasitas dan tingkat pelayanan persimpangan Amplas dari kondisi yang ada sekarang ini.

#### IV.1. Penentuan Faktor Jam Puncak (PHF = Peak Hour Factor)

Harga PHF yang digunakan dalam analisa adalah harga yang terbesar untuk masing-masing kaki persimpangan dalam satu minggu. Hal ini dapat dilihat pada tabel IV.1.

##### a. Kaki persimpangan arah Patumbak

Tingkat arus puncak (rate of flow), terjadi pada tanggal 24 November 1998 pukul 17.00 – 17.15.

Harga PHF = 0,96.

Jumlah total kendaraan selama jam puncak adalah 264 kendaraan (smp) dengan distribusi arah pergerakannya seperti yang disajikan dalam lembar kerja input.

##### b. Kaki persimpangan arah Terminal

Tingkat arus puncak terjadi pada tanggal 25 November 1998 pukul 17.15 – 17.30. Harga PHF = 0,98.

Jumlah total kendaraan selama jam puncak adalah 1011 kendaraan (smp).

Pergerakannya tergambar dalam lembar kerja in put.

- c. Kaki persimpangan jalan SM. Raja (arah dari Tg. Morawa)

Tingkat arus puncak terjadi pada tanggal 25 November 1998 pukul 18.30 – 18.45. Harga PHF = 0.98.

Jumlah total kendaraan selama jam puncak adalah 1406 kendaraan (smp).

Pergerakannya tergambar dalam lembar kerja input.

- d. Kaki persimpangan Jalan SM. Raja (arah dari Medan)

Tingkat arus puncak terjadi pada tanggal 23 November 1998 pukul 08.15 – 18.30. harga PHF = 0,98.

Jumlah total kendaraan selama jam puncak adalah 1667 kendaraan (smp).

Pergerakannya tergambar dalam lembar kerja input.

#### IV.2 Persentase Kendaraan Berat (% HV)

Jumlah kendaraan berat yang melintasi persimpangan sangat berpengaruh terhadap kapasitas dan tingkat pelayanan persimpangan. Menurut Highway Capacity manual 1994, yang dimaksud dengan kendaraan berat dalam hal ini adalah semua kendaraan yang lebih dari empat rodanya menyentuh perkerasan jalan.

Berikut ini diberikan nilai persentase untuk kendaraan berat pada masing-masing kaki persimpangan, nilai ini ditentukan pada saat jam puncak.

- a. Kaki persimpangan arah Patumbak

Jumlah kendaraan berat yang melintasi persimpangan pada saat jam puncak adalah 96 kendaraan (smp).

$$\text{Persentase kendaraan berat (\%HV)} = 96/264 \times 100 \% = 36,36 \%$$

b. kaki persimpangan arah terminal

Jumlah kendaraan berat yang melintasi persimpangan pada saat jam puncak adalah 132 kendaraan (smp).

$$\text{Persentase kendaraan berat (\% HV)} = 132/1011 \times 100 \% = 13,06 \%$$

c. Kaki persimpangan SM. Raja (arah dari Tg. Morawa)

Jumlah kendaraan berat yang melintasi persimpangan pada saat jam puncak adalah 135 kendaraan (smp).

$$\text{Persentase kendaraan berat (\%HV)} = 135/1406 \times 100 \% = 9,60 \%$$

d. Kaki persimpangan Jalan SM. Raja (dari arah Medan).

Jumlah kendaraan berat yang melintasi persimpangan pada saat jam puncak adalah 156 kendaraan (smp).

$$\text{Persentase kendaraan berat (\%HV)} = 156/1817 \times 100 \% = 8,59 \%$$

### IV.3 Type Kedatangan (Arrival Type)

Penandaan dari type kedatangan kendaraan pada persimpangan adalah merupakan suatu kategori umum yang diusahakan untuk memperkirakan ukuran kualitas gerak maju kendaraan pada persimpangan. Hal ini juga merupakan suatu parameter yang penting dalam analisa kapasitas dan tingkat pelayanan.

Berikut ini adalah jenis-jenis type kedatangan yang telah diamati pada masing-masing kaki persimpangan :

- a. kaki persimpangan arah patumbak.

Kondisi kedatangan pada persimpangan ini merupakan suatu kedatangan kendaraan menyebar secara luas selama phase merah dan hijau. Kondisi seperti ini digolongkan dalam type 3.

- b. kaki persimpangan arah terminal

Kondisi kedatangan barisan disini merupakan kedatangan barisan yang padat selama pertengahan phase merah. Kondisi ini digolongkan dalam type 2.

- c. kaki persimpangan jalan SM. Raja (arah dari Tj. Morawa)

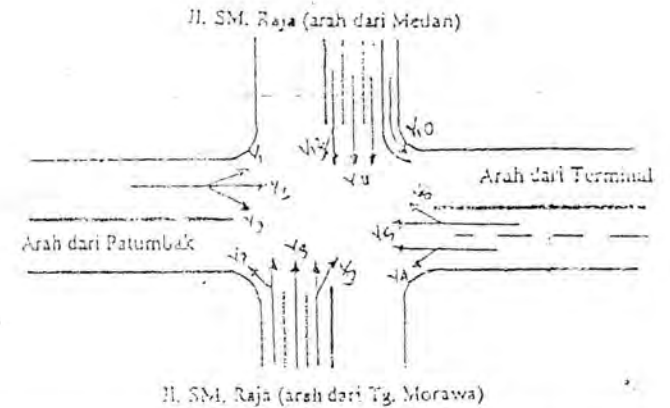
Kondisi pada kaki persimpangan ini tidak jauh berbeda dari kondisi pada kaki persimpangan arah terminal dan digolongkan juga dalam type 2

- d. kaki persimpangan jalan SM. Raja (arah dari Medan)

Pada kaki persimpangan ini kondisi kedatangannya adalah merupakan suatu kedatangan barisan yang padat selama pertengahan phase hijau. Kondisi ini digolongkan dalam type 4.

#### **IV.4 Perhitungan-perhitungan**

Perhitungan-perhitungan selanjutnya dalam menganalisa kapasitas dan tingkat pelayanan persimpangan disajikan dalam bentuk lembar kerja-lembar kerja berikut ini



Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Minggu

Tanggal : 22 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	19	10	22			116	10	68			31	291	122			117	242	33		
07.15 - 07.30	7	11	5			98	9	77			68	371	182			136	258	21		
07.30 - 07.45	10	4	15			103	12	54			45	326	173			214	327	40		
07.45 - 08.00	14	15	17	15	0,75	127	17	31	772	0,86	35	255	119	2088	0,83	170	295	37	1920	0,81
08.00 - 08.15	21	7	26	155	0,72	143	11	65	797	0,89	63	218	105	1965	0,79	145	256	25	1509	0,65
08.15 - 08.30	25	5	14	173	0,80	166	8	33	870	0,85	81	137	96	1858	0,85	171	234	31	1945	0,84
08.30 - 08.45	13	16	18	191	0,88	157	10	91	959	0,93	64	14	67	1659	0,81	214	328	38	1944	0,84
08.45 - 09.00	9	4	27	185	0,86	177	9	64	930	0,90	72	318	95	1735	0,84	156	283	52	1933	0,83
09.00 - 09.15	26	8	12	177	0,94	148	8	58	925	0,90	69	207	112	1732	0,84	118	229	28	1882	0,81
09.15 - 09.30	35	5	25	198	0,76	153	6	72	899	0,87	92	221	78	1609	0,83	98	241	17	1802	0,78
09.30 - 09.45	22	13	34	220	0,80	202	7	63	913	0,84	77	246	86	1673	0,86	124	305	33	1684	0,86
09.45 - 10.00	11	7	29	227	0,82	136	12	96	961	0,88	51	221	202	1662	0,88	153	262	15	1623	0,88
10.00 - 10.15	17	6	19	223	0,81	112	18	57	934	0,86	32	135	104	1545	0,81	201	224	29	1702	0,92
10.15 - 10.30	23	11	15	207	0,75	87	9	94	893	0,82	46	163	125	1488	0,78	236	218	43	1843	0,93
10.30 - 10.45	14	8	28	188	0,94	214	13	65	913	0,73	60	109	176	1431	0,75	124	335	18	1858	0,93
10.45 - 11.00	37	5	30	213	0,74	246	8	34	1007	0,74	33	241	99	1373	0,81	161	252	22	1263	0,94
11.00 - 11.15	21	10	23	225	0,78	251	9	70	1150	0,85	75	143	78	1398	0,83	128	246	36	1819	0,91
11.15 - 11.30	14	3	36	229	0,80	174	5	75	1315	0,90	48	229	35	1426	0,84	105	187	52	1666	0,87
11.30 - 11.45	25	6	20	230	0,80	166	14	52	1155	0,85	55	241	104	1481	0,87	243	211	20	1663	0,88
11.45 - 12.00	12	4	48	222	0,87	143	5	60	1025	0,73	46	155	77	1336	0,83	218	244	13	1703	0,90
12.00 - 12.15	18	3	27	216	0,84	99	7	31	382	0,86	52	201	68	1361	0,85	117	306	38	1754	0,92



Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

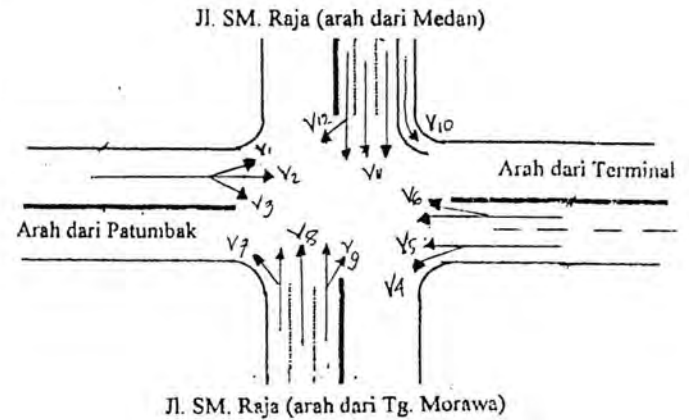
Hari : Minggu

Tanggal : 22 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
12.15 - 12.30	10	3	24	200	0,78	152	11	46	836	0,90	64	243	82	1388	0,87	102	239	46	1797	0,95
12.30 - 12.45	27	5	13	194	0,76	178	8	63	853	0,86	83	224	204	1499	0,73	98	188	31	1640	0,86
12.45 - 13.00	22	7	39	198	0,73	224	6	85	960	0,76	54	129	105	1509	0,74	215	252	10	1642	0,86
13.00 - 13.15	14	10	21	195	0,72	176	5	72	1026	0,81	45	184	66	1483	0,73	142	309	15	1647	0,86
13.15 - 13.30	33	6	14	211	0,78	168	7	55	1047	0,83	30	140	52	1316	0,64	96	221	30	1607	0,84
13.30 - 13.45	40	3	28	237	0,83	148	10	50	1006	0,80	47	131	58	1041	0,88	211	326	24	1851	0,82
13.45 - 14.00	27	8	19	223	0,79	155	9	87	942	0,93	71	118	61	1003	0,85	276	243	19	1912	0,85
14.00 - 14.15	11	4	17	210	0,74	233	4	64	990	0,82	58	274	37	1077	0,73	109	268	15	1838	0,82
14.15 - 14.30	35	7	25	224	0,79	168	6	77	1011	0,84	33	199	38	1125	0,76	162	156	38	1847	0,82
14.30 - 14.45	23	11	33	221	0,81	88	12	92	995	0,83	41	155	86	1171	0,79	121	147	19	1573	0,73
14.45 - 15.00	27	5	16	215	0,79	146	8	53	951	0,79	23	304	60	1308	0,84	97	203	27	1362	0,87
15.00 - 15.15	16	7	28	234	0,86	60	5	173	888	0,88	20	229	72	1260	0,81	265	121	42	1398	0,82
15.15 - 15.30	39	5	17	228	0,84	51	7	169	864	0,91	43	247	35	1315	0,85	244	118	22	1426	0,83
15.30 - 15.45	21	10	9	200	0,82	72	4	148	896	0,94	39	195	64	1331	0,86	168	261	38	1606	0,86
15.45 - 16.00	44	7	23	226	0,76	63	11	189	952	0,90	47	246	88	1325	0,87	132	340	46	1797	0,87
16.00 - 16.15	31	4	42	252	0,82	80	6	132	932	0,89	32	299	73	1408	0,92	157	295	24	1845	0,89
16.15 - 16.30	18	11	29	249	0,81	56	7	128	896	0,85	44	305	89	1521	0,87	208	213	53	1935	0,93
16.30 - 16.45	26	8	21	264	0,86	74	5	161	912	0,87	42	347	75	1687	0,91	119	242	27	1856	0,90
16.45 - 17.00	13	5	32	240	0,78	66	14	185	914	0,86	26	300	80	1712	0,92	275	134	19	1766	0,93
17.00 - 17.15	18	10	27	218	0,94	45	8	137	886	0,84	33	247	91	1555	0,84	266	117	34	1707	0,90
17.15 - 17.30	37	7	16	220	0,92	57	5	121	878	0,83	24	213	86	1440	0,78	320	100	42	1695	0,92
17.30 - 17.45	20	5	38	228	0,90	92	6	164	900	0,85	43	174	92	1285	0,79	285	99	39	1730	0,94
17.45 - 18.00	34	13	22	247	0,89	73	7	149	864	0,82	38	127	89	1133	0,88	253	111	56	1722	0,93
18.00 - 18.15	27	8	30	257	0,93	52	10	213	954	0,83	25	76	64	1051	0,81	217	223	20	1765	0,96
18.15 - 18.30	21	4	26	248	0,90	64	5	156	996	0,91	33	185	85	1031	0,83	228	146	19	1696	0,92
18.30 - 18.45	25	7	34	251	0,91	55	9	127	925	0,84	26	250	76	1074	0,76	156	253	24	1706	0,93
18.45 - 19.00	19	5	20	226	0,87	48	6	148	898	0,82	37	236	82	1175	0,83	127	318	12	1743	0,95

Label IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Tanggal : 23 November 1999  
 Hari : Senin



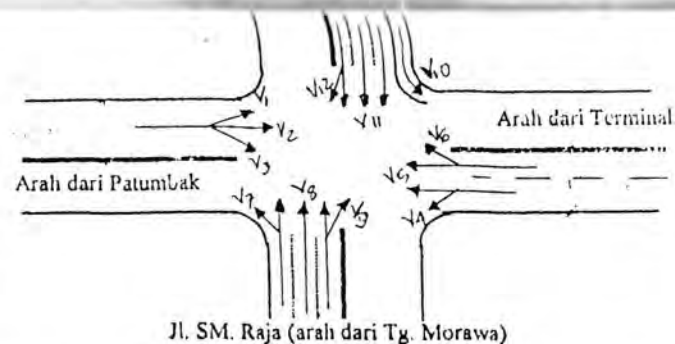
PERIODE WAKTU OBSERVASI	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	10	6	28			125	10	83			83	356	178			74	144	31		
07.15 - 07.30	18	11	16			94	11	75			91	319	201			96	151	22		
07.30 - 07.45	25	13	31			87	9	102			62	291	126			169	203	38		
07.45 - 08.00	38	7	42	245	0,70	142	4	81	823	0,91	95	378	168	2348	0,92	147	258	17	1055	0,81
08.00 - 08.15	42	10	25	278	0,80	134	17	89	845	0,88	81	361	117	2290	0,89	183	216	12	1534	0,91
08.15 - 08.30	30	16	27	306	0,88	161	8	117	951	0,83	75	288	95	2137	0,83	122	259	43	1667	0,98
08.30 - 08.45	24	8	19	288	0,83	202	15	123	1093	0,80	68	333	87	2146	0,84	158	301	36	1752	0,88
08.45 - 09.00	33	9	24	267	0,87	156	6	72	1100	0,81	80	371	92	2048	0,92	98	268	43	1739	0,88
09.00 - 09.15	29	12	21	252	0,86	119	7	81	1067	0,78	67	390	89	2035	0,93	87	283	26	1724	0,87
09.15 - 09.30	24	7	15	225	0,85	125	8	76	990	0,73	75	287	102	2041	0,93	111	326	15	1752	0,88
09.30 - 09.45	17	10	30	231	0,88	148	3	94	895	0,91	83	304	98	2038	0,93	145	279	23	1704	0,94
09.45 - 10.00	31	5	34	235	0,84	182	6	88	937	0,85	71	279	85	1930	0,88	103	312	37	1747	0,97
10.00 - 10.15	28	6	21	228	0,81	134	4	65	933	0,85	55	342	106	1887	0,94	214	258	14	1837	0,94
10.15 - 10.30	36	14	17	249	0,89	176	6	70	976	0,88	41	293	220	1977	0,89	166	276	21	1848	0,95
10.30 - 10.45	33	9	24	258	0,92	211	3	72	1017	0,89	63	251	131	1937	0,87	243	410	11	2065	0,78
10.45 - 11.00	22	11	19	240	0,90	188	10	96	1035	0,88	58	230	93	1883	0,85	120	423	18	2174	0,82
11.00 - 11.15	19	8	36	248	0,93	110	5	56	1003	0,85	57	187	85	1709	0,77	99	357	39	2183	0,82
11.15 - 11.30	30	15	27	253	0,88	137	4	61	953	0,81	84	311	111	1661	0,82	168	275	22	2185	0,82
11.30 - 11.45	24	10	41	262	0,87	201	12	90	970	0,80	70	278	142	1706	0,84	86	311	10	1928	0,86
11.45 - 12.00	30	12	27	259	0,89	140	7	76	881	0,73	63	310	73	1679	0,81	138	218	11	1854	0,94

Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : 23 November 1999

Tanggal : Senin

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
12.00 - 12.15	18	7	20	259	0,86	141	4	62	917	0,76	55	184	67	1650	0,82	156	334	12	1861	0,93
12.15 - 12.30	23	8	15	233	0,78	110	7	50	882	0,73	73	266	92	1581	0,81	247	286	19	1948	0,88
12.30 - 12.45	27	10	26	221	0,82	147	6	102	834	0,82	51	174	83	1399	0,81	121	240	14	1916	0,87
12.45 - 13.00	15	5	28	202	0,80	129	10	83	851	0,83	64	239	61	1409	0,82	97	193	32	1751	0,79
13.00 - 13.15	32	12	20	221	0,86	108	3	69	824	0,81	45	167	56	1371	0,80	104	218	23	1594	0,72
13.15 - 13.30	12	4	16	207	0,81	132	5	78	872	0,85	40	242	52	1274	0,88	86	222	18	1368	0,91
13.30 - 13.45	19	7	35	205	0,80	99	4	129	849	0,91	52	211	66	1295	0,89	129	318	9	1449	0,79
13.45 - 14.00	37	6	32	232	0,77	89	12	96	824	0,89	41	273	71	1316	0,85	145	130	12	1414	0,78
14.00 - 14.15	35	12	26	241	0,80	91	9	75	819	0,88	53	202	75	1378	0,90	107	121	30	1327	0,73
14.15 - 14.30	21	10	29	269	0,90	123	14	58	799	0,86	82	280	108	1514	0,81	98	138	17	1254	0,69
14.30 - 14.45	26	10	21	265	0,88	156	6	64	793	0,88	64	267	93	1609	0,86	214	310	12	1334	0,62
14.45 - 15.00	29	9	23	251	0,86	145	4	81	826	0,90	37	199	75	1535	0,82	167	248	40	1502	0,70
15.00 - 15.15	18	5	24	225	0,92	204	5	62	922	0,85	47	228	58	1538	0,82	233	261	27	1765	0,82
15.15 - 15.30	30	8	19	222	0,91	176	10	95	1008	0,90	43	245	62	1418	0,84	105	275	19	1911	0,89
15.30 - 15.45	24	11	27	227	0,91	139	7	83	961	0,85	50	306	56	1406	0,85	97	218	10	1700	0,82
15.45 - 16.00	20	7	38	231	0,89	155	7	86	979	0,87	37	268	89	1489	0,90	111	236	8	1600	0,77
16.00 - 16.15	14	10	31	239	0,92	214	12	79	1013	0,83	46	197	104	1503	0,91	205	324	15	1623	0,75
16.15 - 16.30	33	6	16	237	0,91	221	8	104	1065	0,80	61	280	87	1581	0,92	246	278	21	1769	0,81
16.30 - 16.45	25	8	24	232	0,89	198	6	111	1201	0,90	52	204	116	1541	0,90	182	311	13	1950	0,89
16.45 - 17.00	12	5	20	204	0,89	87	5	161	1206	0,91	40	251	94	1532	0,89	103	254	9	1961	0,90
17.00 - 17.15	37	10	14	210	0,86	73	17	220	1211	0,91	71	284	100	1640	0,90	95	127	17	1656	0,76
17.15 - 17.30	23	8	33	219	0,86	151	5	73	1107	0,89	54	163	121	1550	0,85	99	119	25	1354	0,67
17.30 - 17.45	41	11	28	242	0,76	85	19	170	1066	0,86	63	178	85	1504	0,83	154	138	12	1152	0,79
17.45 - 18.00	29	6	39	279	0,87	93	8	169	1083	0,87	52	156	60	1387	0,76	162	217	8	1173	0,76
18.00 - 18.15	18	9	25	270	0,84	86	6	154	1019	0,93	64	192	95	1283	0,91	211	340	27	1512	0,65
18.15 - 18.30	22	4	19	251	0,78	79	7	144	1020	0,93	47	257	109	1358	0,82	138	328	14	1749	0,76
18.30 - 18.45	17	8	21	217	0,73	62	4	130	942	0,87	22	325	126	1505	0,79	102	276	11	1834	0,79
18.45 - 19.00	12	5	14	174	0,84	67	9	151	899	0,97	31	299	93	1660	0,88	97	259	9	1812	0,78



Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Selasa  
 Tanggal : 24 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	24	6	18			92	12	65			75	364	178			96	371	35		
07.15 - 07.30	17	4	8			90	9	81			83	309	200			164	309	20		
07.30 - 07.45	33	7	11			110	16	74			55	287	136			251	278	17		
07.45 - 08.00	22	6	17	173	0,85	144	6	108	807	0,78	102	388	165	2342	0,88	138	246	12	1937	0,89
08.00 - 08.15	11	3	20	159	0,78	116	14	91	859	0,83	98	363	107	2293	0,86	247	335	9	2026	0,86
08.15 - 08.30	25	4	19	178	0,87	175	8	121	983	0,81	72	298	96	2167	0,82	214	266	31	2044	0,86
08.30 - 08.45	13	2	30	172	0,90	168	10	102	1063	0,87	66	323	89	2167	0,82	176	248	25	1947	0,82
08.45 - 09.00	18	8	27	180	0,85	126	7	88	1026	0,84	85	379	91	2057	0,90	121	325	14	2011	0,85
09.00 - 09.15	9	4	32	191	0,90	119	15	96	1035	0,85	97	394	110	2090	0,87	105	217	27	1769	0,86
09.15 - 09.30	14	1	25	183	0,86	145	6	74	956	0,85	83	287	121	2115	0,88	98	258	20	1634	0,89
09.30 - 09.45	26	2	18	184	0,87	187	12	93	968	0,83	65	304	98	2104	0,88	162	312	18	1677	0,85
09.45 - 10.00	12	6	41	190	0,80	215	4	72	1038	0,89	73	268	134	2024	0,84	125	427	35	1804	0,77
10.00 - 10.15	23	4	20	192	0,81	247	8	66	1129	0,88	92	345	105	1965	0,91	222	331	18	2026	0,86
10.15 - 10.30	11	9	35	207	0,88	155	5	82	1146	0,89	88	296	213	2071	0,87	147	289	20	2106	0,90
10.30 - 10.45	20	4	28	213	0,90	162	4	74	1094	0,85	68	249	125	2046	0,86	106	244	37	2001	0,85
10.45 - 11.00	37	1	17	209	0,95	95	3	112	1013	0,79	70	228	93	1962	0,82	88	270	23	1795	0,79
11.00 - 11.15	26	5	9	202	0,92	98	9	85	884	0,91	57	236	87	1800	0,75	96	312	11	1643	0,90
11.15 - 11.30	32	3	15	197	0,90	174	6	76	898	0,88	90	305	74	1672	0,89	124	293	28	1632	0,92
11.30 - 11.45	17	4	21	187	0,85	143	4	62	867	0,85	84	298	120	1732	0,86	188	275	40	1748	0,87
11.45 - 12.00	18	2	36	178	0,89	204	13	91	965	0,78	67	267	92	1767	0,88	135	291	32	1825	0,91
12.00 - 12.15	19	5	24	186	0,93	251	5	87	1116	0,81	71	242	101	1801	0,90	162	273	24	1865	0,92

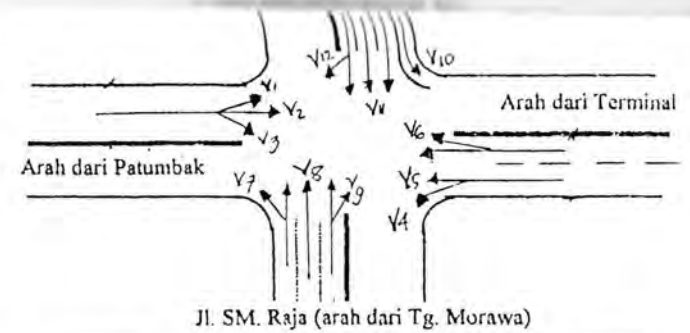


Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Selasa

Tanggal : 24 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
12.15 - 12.30	29	3	26	194	0,84	176	10	68	1114	0,81	55	196	116	1699	0,85	111	198	29	1758	0,87
12.30 - 12.45	16	3	30	201	0,87	181	6	82	1174	0,86	82	209	99	1587	0,93	246	182	33	1716	0,93
12.45 - 13.00	24	11	15	205	0,88	194	8	104	1172	0,85	64	184	57	1466	0,89	175	265	26	1724	0,92
13.00 - 13.15	18	6	27	208	0,90	215	5	75	1124	0,92	75	250	56	1433	0,92	139	236	41	1681	0,90
13.15 - 13.30	10	4	42	206	0,92	182	14	80	1146	0,94	68	219	60	1413	0,91	208	328	17	1896	0,86
13.30 - 13.45	31	8	29	225	0,83	153	7	67	1104	0,90	42	232	58	1355	0,89	172	287	25	1919	0,87
13.45 - 14.00	22	2	37	236	0,87	146	4	72	1020	0,86	44	266	74	1434	0,93	98	199	37	1787	0,81
14.00 - 14.15	16	6	20	227	0,83	111	5	65	906	0,82	53	208	66	1380	0,90	113	269	20	1773	0,80
14.15 - 14.30	9	3	35	218	0,80	163	11	89	893	0,85	97	223	71	1424	0,91	146	215	12	1593	0,82
14.30 - 14.45	17	5	20	192	0,79	142	6	72	886	0,84	86	211	62	1451	0,93	100	224	19	1452	0,90
14.45 - 15.00	13	1	23	168	0,89	170	8	90	932	0,87	62	234	51	1414	0,91	214	173	27	1532	0,92
15.00 - 15.15	27	5	15	173	0,92	213	5	82	1051	0,88	51	218	56	1412	0,90	189	165	36	1520	0,92
15.15 - 15.30	11	2	27	171	0,91	145	4	78	1015	0,85	60	272	83	1436	0,87	227	148	21	1543	0,93
15.30 - 15.45	35	6	18	183	0,77	182	6	66	1049	0,87	52	222	72	1423	0,86	116	256	17	1589	0,96
15.45 - 16.00	26	3	40	215	0,78	175	3	80	1039	0,87	48	179	91	1394	0,84	99	138	29	1441	0,91
16.00 - 16.15	18	7	24	217	0,79	142	7	61	949	0,92	64	234	119	1486	0,89	103	244	11	1409	0,89
16.15 - 16.30	31	10	36	254	0,82	123	5	54	904	0,88	72	241	87	1477	0,88	165	178	40	1396	0,90
16.30 - 16.45	24	6	28	253	0,82	74	12	210	946	0,80	58	322	79	1590	0,87	221	164	32	1424	0,85
16.45 - 17.00	27	4	34	249	0,81	96	9	154	947	0,80	40	350	81	1743	0,93	136	204	28	1526	0,91
17.00 - 17.15	37	5	22	264	0,96	89	6	170	1002	0,85	46	346	103	1821	0,92	243	179	15	1605	0,92
17.15 - 17.30	20	6	26	239	0,92	72	7	210	1109	0,94	61	263	92	1831	0,93	132	212	21	1587	0,91
17.30 - 17.45	28	8	19	236	0,91	140	8	57	1018	0,88	64	187	111	1734	0,88	188	236	42	1636	0,88
17.45 - 18.00	16	3	31	221	0,86	74	10	157	1000	0,87	48	290	87	1688	0,85	160	153	30	1611	0,86
18.00 - 18.15	24	7	38	226	0,82	69	4	219	1027	0,88	53	248	75	1569	0,92	238	117	12	1541	0,83
18.15 - 18.30	32	4	20	230	0,83	77	6	163	984	0,84	58	278	60	1549	0,91	154	236	15	1581	0,85
18.30 - 18.45	19	5	41	240	0,87	70	5	150	1004	0,86	61	245	81	1574	0,93	141	228	7	1491	0,92
18.45 - 19.00	22	2	25	239	0,87	97	10	145	1015	0,87	49	169	72	1439	0,91	102	246	9	1505	0,93



Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Rabu

Tanggal : 25 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	29	15	21			122	10	80			92	341	202			117	242	33		
07.15 - 07.30	17	20	34			91	12	71			98	326	178			136	288	21		
07.30 - 07.45	31	10	18			89	7	96			70	295	185			214	327	40		
07.45 - 08.00	42	16	25	278	0,84	136	2	83	799	0,90	83	406	114	2390	0,94	170	295	37	1920	0,83
08.00 - 08.15	35	11	40	299	0,87	130	13	85	815	0,89	65	284	96	2200	0,91	145	256	25	1509	0,65
08.15 - 08.30	17	14	29	288	0,84	162	8	105	916	0,83	58	318	92	2066	0,86	171	234	31	1945	0,84
08.30 - 08.45	28	6	31	294	0,85	209	7	111	1051	0,80	60	263	87	1971	0,82	214	328	38	1944	0,83
08.45 - 09.00	49	8	27	295	0,86	153	6	73	1062	0,81	47	215	100	1730	0,93	156	283	52	1933	0,83
09.00 - 09.15	14	7	19	249	0,74	119	14	79	1046	0,80	52	234	80	1651	0,88	118	229	28	1882	0,81
09.15 - 09.30	19	8	25	241	0,72	107	6	65	949	0,73	61	194	73	1511	0,92	98	241	17	1802	0,78
09.30 - 09.45	8	11	30	225	0,67	156	3	77	858	0,91	60	231	113	1505	0,93	124	305	33	1684	0,86
09.45 - 10.00	23	6	41	211	0,75	180	4	86	896	0,83	49	271	98	1561	0,93	153	262	15	1623	0,88
10.00 - 10.15	51	9	27	258	0,74	141	4	65	894	0,83	41	120	87	1443	0,86	201	224	29	1702	0,92
10.15 - 10.30	57	4	18	285	0,82	164	2	72	954	0,88	55	217	77	1464	0,88	236	218	43	1843	0,93
10.30 - 10.45	62	10	20	328	0,89	199	3	68	988	0,92	36	262	91	1449	0,87	124	335	18	1858	0,93
10.45 - 11.00	30	8	12	308	0,84	190	8	59	975	0,90	32	145	95	1303	0,84	161	252	22	1863	0,94
11.00 - 11.15	15	9	18	263	0,71	112	3	90	970	0,90	45	174	82	1356	0,87	128	246	36	1819	0,91
11.15 - 11.30	10	4	23	221	0,60	145	2	63	942	0,87	53	231	79	1370	0,88	105	187	52	1666	0,87
11.30 - 11.45	27	5	33	194	0,75	213	2	54	941	0,87	57	267	90	1395	0,84	243	211	20	1663	0,88

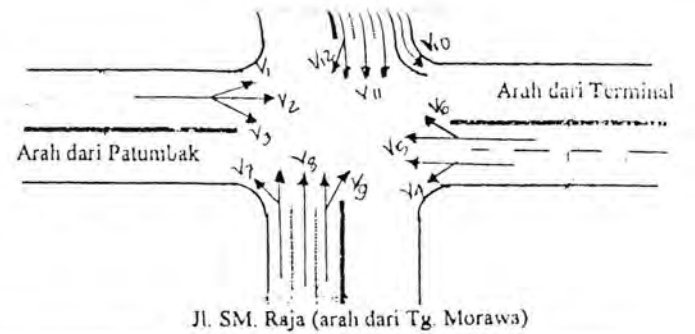


Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Rabu

Tanggal : 25 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
11.45 - 12.00	36	11	18	209	0,80	181	10	87	962	0,87	60	245	72	1500	0,91	218	244	13	1703	0,90
12.00 - 12.15	14	7	29	217	0,83	139	7	72	975	0,87	41	126	101	1467	0,89	117	306	38	1754	0,92
12.15 - 12.30	9	6	26	221	0,85	108	5	48	926	0,83	54	172	67	1397	0,84	102	239	46	1797	0,95
12.30 - 12.45	13	5	17	191	0,73	150	8	96	911	0,82	61	208	82	1334	0,89	98	188	31	1640	0,86
12.45 - 13.00	31	6	24	187	0,77	127	8	81	849	0,84	63	189	51	1260	0,90	215	252	10	1642	0,86
13.00 - 13.15	45	12	35	229	0,62	93	3	102	829	0,82	85	234	56	1367	0,91	142	309	15	1647	0,86
13.15 - 13.30	20	8	28	235	0,64	165	2	73	908	0,89	40	219	52	1385	0,92	96	221	30	1607	0,84
13.30 - 13.45	16	4	36	250	0,68	153	4	68	879	0,92	41	211	53	1339	0,89	211	326	24	1851	0,82
13.45 - 14.00	8	12	24	259	0,70	146	6	52	867	0,90	62	240	48	1386	0,93	276	243	19	1912	0,85
14.00 - 14.15	24	7	19	248	0,67	62	13	166	910	0,94	37	195	72	1315	0,94	109	268	15	1838	0,82
14.15 - 14.30	40	10	28	234	0,75	56	4	123	853	0,88	35	208	71	1318	0,94	162	156	38	1847	0,82
14.30 - 14.45	46	6	39	269	0,74	81	5	144	858	0,89	60	287	83	1443	0,84	121	147	19	1573	0,73
14.45 - 15.00	22	11	43	301	0,83	69	9	130	862	0,89	34	215	90	1432	0,83	97	203	27	1362	0,87
15.00 - 15.15	41	22	32	346	0,91	73	2	172	868	0,88	37	222	81	1468	0,85	265	121	42	1398	0,82
15.15 - 15.30	25	14	36	343	0,90	49	7	161	902	0,91	51	184	75	1464	0,85	244	118	22	1426	0,83
15.30 - 15.45	30	9	23	314	0,83	78	3	160	913	0,92	62	313	104	1513	0,80	168	261	38	1606	0,86
15.45 - 16.00	21	15	44	318	0,84	84	6	175	970	0,92	55	267	90	1586	0,83	132	340	46	1797	0,87
16.00 - 16.15	27	6	20	276	0,86	41	8	154	926	0,87	35	214	92	1587	0,83	157	295	24	1845	0,89
16.15 - 16.30	16	10	22	249	0,78	125	9	160	1003	0,85	40	181	85	1583	0,83	208	213	53	1935	0,93
16.30 - 16.45	24	4	18	233	0,73	100	5	154	1021	0,87	66	206	58	1434	0,87	119	242	27	1856	0,90
16.45 - 17.00	33	12	26	224	0,79	78	7	169	1010	0,86	50	309	73	1454	0,84	275	134	19	1766	0,93
17.00 - 17.15	47	8	16	242	0,85	86	4	152	1049	0,89	37	247	105	1457	0,84	266	117	34	1707	0,90
17.15 - 17.30	29	7	27	257	0,90	83	3	170	1011	0,98	54	272	76	1553	0,90	320	100	42	1695	0,92
17.30 - 17.45	13	8	20	252	0,89	88	5	129	974	0,95	63	170	88	1544	0,89	285	99	39	1730	0,94
17.45 - 18.00	26	10	34	251	0,88	108	3	157	988	0,92	38	234	60	1444	0,90	253	111	56	1722	0,93
18.00 - 18.15	42	6	29	257	0,83	80	14	162	1002	0,93	48	249	59	1411	0,88	217	223	20	1765	0,96
18.15 - 18.30	18	5	25	242	0,79	55	9	153	963	0,90	56	223	81	1369	0,95	228	146	19	1696	0,92
18.30 - 18.45	25	6	17	249	0,81	66	3	176	986	0,92	37	247	74	1406	0,98	156	253	24	1706	0,93
18.45 - 19.00	16	7	15	217	0,70	51	4	159	932	0,91	42	212	75	1403	0,97	127	318	12	1743	0,95



Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : 26 November 1998

Tanggal : Kamis

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	22	15	8			116	10	68			81	291	122			93	422	53		
07.15 - 07.30	11	10	29			98	9	77			68	371	182			105	293	48		
07.30 - 07.45	18	13	31			103	12	54			45	326	173			63	392	37		
07.45 - 08.00	25	8	15	205	0,83	127	17	81	772	0,86	35	255	119	2068	0,83	97	311	41	1955	0,86
08.00 - 08.15	30	11	22	223	0,88	143	11	65	797	0,89	68	218	105	1965	0,79	101	270	26	1784	0,91
08.15 - 08.30	15	7	38	233	0,92	166	8	83	870	0,85	81	337	96	1858	0,85	86	184	36	1644	0,83
08.30 - 08.45	20	6	16	213	0,85	157	10	91	959	0,93	64	214	67	1659	0,81	123	260	42	1577	0,88
08.45 - 09.00	39	10	21	235	0,84	123	9	64	930	0,90	72	318	95	1735	0,84	78	218	53	1477	0,87
09.00 - 09.15	42	3	13	230	0,82	148	8	58	925	0,90	69	207	112	1732	0,84	133	289	44	1546	0,83
09.15 - 09.30	15	8	27	220	0,79	153	6	72	899	0,87	92	221	78	1609	0,83	121	274	32	1667	0,89
09.30 - 09.45	27	12	12	229	0,82	202	7	63	913	0,84	77	246	86	1673	0,86	89	246	13	1590	0,85
09.45 - 10.00	29	6	45	239	0,75	136	12	96	961	0,88	51	221	202	1662	0,88	148	177	42	1608	0,86
10.00 - 10.15	33	5	14	233	0,73	112	18	57	934	0,86	32	135	104	1545	0,81	105	239	35	1521	0,89
10.15 - 10.30	22	7	38	250	0,78	87	9	94	893	0,82	46	163	125	1488	0,78	78	224	26	1422	0,94
10.30 - 10.45	14	3	29	245	0,77	214	13	65	913	0,78	60	109	176	1431	0,75	95	247	51	1467	0,93
10.45 - 11.00	25	6	23	217	0,81	246	8	84	1007	0,74	83	241	99	1373	0,81	130	269	25	1524	0,90
11.00 - 11.15	12	2	17	196	0,73	251	9	70	1150	0,85	75	143	78	1398	0,83	112	138	11	1406	0,83
11.15 - 11.30	10	4	8	151	0,73	174	6	75	1215	0,90	48	229	85	1426	0,84	124	242	28	1472	0,87
11.30 - 11.45	26	5	19	155	0,75	166	14	52	1155	0,85	55	241	104	1481	0,87	88	259	15	1441	0,85

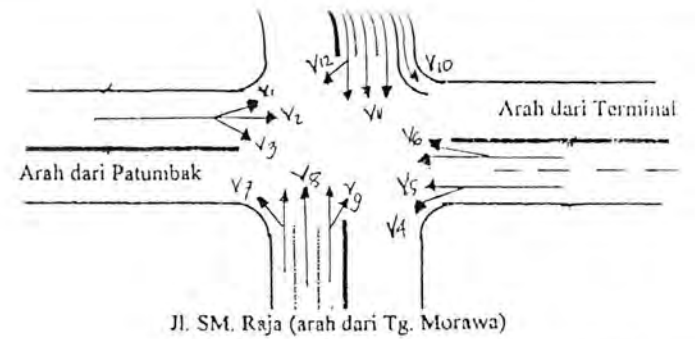
Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : 26 November 1998

Tanggal : Kamis

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
11.45 - 12.00	30	11	24	168	0,65	143	5	60	1025	0,78	46	155	77	1336	0,83	107	178	53	1355	0,86
12.00 - 12.15	23	8	37	205	0,75	99	7	81	882	0,86	52	201	68	1361	0,85	99	219	45	1457	0,92
12.15 - 12.30	28	6	41	258	0,86	152	11	46	836	0,90	64	243	82	1388	0,87	110	237	24	1434	0,97
12.30 - 12.45	16	9	20	253	0,84	178	8	63	853	0,86	83	224	204	1499	0,73	136	304	56	1568	0,79
12.45 - 13.00	8	14	12	222	0,74	224	6	85	960	0,76	54	129	105	1509	0,74	95	173	39	1537	0,77
13.00 - 13.15	12	3	25	194	0,65	176	5	72	1026	0,81	45	184	66	1483	0,73	113	269	27	1583	0,80
13.15 - 13.30	10	18	29	176	0,77	168	7	55	1047	0,83	30	140	52	1316	0,64	127	244	50	1633	0,82
13.30 - 13.45	25	6	38	200	0,72	148	10	50	1006	0,80	47	131	58	1041	0,88	83	115	61	1396	0,83
13.45 - 14.00	43	9	21	239	0,82	155	9	87	942	0,93	71	118	61	1003	0,85	100	156	18	1363	0,81
14.00 - 14.15	27	13	14	253	0,87	233	4	64	990	0,82	58	274	37	1077	0,73	151	147	29	1281	0,76
14.15 - 14.30	10	7	26	239	0,82	168	6	77	1011	0,84	33	199	38	1125	0,76	125	236	38	1259	0,79
14.30 - 14.45	22	5	37	234	0,80	88	12	92	995	0,83	41	155	86	1171	0,79	146	284	21	1451	0,80
14.45 - 15.00	34	10	18	223	0,87	146	8	53	951	0,79	23	304	60	1308	0,84	96	127	47	1447	0,80
15.00 - 15.15	29	6	25	229	0,89	60	5	173	888	0,88	20	229	72	1260	0,81	83	261	24	1488	0,82
15.15 - 15.30	17	12	23	238	0,93	51	7	169	864	0,91	43	247	35	1315	0,85	119	209	18	1435	0,79
15.30 - 15.45	23	4	15	216	0,87	72	4	148	896	0,94	39	195	64	1331	0,86	136	199	36	1355	0,91
15.45 - 16.00	14	8	10	186	0,78	63	11	189	952	0,90	47	246	88	1325	0,87	191	206	27	1509	0,89
16.00 - 16.15	27	3	19	175	0,84	80	6	132	932	0,89	32	299	73	1408	0,92	108	302	45	1596	0,88
16.15 - 16.30	16	9	32	180	0,79	56	7	128	896	0,85	44	305	89	1521	0,87	94	252	28	1624	0,89
16.30 - 16.45	24	5	37	204	0,77	74	5	161	912	0,87	42	347	75	1687	0,91	212	146	14	1625	0,89
16.45 - 17.00	35	12	21	240	0,88	66	14	185	914	0,86	26	300	80	1712	0,92	144	192	34	1571	0,86
17.00 - 17.15	26	4	11	232	0,85	45	8	137	886	0,84	33	247	91	1555	0,84	178	108	57	1459	0,97
17.15 - 17.30	22	10	31	238	0,88	57	5	121	878	0,83	24	213	86	1440	0,78	151	233	18	1487	0,92
17.30 - 17.45	38	6	27	243	0,86	92	6	164	900	0,85	43	174	92	1285	0,79	87	105	49	1356	0,84
17.45 - 18.00	30	15	13	233	0,82	73	7	149	864	0,82	38	127	89	1133	0,88	176	118	34	1314	0,82
18.00 - 18.15	16	4	38	250	0,88	52	10	213	954	0,83	25	76	64	1051	0,81	211	132	15	1329	0,83
18.15 - 18.30	20	7	32	246	0,87	64	5	156	996	0,91	33	185	85	1031	0,83	147	264	37	1375	0,77
18.30 - 18.45	18	5	20	218	0,92	55	9	127	925	0,84	26	250	76	1074	0,76	98	120	21	1373	0,77
18.45 - 19.00	12	6	14	192	0,81	48	6	148	898	0,82	37	236	82	1175	0,83	84	235	10	1374	0,77





Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF  
 Hari : 27 November 1998  
 Tanggal : Jum'at

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	19	10	22			125	11	80			55	324	148			142	333	43		
07.15 - 07.30	7	11	8			96	9	76			63	259	180			107	279	25		
07.30 - 07.45	10	4	15			91	12	100			45	237	106			128	217	36		
07.45 - 08.00	14	15	17	152	0,75	132	10	81	823	0,92	72	358	135	1982	0,88	97	192	54	1653	0,80
08.00 - 08.15	21	7	26	155	0,72	116	8	67	798	0,98	68	313	97	1933	0,85	108	246	29	1518	0,92
08.15 - 08.30	25	5	14	173	0,80	164	6	93	880	0,84	52	238	86	1807	0,80	132	178	45	1462	0,95
08.30 - 08.45	13	16	18	191	0,88	191	15	77	960	0,85	36	263	89	1807	0,80	88	125	40	1334	0,87
08.45 - 09.00	9	4	27	185	0,86	145	7	63	952	0,84	65	309	91	1707	0,89	215	189	23	1418	0,83
09.00 - 09.15	26	8	12	177	0,94	163	6	51	981	0,87	77	334	100	1740	0,85	256	234	19	1544	0,76
09.15 - 09.30	35	5	25	198	0,76	179	11	86	994	0,88	53	267	81	1765	0,86	135	271	32	1627	0,80
09.30 - 09.45	22	13	34	220	0,80	137	5	44	897	0,81	45	254	78	1754	0,86	118	215	18	1725	0,85
09.45 - 10.00	11	7	29	227	0,82	152	8	71	913	0,83	63	208	114	1674	0,82	129	260	41	1728	0,85
10.00 - 10.15	17	6	19	223	0,81	181	9	64	947	0,86	82	265	105	1615	0,89	202	214	32	1667	0,93
10.15 - 10.30	23	11	15	207	0,75	136	4	53	864	0,85	68	256	183	1721	0,85	243	117	46	1635	0,91
10.30 - 10.45	14	8	28	188	0,94	209	6	48	941	0,89	38	219	95	1696	0,84	152	266	27	1729	0,96
10.45 - 11.00	37	5	30	213	0,74	168	12	70	960	0,94	50	168	83	1612	0,79	98	225	20	1642	0,92
11.00 - 11.15	21	10	23	225	0,78	144	8	55	913	0,87	37	156	97	1450	0,71	105	174	61	1534	0,86
11.15 - 11.30	14	3	36	229	0,80	172	5	62	959	0,91	60	245	74	1322	0,87	230	159	34	1551	0,87
11.30 - 11.45	25	6	20	230	0,80	109	7	81	893	0,89	54	258	100	1382	0,84	203	273	26	1608	0,80
11.45 - 12.00	12	4	48	222	0,87	99	10	54	806	0,84	47	207	82	1417	0,86	141	207	18	1631	0,81
12.00 - 12.15	18	3	27	216	0,84	87	6	76	768	0,80	51	172	101	1451	0,88	100	189	31	1611	0,80

Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : 27 November 1998

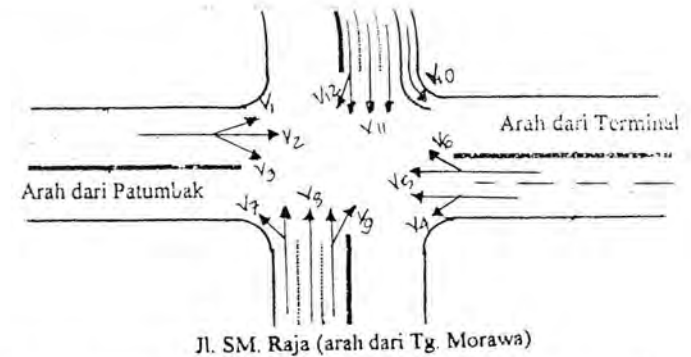
Tanggal : Jum'at

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
12.15 - 12.30	10	3	24	200	0,78	143	9	44	725	0,92	35	156	86	1349	0,82	88	216	18	1510	0,75
12.30 - 12.45	27	5	13	194	0,76	178	5	63	774	0,79	62	139	99	1237	0,92	143	304	12	1467	0,80
12.45 - 13.00	22	7	39	198	0,73	165	6	81	863	0,86	34	124	57	1116	0,86	176	240	26	1543	0,84
13.00 - 13.15	14	10	21	195	0,72	149	13	70	926	0,92	45	200	46	1083	0,90	202	173	41	1639	0,89
13.15 - 13.30	33	6	14	211	0,78	178	10	69	987	0,96	38	179	40	1063	0,89	155	168	23	1663	0,91
13.30 - 13.45	40	3	28	237	0,83	133	8	52	934	0,91	22	182	38	1005	0,86	111	133	46	1494	0,84
13.45 - 14.00	27	8	19	223	0,79	167	5	103	957	0,87	34	206	54	1084	0,92	96	212	19	1379	0,83
14.00 - 14.15	11	4	17	210	0,74	146	11	74	956	0,87	23	148	66	1030	0,88	134	182	24	1303	0,94
14.15 - 14.30	35	7	25	224	0,79	98	7	91	895	0,81	67	163	71	1074	0,89	104	217	31	1309	0,93
14.30 - 14.45	23	12	33	221	0,81	87	4	65	858	0,78	56	151	62	1101	0,91	98	100	20	1237	0,88
14.45 - 15.00	27	5	16	215	0,79	135	16	59	793	0,86	42	174	41	1064	0,88	122	181	14	1227	0,87
15.00 - 15.15	16	7	28	234	0,86	48	8	169	787	0,87	31	158	46	1062	0,88	144	230	35	1296	0,79
15.15 - 15.30	39	5	17	228	0,84	96	5	158	850	0,82	40	222	63	1086	0,83	216	179	19	1358	0,82
15.30 - 15.45	21	10	9	200	0,82	73	12	148	927	0,89	22	162	72	1073	0,82	248	206	43	1637	0,82
15.45 - 16.00	44	7	23	226	0,76	112	7	161	997	0,89	38	109	81	1044	0,80	158	218	24	1720	0,86
16.00 - 16.15	31	4	42	252	0,82	84	6	137	999	0,89	44	174	109	1136	0,87	124	113	11	1559	0,78
16.15 - 16.30	18	11	29	249	0,81	69	10	172	991	0,88	52	181	77	1121	0,86	112	247	30	1534	0,77
16.30 - 16.45	26	8	21	264	0,86	132	4	156	1050	0,90	38	262	69	1234	0,84	273	182	24	1516	0,79
16.45 - 17.00	13	5	32	240	0,78	76	10	160	1016	0,87	20	290	71	1387	0,91	225	146	40	1527	0,80
17.00 - 17.15	18	10	27	218	0,94	65	8	138	1000	0,86	46	266	93	1465	0,90	238	115	53	1685	0,88
17.15 - 17.30	37	7	16	220	0,92	47	6	117	919	0,79	31	223	72	1481	0,91	216	248	26	1786	0,91
17.30 - 17.45	20	5	38	228	0,90	105	11	91	834	0,85	44	127	101	1384	0,85	197	302	15	1821	0,89
17.45 - 18.00	34	13	22	247	0,89	97	5	124	814	0,90	38	220	77	1338	0,83	175	264	20	1869	0,91
18.00 - 18.15	27	8	30	257	0,93	76	17	155	851	0,86	23	198	65	1219	0,91	246	185	37	1931	0,94
18.15 - 18.30	21	4	26	248	0,90	61	8	143	893	0,90	38	218	50	1199	0,89	101	277	12	1831	0,89
18.30 - 18.45	25	7	34	251	0,91	69	5	167	927	0,93	41	195	61	1224	0,91	96	308	9	1730	0,92
18.45 - 19.00	19	5	20	226	0,87	53	9	158	921	0,93	29	119	52	1089	0,89	87	315	10	1683	0,90

Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Sabtu

Tanggal : 28 November 1998



PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
07.00 - 07.15	17	12	21			75	8	101			78	391	182			86	361	25		
07.15 - 07.30	5	16	7			63	5	85			53	288	106			154	289	20		
07.30 - 07.45	13	3	19			58	9	80			75	229	153			231	268	17		
07.45 - 08.00	11	12	17	153	0,77	74	3	62	632	085	82	331	90	2058	0,79	128	216	22	1817	0,89
08.00 - 08.15	17	8	29	157	0,73	49	6	77	571	093	55	254	136	1852	0,91	217	315	29	1906	0,86
08.15 - 08.30	22	8	12	171	0,79	68	2	91	579	090	44	207	77	1733	0,86	194	246	41	1924	0,86
08.30 - 08.45	16	18	11	181	0,84	75	8	106	621	082	59	313	86	1734	0,86	166	218	35	1827	0,82
08.45 - 09.00	28	6	22	197	0,88	89	4	87	662	088	72	331	78	1712	0,88	111	305	14	1891	0,85
09.00 - 09.15	24	7	17	191	0,85	104	3	76	713	094	88	346	143	1844	0,80	95	197	27	1649	0,86
09.15 - 09.30	15	9	27	200	0,89	99	10	111	772	088	31	265	65	1877	0,81	88	228	30	1514	0,89
09.30 - 09.45	11	6	24	196	0,88	121	5	88	797	091	45	271	79	1814	0,79	142	302	18	1557	0,85
09.45 - 10.00	18	5	13	176	0,86	87	5	132	841	094	30	241	152	1756	0,76	125	397	35	1684	0,77
10.00 - 10.15	23	14	16	181	0,85	143	2	90	893	095	22	165	84	1450	0,86	212	301	28	1906	0,86
10.15 - 10.30	20	8	29	187	0,82	155	7	110	945	087	32	175	145	1441	0,85	137	269	20	1986	0,90
10.30 - 10.45	24	4	11	185	0,81	120	4	86	941	086	54	252	106	1458	0,86	96	214	47	1881	0,85
10.45 - 11.00	39	13	27	228	0,72	98	12	109	936	086	61	237	119	1452	0,87	88	230	33	1675	0,79
11.00 - 11.15	14	9	23	221	0,70	139	6	74	920	085	55	183	88	1507	0,90	106	272	11	1523	0,90
11.15 - 11.30	27	12	14	217	0,69	82	9	89	828	094	48	258	93	1554	0,92	124	263	28	1512	0,92
11.30 - 11.45	25	10	11	224	0,71	76	7	81	782	089	35	285	109	1571	0,91	178	255	40	1628	0,87
11.45 - 12.00	16	7	25	193	0,91	69	3	125	760	087	62	231	76	1523	0,88	135	271	22	1705	0,91
12.00 - 12.15	13	9	17	186	0,88	122	2	141	645	061	46	175	87	1505	0,87	152	253	24	1745	0,92



Tabel IV.1 PERHITUNGAN VOLUME LALU LINTAS DALAM JAM DAN PHF

Hari : Sabtu

Tanggal : 28 November 1998

PERIODE WAKTU PENGAMATAN	ARAH DARI PATUMBAK					ARAH DARI TERMINAL					ARAH DARI SM. RAJA (TG. MORAWA)					ARAH DARI SM. RAJA (MEDAN)				
	V1	V2	V3	VOL 1 Jam	PHF	V4	V5	V6	VOL 1 JAM	PHF	V7	V8	V9	VOL 1 JAM	PHF	V10	V11	V12	VOL 1 JAM	PHF
12.15 - 12.30	23	11	29	196	0,78	138	11	102	877	083	50	270	94	1520	0,88	101	188	19	1638	0,87
12.30 - 12.45	40	15	19	224	0,76	100	4	136	953	090	73	276	201	1641	0,75	236	172	23	1596	0,93
12.45 - 13.00	31	6	27	240	0,81	92	6	158	1012	095	34	169	126	1601	0,73	175	245	16	1604	0,92
13.00 - 13.15	45	8	33	287	0,83	85	9	144	985	096	63	197	67	1620	0,74	129	226	31	1561	0,90
13.15 - 13.30	29	12	27	292	0,85	141	2	95	972	095	30	178	53	1467	0,68	198	308	17	1776	0,86
13.30 - 13.45	18	7	21	264	0,77	164	5	87	988	096	37	169	68	1191	0,90	162	267	25	1799	0,87
13.45 - 14.00	27	6	28	261	0,76	117	2	125	976	095	67	158	71	1158	0,88	98	179	27	1667	0,81
14.00 - 14.15	34	8	18	235	0,86	89	5	120	952	093	61	274	57	1223	0,79	113	249	10	1653	0,80
14.15 - 14.30	15	10	20	212	0,87	155	3	99	971	094	25	249	98	1334	0,79	126	205	12	1473	0,82
14.30 - 14.45	22	3	17	208	0,85	138	7	133	993	089	43	185	106	1394	0,88	90	214	9	1332	0,90
14.45 - 15.00	26	10	18	201	0,84	164	12	87	1012	091	30	302	87	1517	0,90	194	163	27	1412	0,92
15.00 - 15.15	19	5	28	193	0,89	110	5	92	1005	090	22	258	74	1479	0,88	179	155	26	1400	0,92
15.15 - 15.30	28	13	15	204	0,91	94	3	146	991	089	41	262	53	1463	0,88	217	138	11	1423	0,93
15.30 - 15.45	20	8	22	212	0,95	87	6	152	958	091	38	226	72	1465	0,88	116	236	7	1469	0,96
15.45 - 16.00	30	9	16	213	0,95	126	2	114	937	096	45	270	98	1459	0,88	99	118	19	1321	0,91
16.00 - 16.15	19	4	15	199	0,89	138	11	127	1006	091	51	299	86	1541	0,88	103	214	11	1289	0,89
16.15 - 16.30	32	9	26	210	0,78	77	4	168	1012	092	40	331	99	1655	0,87	155	168	30	1276	0,90
16.30 - 16.45	41	8	19	228	0,84	96	4	109	976	088	31	377	88	1815	0,90	211	154	22	1304	0,85
16.45 - 17.00	26	11	20	230	0,85	85	3	96	918	083	23	332	101	1858	0,92	116	204	18	1406	0,91
17.00 - 17.15	23	5	14	234	0,86	79	8	89	818	082	33	241	97	1793	0,89	223	169	15	1485	0,92
17.15 - 17.30	30	7	21	225	0,83	93	12	117	791	089	25	253	79	1680	0,84	112	202	21	1467	0,91
17.30 - 17.45	17	10	12	196	0,84	128	5	84	799	090	32	224	100	1540	0,84	168	226	42	1516	0,88
17.45 - 18.00	14	5	18	176	0,76	156	6	93	870	085	28	167	89	1368	0,91	150	143	20	1491	0,86
18.00 - 18.15	18	6	23	181	0,78	117	2	124	937	092	45	133	67	1242	0,87	208	117	12	1421	0,83
18.15 - 18.30	21	4	16	164	0,87	134	8	82	939	092	34	215	93	1227	0,86	134	226	15	1461	0,85
18.30 - 18.45	15	5	10	155	0,82	162	3	101	988	093	48	263	74	1256	0,82	111	228	7	1371	0,92
18.45 - 19.00	12	3	11	144	0,77	120	4	95	952	089	36	273	78	1369	0,88	72	246	9	1385	0,93

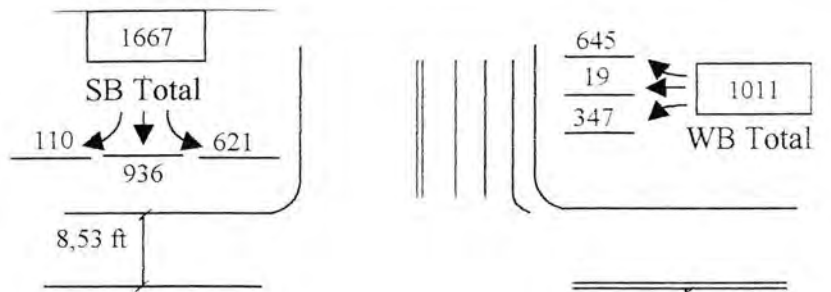
### INPUT MODULE WORKSHEET

Date \_\_\_\_\_

Time Period Analyzed : \_\_\_\_\_ Area Type :  CBD  Other

City/State : \_\_\_\_\_

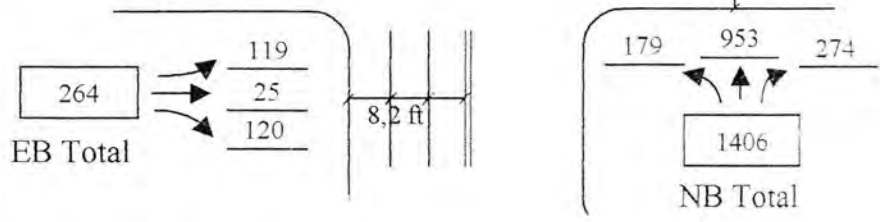
**AND GEOMETRICS**



**PER PHASE (SEC)**

**IN DIAGRAM**

- LANE WIDTHS
- MENTS BY LANE
- NG (PKG) LOCATION
- ORAGE LENGTHS
- PHYSICAL OF PAINTED)
- OPS



**AND ROADWAY CONDITIONS**

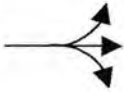
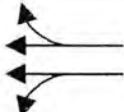
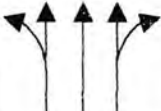
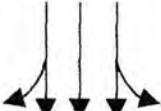
Lane	Grade	% HV	Adj. Pkg. Lane		Buses	PHT	Conf. Peds (peds/hf)	Pedestrian Button		Arr. Type
			Y or N	N				Y or N	Min Timing	
	0	36,36	N	-	8	0,96	14	N	-	-
	0	13,06	N	-	31	0,98	56	N	-	-
	0	9,60	N	-	14	0,98	25	N	-	-
	0	8,59	N	-	27	0,98	43	N	-	-

$N_b$  Buses stopping/hr  
 PHF : peak hour factor  
 Conf. Peds, Conlicting peds/hr  
 Min Timing green For Pedestrian crossing  
 Arr. Type

G = 53 Y + AR = 100	G = 42 Y + AR = 111	G = 26 Y + AR = 127	G = Y + AR	G = Y + AR	G = Y + AR	G = Y + AR	G = Y + AR

Protector	Permitted turns	Pedestrian	Cycle Length	Sec
-----------	-----------------	------------	--------------	-----

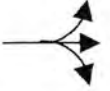
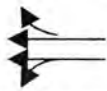


### VOLUME ADJUSTMENT MODULE WORKSHEET

2 Mvt	3 Mvt volume (v)	4 Peak Hour Factor PHF	5 Flow Rate vp (vph) [3]/[4]	6 Lane Group	7 Flow Rate In Lane Group Vs (vph)	8 Number of Lanes N	9 Lanes utilization Factor U Table 9-4	10 Adj. Flow v (vph) (7) *(9)	11 Prop. Of LT or RT P <sub>LT</sub> or P <sub>RT</sub>
LT	119	0,96	124						
TH	25	0,96	26		275	1	1,00	275	0.45 LT  0.45 RT
RT	120	0,96	125						
LT	347	0,98	354						
TH	19	0,98	19		1031	2	1,05	1083	0.32 LT  0.61 RT
RT	645	0,98	658						
LT	179	0,98	183						
TH	953	0,98	972		1435	3	1,10	1578	0.12 LT  0.18 RR
RT	274	0,98	280						
LT	621	0,98	634						
TH	936	0,98	955		1701	3	1,10	1871	0.37 LT  0.07 RT
RT	110	0,98	112						

## SATURATION FLOW RATE MODULE WORKSHEET

		ADJUSMANT FACTORS								
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ideal set Flow (pcphgpl)	No. Of Lanes N	Lane width f Table 9-5	Heavy Ve Fmw Table 9-6	Grade fs Table 9-7	Pkg fp Table 9-8	Bus Blockage F Table 9-9	Area Type f Table 9-10	Right Turn fRT Table 9-11	Left Turn fLT Table 9-12	Adj Set flow Rate (vphg)
1900	1	0,884	0,733	1,00	1,00	0,968	1,00	0,978	0,836	074
1900	2	0,955	0,884	1,00	1,00	0,938	1,00	0,970	0,943	2752
1900	3	0,873	0,912	1,00	1,00	0,981	1,00	0,994	0,971	4237
1900	3	0,873	0,921	1,00	1,00	0,964	1,00	0,996	0,937	4123

## CAPACITY ANALYSIS MODULE WORKSHEET

2	3	4	5	6	7	8	9
Lane Group Move	Adj. Flow Rate (v)	Adj. Sat Flow Rate (s)	Flow Ratio (v/s) (3)/(4)	Green Ratio g/C	Lane Group Capacity (c) (4) x (6)	Lane Group v/c Ratio (x) (3)/(7)	Critical Lane Group (*)
	275	974	0,282	0,353	344	0,799	
	1083	2752	0,393	0,353	971	1,115	*
	1578	4297	0,367	0,281	1207	1,307	**
	1871	4123	0,454	0,176	726	2,577	*


ycle length,  $C$  153 sec

$$X_c = Y \times C / (C - L) = 1,255$$

ost timer per Cycle,  $L$  5 sec

$$= \text{Sum (v/s) } c_i = 1,214$$

LOS MODULE WORKSHEET

Cycle		First Term Delay				Second Term Delay			Lane Group		Approach	
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		v/c Ratio x	Green Ratio g/C	Uniform Delay $d_1$ sec/veh	Delay Adj Factor $D_1$	Lane Grp Capacity C vph	d2 Cal. Term vph	Incremental Delay $d_2$ sec/veh	Delay (4) x (5) + (8) Sec/veh	L O S	Delay Sec/veh	L O S
EB		0,799	0,353	33,899	1,10	344	12	6,659	43,95	E	43,95	E
WB												
NB												
SB												

Intersection Delay -----Sec/veh

Intersection LOS -----



#### IV.5. Interpretasi Hasil Perhitungan

Dari hasil penelitian serta hasil analisa yang telah dilaksanakan maka didapatkan suatu gambaran kualitatif dan kuantitatif dari kondisi persimpangan yang ada sekarang ini.

Berdasarkan hasil analisa dan pengolahan data dapat diketahui :

##### a. Kaki persimpangan arah Patumbak

Kaki persimpangan ini termasuk dalam tingkat pelayanan E dengan waktu tunda 43,95 detik. Dimana perbandingan antara tingkat arus ( $V$ ) terhadap kapasitas ( $C$ ) atau  $V/C$  adalah 0,799. Dengan jumlah tingkat arus pada jam puncak 275 (smp) dan kapasitas kaki persimpangan 344 (smp). Dari data  $V/C$  dapat diketahui bahwa kaki persimpangan ini belum termasuk lewat batas jenuh ( $V/C < 1$ ).

##### b. Kaki persimpangan arah terminal.

Perbandingan antara tingkat arus terhadap kapasitas ( $V/C$ ) pada kaki persimpangan arah terminal ini adalah 1,115 dimana nilai tingkat arus 1085 (smp) dan kapasitas 971 (smp). Dari nilai  $V/C$  yang telah melebihi batas maksimum (1) maka kaki persimpangan ini dalam keadaan kritis, nilai waktu tunda kendaraan yang tinggi atau dapat dikatakan oversaturated (lewat batas jenuh).

##### c. Kaki persimpangan S.M. Raja (arah Tanjung Morawa).

Kaki persimpangan ini memiliki nilai perbandingan tingkat arus terhadap kapasitas ( $V/C$ ) 1,307 dengan nilai tingkat arus kendaraan yang terjadi adalah 1578 (smp) dan kapasitas kaki persimpangan dalam kondisi yang ada sekarang

adalah 1207 (smp), kaki persimpangan ini juga dalam keadaan kritis karena nilai  $V/C$  melebihi maksimum (1).

**d. Kaki persimpangan S.M. Raja (arah Medan)**

Kaki persimpangan ini dalam keadaan kritis karena nilai perbandingan tingkat arus terhadap kapasitas lebih dari 1, yaitu 2,905. Dimana nilai tingkat arus yang terjadi pada jam puncak sebesar 1871 (smp) dan kapasitas persimpangan adalah 644 (smp).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **V.1 Kesimpulan**

Dari hasil penelitian serta hasil analisa data, diketahui bahwa harga perbandingan tingkat arus terhadap kapasitas ( $v/c$ ) sudah melebihi harga batas (1,00). Ini berarti bahwa tingkat arus yang ada sudah melampaui kapasitas persimpangan, jadi kesimpulannya persimpangan Amplas dalam kondisi oversaturated.

Beberapa penyebab kondisi seperti ini adalah :

- a. Banyaknya angkutan lokal yang berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpang pada kaki persimpangan.
- b. Adanya jumlah pejalan kaki berkonflik.
- c. Alokasi waktu hijau yang tidak memadai.

Hal-hal inilah yang merupakan faktor penyebab terjadinya kemacetan serta delay yang tinggi pada persimpangan tersebut.

#### **V.2 Saran**

Untuk mengatasi kondisi seperti ada beberapa alternatif yang mungkin dapat dilakukan, antara lain :

- a. Menertibkan kendaraan-kendaraan yang berhenti diareal persimpangan terutama bus-bus lokal yang berhenti untuk menaikkan dan menurunkan penumpangnya.

Hal ini dapat mengurangi kapasitas.

- b. Mengadakan perubahan disain signal yang meliputi : cycle length, phase plan, serta alokasi waktu hijau.
- c. mengadakan perubahan terhadap disain geometrik persimpangan yang meliputi perluasan areal persimpangan serta alokasi penggunaan lajur jalan.
- d. Mengurangi tingkat arus dipersimpangan dengan cara mengadakan perubahan rute lintasan.
- e. Mengadakan tombol pejalan kaki hingga jumlah pejalan kaki yang berkonflik jadi sangat kecil atau hampir tidak ada.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Transportation Research Board, Highway Capacity Manual, Transportation Research Board Special Report 209, Washington, DC (Update October) 1994
2. Oglesby, C.H & Hick, R.G. Teknik Jalan Raya, Erlangga, 1990
3. Sembiring Kumpul, Ir. M. Eng Gambaran Umum Masalah Transportasi Kota. Medan, 1990.
4. Morlow, Edward K, Pengenalan Teknik Transportasi dan Perencanaan, Erlangga, 1990.
5. Selter, R.J. Highway Traffic Analysis And Design. Macmillan Publishers LTD. London, 1985.