

**PENANGGULANGAN KEMACETAN
LALULINTAS DENGAN METODE
FASE OPTIMUM**

(PENELITIAN)

Oleh

**Ir. Kamaluddin Lubis,
Staf Pengajar jurusan sipil**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2007**

**PENANGGULANGAN KEMACETAN
LALULINTAS DENGAN METODE
FASE OPTIMUM**

(PENELITIAN)

Oleh

***Ir. Kamaluddin Lubis.
Staf Pengajar jurusan sipil***



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2007**

LEMBAR PENGESAHAN PROPOSAL PENELITIAN

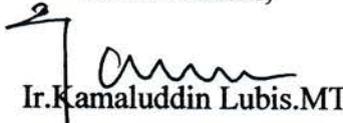
No.

1. a Judul Penelitian : Penanggulangan Kemacetan lalulintas
Dengan Metode Fase Optimum
b Bidang Ilmu Penelitian : Transportasi
c Katagori Pelitian : -
2. Ketua Peneliti
a. Nama Lengkap : Ir.Kamaluddin Lubis.MT
b Jenis Kelamin : Laki-laki
c Golongan / Pangkat / NIP : III b / Lektor
d Jabatan Fungsional : -
e Jabatan Struktural : -
f Fakultas / Program Studi : Teknik / Program Studi Jurusan Sipil
g Pusat Penelitian : Lembaga Penelitian UMA
3. Alamat Peneliti
a Alamat Kantor : Jalan Kolam No. 1 Medan
b Alamat Rumah : Jalan Bersama Gang Keluarga No 7.A
Medan
c Jumlah Anggota : -
- Lokasi Penelitian : Universitas Medan Area
Kerja Sama Dengan : Penelitian Mandiri
Lama Penelitian : 3 (Tiga) Bulan
Biaya Yang Diperlukan : Rp.3000.000.-
Sumber Dana : Universitas Medan Area

Mengetahui .
Dekan Fakultas Teknik

Ir.Hj.Haniza.MT

Medan, 20
Ketua Peneliti,


Ir.Kamaluddin Lubis.MT

Menyetujui.
Ketua Lembaga Penelitian

Ir.Roeswandy
NIP.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karuna-Nya yang telah memberikan petunjuk, kesehatan dan kekuatan sehingga laporan penelitian ini dapat diselesaikan. Kemacetan di jalan khususnya jalan diperkotaan utamanya dipersimpangan jalan yang mempunyai volume tinggi sering terjadi dimana-mana, malahan tidak memandang waktu lagi bukan saja terjadi pada waktu jam puncak, kadang sudah tidak memandang waktu lagi hal ini akan berdampak sekali terhadap kemacetan di jalan ataupun dipersimpangan jalan..

.Penelitian ini adalah mencoba mengkaji tentang penggunaan fase optimum pada suatu penentuan kemacetan dipersimpangan yang mempunyai kinerja tinggi

Semoga penelitian dapat berguna bagi penulis juga bagi pembaca khususnya paramahasiswa, namun penulis juga menyadari masih banyak kekurangan kritik dan saran diharapkan guha kesempurnaan penelitian ini. Semoga,

Medan Maret 2007

Peneliti,

Ir.Kamaluddin Lubis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Maksud dan tujuan	2
I.3. Permasalahan	3
I.4 Pembatasan Maaah	3
I.5. MetodePengumpulan Data	4
I.6 Kerangka Berpikir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Persimpangan	6
2.1 1.Persimpangan sebidang (Intersection at grade).	6
2.1 2 persimpannganTak sebidang (intercange).....	8
2 2 Komplik Lalu lintas	10
2.3 Tujuan pengatuiran persimpangan	11
2.4 Sistem pengaturan simpang	11
2.4.1 Pengaturan persimpangan tanpa lalu lintas	12
2.4.2 Pengaturan simpang dengan lalu lintas	14
2.5. Satuan Mobil Penumpang	14
2.6 Faktor Jam puncak	15

2.7 Kapasitas Persimpangan Jalan	15
2.8 Arus Jenuh.....	17
2.8.1 Rasio Arus/ Rasio Arus Jenuh	17
2.9 Waktu Siklus	18
2.10 Waktu Hijau (Green Time)	18
2.11 Fase lalulintas	19
2.1.1 Pengaturan Fase Sinyal	19
BAB.III METODE PENELITIAN	21
3.1. Lokasi Survey	21
3.2 Survey Lapangan	21
3.3. Klasifikasi Kendaraan.....	21
3.2.1 Parameter Yang Diukur	22
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Analisa'.....	25
4.2 Analisa Perhitungan Dengan Tiga Fase	27
4.3 Analisa Perhitungan Dengan Empat Fase	32
4.5 Analisa Perhitungan Fase Dengan Pendekatan Fase Optimum	38
BAB.V. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42

IAMPIRAN

ABSTRAK

Permasalahan kemacetan lalu lintas dipersimpangan jalan adalah merupakan suatu permasalahan yang tidak kalah penting dari persoalan transportasi terutama di kota besar maupun yang mempunyai jumlah kendaraan yang tinggi seperti hal kota Medan. Penanggulangan kemacetan lalu lintas dengan metode fase optimum lalu lintas pada persimpangan Amplas, ini adalah bertujuan untuk mengkaji serta mengetahui sejauh mana pengaruh traffic terhadap system pengaturan lalu lintas dipersimpangan Amplas serta untuk mendapatkan solusi terhadap kemacetan lalu lintas dipersimpangan dengan menggunakan fase optimum.

Fase optimum adalah merupakan suatu sistem fase dimana jumlah kendaraan yang melintas pada suatu persimpangan menggunakan jumlah kendaraan yang paling optimum serta mengupayakan fase lampu lalu lintas terhadap simpang yang paling maximum jumlah kendaraan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data-data primer yaitu data yang langsung diperoleh survey dilapangan juga data sekunder adalah data yang diambil dari instansi Dinas Perhubungan ataupun instansi terkaitnya lainnya yang dirangkum dalam suatu pengolahan serta analisa data yang mengacu kepada MKJI 1997.

Dari hasil penelitian yang dilakukan bahwa persimpangan Amplas menggunakan fase optimum yaitu 4 fase, dan volume lalu lintas yang paling maximum terlihat adalah terjadi pada hari senin yaitu pukul 07.00 – 08.00 pagi, yang menunjukkan bahwa kativitas simpang yang cukup tinggi.

Kata kunci: Fase Optimum Jalan, Kapasitas Persimpangan

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan disegala bidang yang secara terus menerus dilaksanakan, bahkan ditingkatkan dan diperluas, telah mendorong peningkatan kebutuhan transportasi yang sekaligus mendorong pula kebutuhan lalu lintas. Ketidak seimbangan prasarana (*jalan*) dan sarana transportasi merupakan salah satu penyebab terjadinya kemacetan lalu lintas pada persimpangan jalan, karena pada daerah tersebut banyak terjadi konflik.

Pada titik konflik ini sering terjadi kemacetan pergerakan arus lalu lintas. Sehingga persimpangan menempati proporsi utama dalam hal penyebab/keterlambatan (*delay*) lalu lintas. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu system pengaturan persimpangan yang tetap sesuai dengan komposisi, volume dan sifat lalu lintas yang dilaluinya.

Salah satu pengaturan lalu lintas pada persimpangan jalan adalah dengan lampu lalu lintas (*Traffic light*). Dengan adanya lampu lalu lintas pada persimpangan jalan maka kecelakaan, kemacetan dan kesemerautan lalu lintas dapat di tekan sekecil mungkin.

Volume lalu lintas yang tidak seimbang dengan kapasitas jalan yang melayaninya akan menimbulkan berbagai masalah, misalnya dengan seringnya

terjadi kemacetan arus lalu lintas khususnya pada persimpangan. Hal ini terjadi karena arus lalu lintas pada persimpangan selalu digunakan bersama-sama, maka sering terjadi masalah pada persimpangan karena adanya konflik arus lalu lintas yang satu dengan yang lain arah, khususnya kendaraan yang memotong dan kendaraan yang membelok.

Demikian pada persimpangan jalan Sisingamaraja Terminal Amplas yang selanjutnya disebut sebagai persimpangan Amplas, dimana pada persimpangan ini sering terjadi kemacetan lalu lintas pada pagi dan sore hari. Hal ini disebabkan karena arus kendaraan penumpang bus antar kota dengan angkutan umum yang keluar masuk terminal mempengaruhi kemacetan pada persimpangan Amplas. Sementara pengembangan sarana jalan tidak seimbang dengan pertumbuhan volume lalu lintas, sehingga persimpangan tidak dapat melayani volume lalu lintas pada saat jam-jam sibuk.

1.2. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui volume arus lalu lintas dan fase lampu lalu lintas pada persimpangan Amplas.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas Akhir ini adalah mengatasi kemacetan lalu lintas pada waktu jam puncak dengan penggunaan fase yang optimum dengan arus lalu lintas yang bergerak dari satu arah ke masing-masing tujuan.

1.3. Permasalahan

Sesuai dengan pengamatan yang dilakukan, persimpangan Amplas mempunyai beberapa permasalahan dengan kesemerautan lalu lintas, antara lain :

- 1 Volume lalu lintas pada persimpangan Amplas yang semakin meningkat.
- 2 Adanya toko-toko di sudut persimpangan yang letak parkirannya memakan badan jalan, sehingga dapat membuat kemacetan lalu lintas.
- 3 Traffic light yang tidak berfungsi sehingga banyak kendaraan secara bersamaan melewati persimpangan tanpa beraturan.

1.4. Pembatasan Masalah

Untuk mendapatkan suatu system pengaturan pada persimpangan jalan dan menyadari kompleksnya permasalahan yang ada pada persimpangan Amplas, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yaitu hanya melakukan analisa perencanaan sistem traffic light yang akan diterapkan untuk pengaturan arah pergerakan lalu lintas kendaraan, adapun yang mencakup permasalahan dalam pengaturan arah pergerakan lalu lintas kendaraan antara lain :

- 1 Volume lalu lintas pada saat jam-jam sibuk semakin meningkat, jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan persatuan waktu yang melewati jalan tersebut.
- 2 Faktor jam puncak (*Peak Hour Faktor*) yaitu jam-jam tertentu dimana sering terjadi kemacetan.
- 3 Waktu fase Optimum yaitu bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disesuaikan bagi kombinasi tertentu dari gerak lalu lintas.

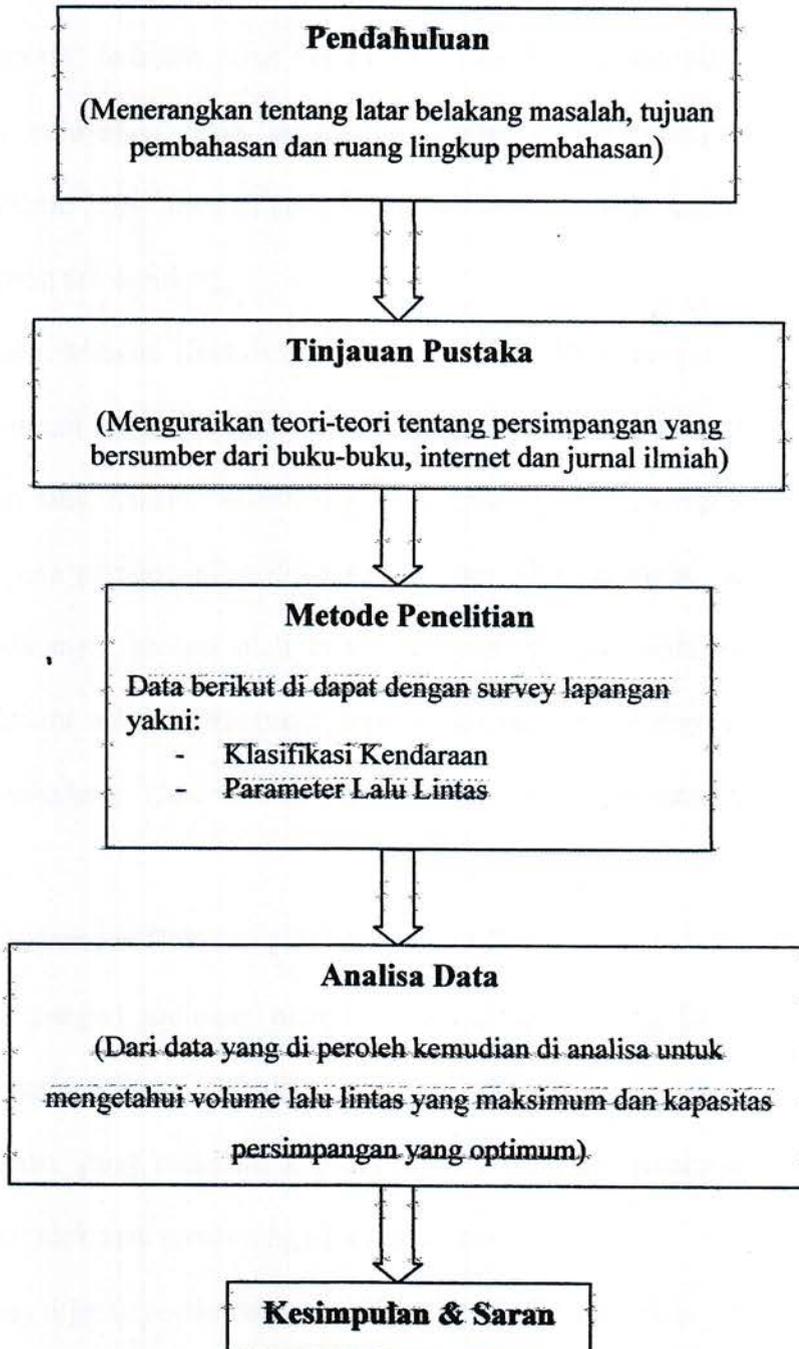
1.5. Metode Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian ini penulis menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data diantaranya :

- 1 Studi literature, yaitu pengambilan dan mengumpulkan data-data yang bersumber dari buku-buku, tentang persyaratan, koefisiensi dan rumus-rumus serta teori yang berhubungan dengan persimpangan.
- 2 Mengambil data melalui survey lapangan yang terdiri dari data geometric jalan dan volume kendaraan.
- 3 Mengambil data siklus lampu lalu lintas (Merah, Hijau dan Kuning).

1.6 Kerangka Berpikir.

Untuk memudahkan dalam pemahaman penelitian ini maka secara ringkas dapat dibuat kerangka berpikir seperti gambar 1.1 dibawah ini.



Gambar 1.1. Bagan Alir Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Persimpangan

Layanan transportasi pada daerah kota mengandalkan pada jaringan jalan (*Road Network*). Jaringan jalan terdiri atas ruas (*Link*) dan simpang (*Node*). Kemampuan pelayanan jalan sangat tergantung dari kemampuan ruas dan simpang, namun kapasitas jaringan lebih dipengaruhi oleh kapasitas simpang kecuali simpang tak sebidang.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) persimpangan adalah tempat pertemuan antara dua jalan atau lebih, dimana pertemuan tersebut akan menimbulkan titik konflik akibat arus lalu lintas pada persimpangan. Karena ruang jalan pada persimpangan digunakan secara bersama-sama, maka kapasitas ruas jalan biasanya dibatasi oleh kapasitas persimpangan pada masing-masing ujungnya. Secara umum pertemuan jalan terdiri dari dua katagori utama, yaitu pertemuan sebidang (*Intersection at grade*) dan pertemuan tak sebidang (*Intercange*).

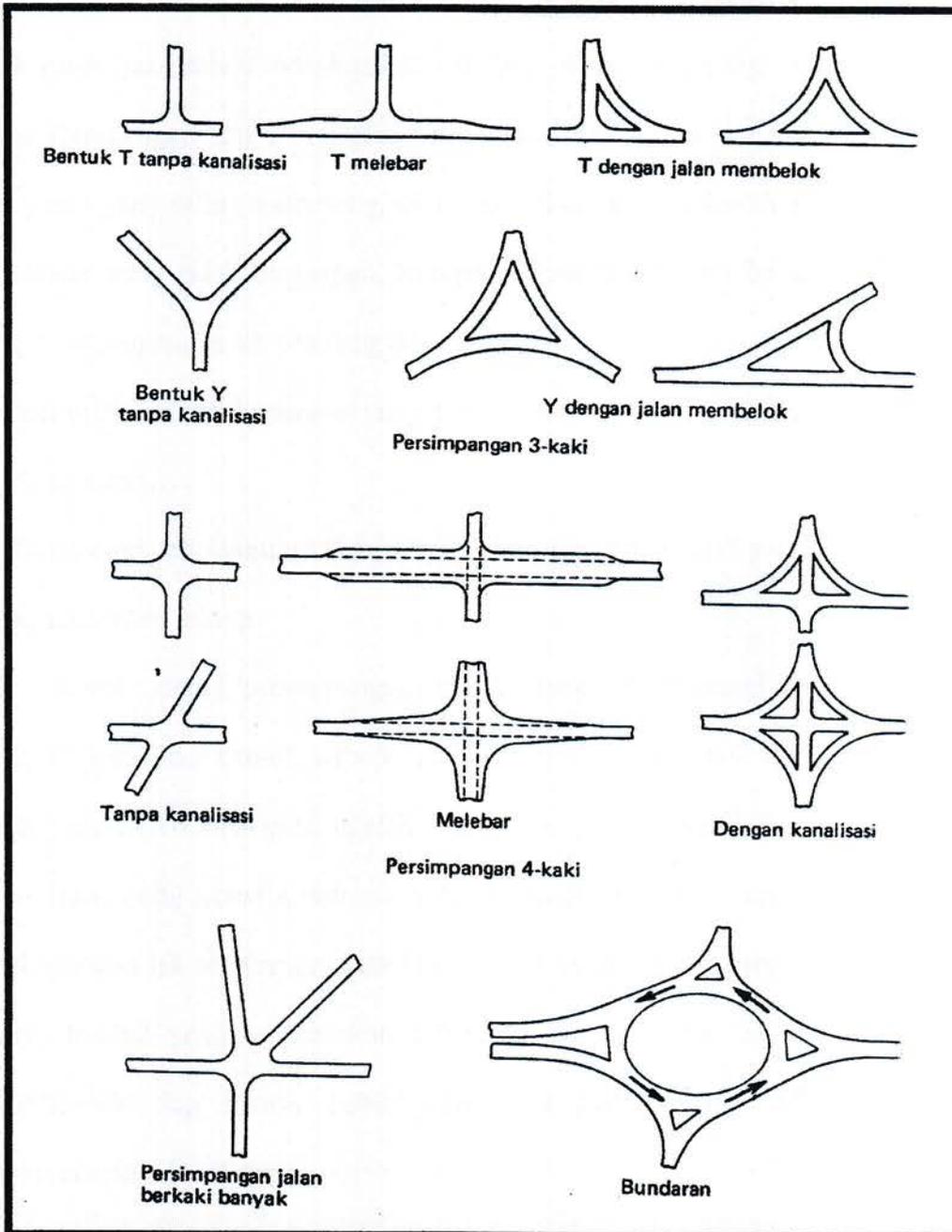
2.1.1. Persimpangan Sebidang (*Intersection At Grade*)

Persimpangan sebidang memiliki kaki simpang yang berada pada satu bidang yang sama. Keadaan ini akan menimbulkan berbagai masalah bila terjadi arus kendaraan yang melebihi kapasitasnya. Di daerah persimpangan terjadi gerakan membelok atau memotong arus lalu lintas.

Berbagai jenis persimpangan sebidang mereflesikan pola pengaturan dari jalan, derajat pemisahan dari gerakan-gerakan tertentu, volume lalu lintas yang

harus ditampung dan kecepatan serta jumlah yang disediakan untuk sarana itu.

Beberapa jenis pertemuan dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Jenis-jenis persimpangan sebidang

Sumber : Oglesby, C.H, 1999

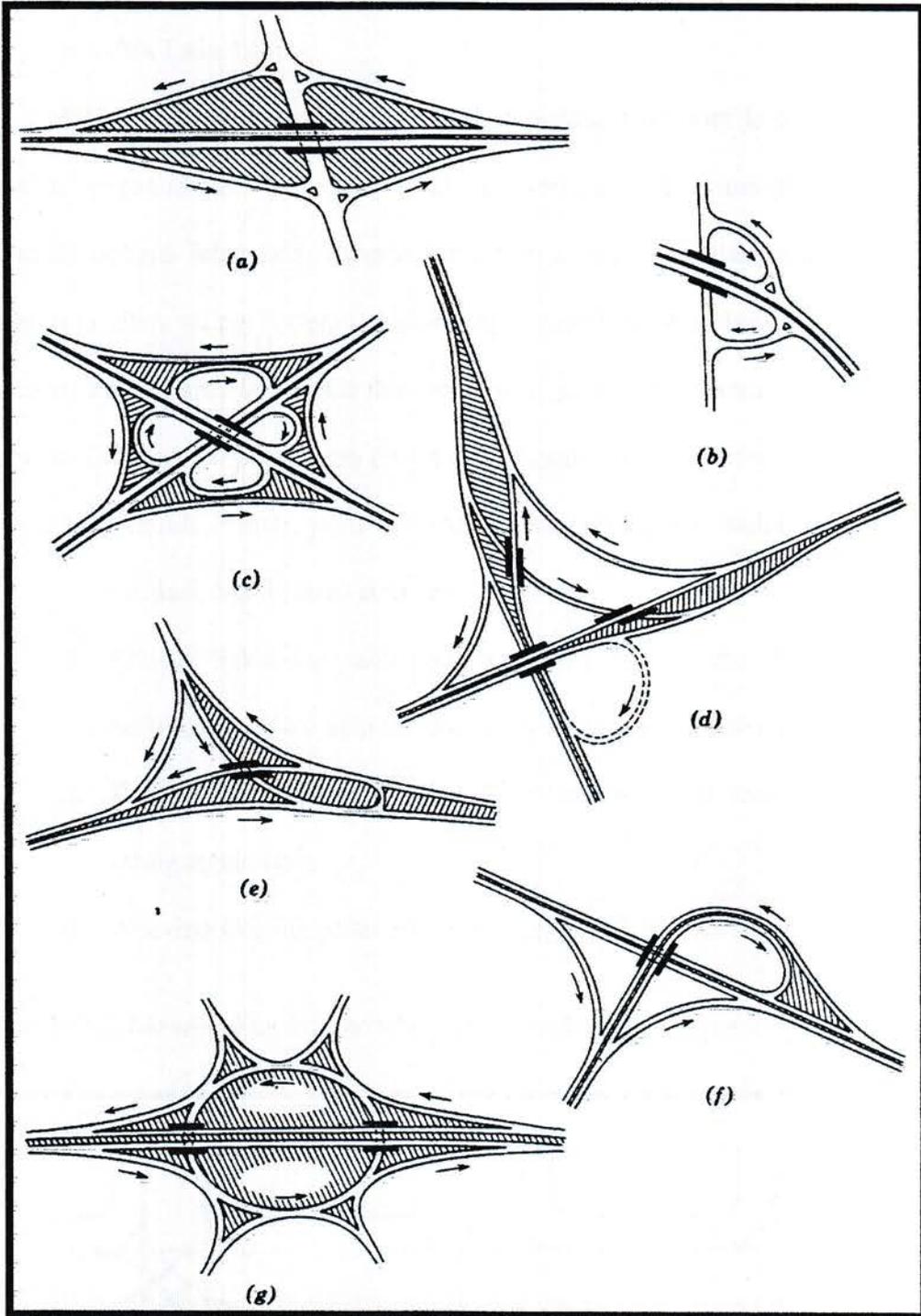
Permasalahan yang sering terjadi pada arus pertemuan sebidang adalah timbul titik konflik dalam pergerakan kendaraan.

2.1.2. Persimpangan Tak Sebidang (*Intercange*)

Persimpangan ini bertujuan untuk mengurangi titik konflik atau bahaya belok kanan yang selalu menghambat lalu lintas jalan, mengurangi kemacetan lalu lintas. Keuntungan lain dari persimpangan tak sebidang ini adalah tidak adanya jalur gerak yang saling memotong, maka kecelakaan dapat dikurangi, dengan arus lalu lintas yang tidak terganggu, kecepatan kendaraan akan bertambah besar. Fungsi persimpangan tak sebidang adalah :

1. Menyediakan persimpangan tak sebidang pada pertemuan dua atau lebih lalu lintas arteri.
2. Mempermudah kemungkinan perpindahan kendaraan dari suatu jalan arteri ke jalan arteri lainnya.

Desain untuk persimpangan tak sebidang dipengaruhi banyak factor, meliputi pemilihan bentuk terbaik yang sesuai dengan situasi tertentu. Faktor-faktor yang dipertimbangkan adalah topografi medan, proyeksi dan karakter lalu lintas, lahan yang tersedia, dampak terhadap daerah sekitarnya serta keseluruhan. Persimpangan tak sebidang merupakan fasilitas yang mahal, karena bervariasinya lokasi, hal-hal yang menentukan dibuatnya persimpangan tak sebidang bisa berbeda-beda tiap lokasi. Lebih jelas lihat pada gambar 2.2. Jenis-jenis persimpangan tak sebidang.



Gambar 2.2 Jenis-jenis Pertemuan tak sebidang

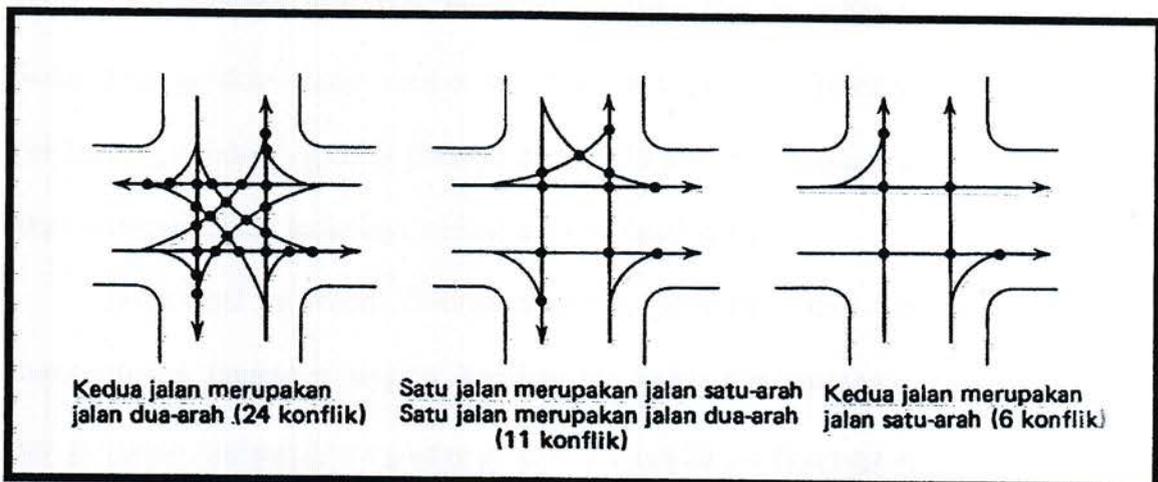
Sumber : Oglesby, C.H, 1999

2.2. Konflik Lalu Lintas

Jalan sebagai sarana pendukung lalu lintas, agar arus lalu lintas dapat berjalan dengan lancar. Suatu jalan tidak akan terlepas dari kemungkinan bertemu (*Konflik*) dengan jalan lain, dengan bertemunya dua jalan atau lebih arus lalu lintas juga akan saling bertemu. Untuk dapat memberikan pelayanan yang baik maka pertemuan arus lalu lintas dan pertemuan jalan harus direncanakan sebaik-baiknya. Terdapat Empat macam pertemuan / konflik arus lalu lintas, antara lain :

1. Konflik Primer yaitu titik pada lintasan dimana mulai memisahkan menjadi dua lintasan atau bercabang.
2. Konflik Sekunder yaitu pertemuan dua lintasan dari dua arah yang berlainan menjadi satu lintasan yang sama atau bergabung.
3. Konflik Persimpangan yaitu perpotongan dua lintasan lurus yang saling tegak lurus.
4. Weaving Konflik yaitu titik perpotongan dalam arah sejajar.

Gambar 2.3. Menunjukkan titik konflik utama dan kedua pada persimpangan



Gambar 2.3. Titik Konflik pada persimpangan

2.3. Tujuan Pengaturan Simpang

Tujuan utama dari pengaturan simpang adalah untuk menjaga keselamatan arus lalu lintas dengan memberikan petunjuk yang jelas terarah, tidak menimbulkan keraguan bagi pengemudi untuk bergerak. Pengaturan lalu lintas dipersimpangan dapat dicapai dengan menggunakan lampu lalu lintas, maka jalan dan rambu-rambu yang mengatur, mengarahkan dan memperingatkan pengemudi. Selanjutnya dari pemilihan bentuk simpang dapat ditentukan dengan tujuan yang ingin dicapai antara lain :

1. Mengurangi dan menghindarkan kemungkinan terjadinya kecelakaan karena titik konflik.
2. Menjaga kapasitas persimpangan agar dalam operasinya dapat dicapai pemanfaatan persimpangan sesuai dengan rencana.
3. Memberikan petunjuk yang jelas dan pasti serta dalam mengarahkan lalu lintas pada arah yang sesuai dan aman.

2.4. Sistem Pengaturan Simpang

Dari gerakan arus lalu lintas menunjukkan bahwa beberapa kendaraan melakukan gerakan yang memotong arus lain serta membelok pada suatu persimpangan jalan. Apabila gerakan pada kaki-kaki persimpangan jalan besar, akan mengakibatkan terjadinya kemacetan dan kecelakaan.

Dalam hal ini seperti dibutuhkan sistem pengaturan arus lalu lintas guna mengimbangi tingginya tingkat konflik pada persimpangan jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan atau pejalan kaki.

1 Pengaturan Simpang tanpa lampu lalu lintas.

2 Pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas.

2.4.1. Pengaturan Simpang Tanpa Lampu Lalu Lintas

Persimpangan dengan volume lalu lintas yang lebih kecil pengaturan dilakukan tanpa lampu lalu lintas karena system ini cukup efektif dan efisien. Namun ada beberapa bentuk pengaturan lain secara rinci dapat dibedakan sebagai berikut :

A Aturan Preoritas

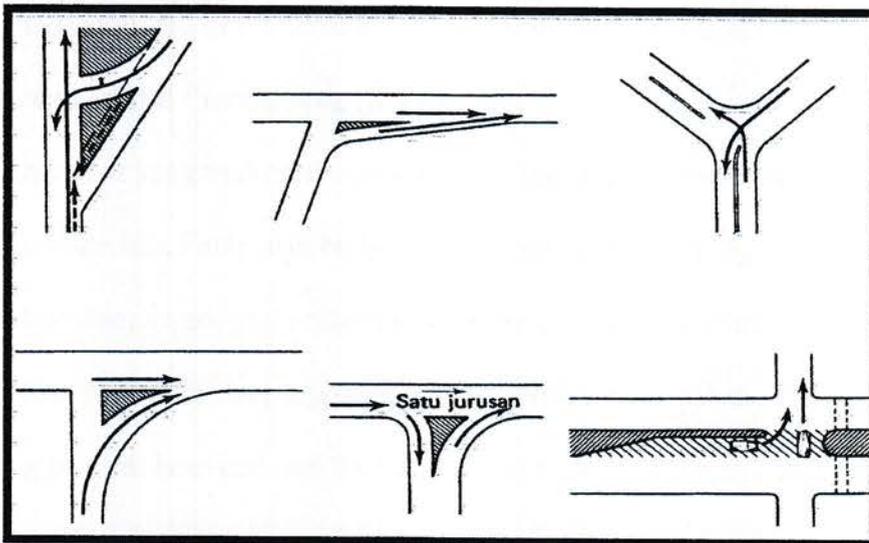
Ketentuan dari aturan ini sangat mempengaruhi kelancaran pergerakan arus lalu lintas yang saling berpotongan, terutama pada simpang yang merupakan perpotongan dari ruas-ruas jalan yang mempunyai kelas yang sama. Sampai saat ini di Indonesia menggunakan aturan dan preoritas bagi kendaraan yang datang dari sebelah kiri, walaupun dalam kenyataanya ketentuan ini tidak berjalan. Sehingga hal ini menimbulkan kesulitan dalam analisa simpang yang menyangkut parameter kapasitas simpang.

B Rambu Lalu Lintas

Rambu-rambu dan marka jalan sangat penting karena mengarahkan pengemudi sehingga lalu lintas kendaraan terhindar dari kecelakaan. Pentunjuk ini sebaiknya dimulai sebelum simpang, sehingga pengemudi dapat memperoleh informasi dan dapat di bimbing melewati lintasan jalur yang sesuai dengan petunjuk. Permasalahan yang timbul adalah pengemudi tidak dapat menangkap pesan yang cukup konfleks pada kecepatan tinggi karena pendeknya jarak pandang, terutama pada jalan yang membelok. Contohnya penggunaan rambu yield (*yield signs*) yang digunakan untuk melindungi arus lalu lintas pada suatu ruas jalan yang berpotongan tanpa harus berhenti secara penuh sebelum memasuki simpang.

C Persimpangan Dengan Kanalisasi

Kanalisisasi atau penyaluran banyak digunakan pada persimpangan yang terdapat volume lalu lintas yang tinggi untuk ukuran pertemuan yang besar, Manfaatnya adalah untuk memisahkan atau pengaturan terhadap aliran kendaraan yang saling konflik kedalam rute-rute jalan yang jelas dengan menempatkan beton pemisah atau rambu perkerasan untuk menciptakan pergerakan yang aman dan teratur bagi kendaraan dan pejalan kaki. Kanalisasi juga sebagai petunjuk jalur gerak yang harus diikuti kendaraan melalui pertemuan, memperbesar keamanan gerak dan kecepatan kendaraan sehingga dapat menambah kapasitas kendaraan dipersimpangan tersebut. Gambar 2.4. Memberikan contoh spesifik mengenai persimpangan yang dikanalisasi.



Gambar 2.4. Jenis-Jenis Persimpangan yang dikanalisasi

Sumber : Oglesby, C.H, 1999.

D Bundaran

Suatu bundaran biasanya ditempatkan pada persimpangan tiga buah cabang jalan atau lebih. Bundaran adalah suatu jalan satu arah yang mengelilingi sebuah pulau (*central island*). Bundaran berfungsi sebagai rangkaian ruas menyelisip berbentuk melengkung yang ditempatkan saling bersambung. Pada volume lalu lintas yang rendah, bundaran dapat mengurangi kelambatan dengan cara mengganti lintasan kendaraan yang langsung memotong lalu lintas lain dengan mengintari bundaran (*weaving*).

2.4.2. Pengaturan Simpang Dengan Lampu Lalu Lintas

Pada persimpangan jalan pada umumnya dilengkapi dengan lampu lalu lintas, yang didefinisikan sebagai semua peralatan lalu lintas yang menggunakan tenaga listrik kecuali rambu dan marka jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan bermotor atau pejalan kaki. Setiap pemasangan lampu lalu lintas bertujuan untuk memenuhi satu atau lebih fungsi-

2.5. Satuan Mobil Penumpang (SMP)

Kendaraan yang melintasi suatu jalan berlainan jenis, maka pengaruhnya terhadap keadaan lalu lintas juga berbeda. Maka untuk menghitung jumlah kendaraan dipersimpangan perlu dibuat penyeragaman satuan, dalam hal ini disebut Satuan Mobil Penumpang (SMP), dan untuk mendapatkan satuan mobil penumpang perlu di konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang, digunakan koefisien

2.6. Faktor Jam Puncak (PHF)

Faktor jam puncak (*Peak Hour Factor / PHF*) dapat didefinisikan sebagai perbandingan volume lalu lintas rata-rata selama jam sibuk dengan volume maksimum

yang pernah terjadi selama periode waktu yang sama. Dalam menganalisa kapasitas, PHF ditetapkan berdasarkan periode waktu 15 menit, untuk mendapatkan nilai PHF untuk suatu persimpangan diambil dalam interval 15 menit selama 1 jam.

$$PHF = \frac{V_t}{4.V} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :PHF = Faktor jam puncak

V_t = Volume total selama jam puncak

V = Volume puncak selama 15 menit

Nilai *Peak Hour Faktor (PHF)* yang ideal dipakai pada beberapa tingkat pelayanan jalan dan tingkat pelayanan persimpangan dengan memakai lampu lalu lintas ditentukan dalam masa penundaan atau perlambatan (*Delay*).

2.7. Kapasitas Persimpangan Jalan

Kapasitas yang didefinisikan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, sebagai jumlah maksimum saat manusia atau kendaraan secara rasional diharapkan dapat melalui suatu fisik bagian jalur yang seragam dari jalan raya untuk jangka waktu tertentu pada kondisi jalan, lalu lintas dan kondisi pengendalian saat itu. Dalam menganalisa menggunakan periode waktu selama 15 menit dengan mempertimbangkan waktu tersebut merupakan interval terpendek selama arus yang ada stabil.



Pada perhitungan kapasitas harus ditetapkan bahwa kondisi jalan lalu lintas dan system pengendalian tetap, hal-hal yang terjadi membuat satu perubahan kondisi yang ada mengakibatkan terjadinya perubahan kapasitas pada fasilitas tersebut. Sangat dianjurkan dalam penentuan kapasitas suatu fasilitas kondisi perkerasan dan cuaca dalam keadaan baik.

Kapasitas secara menyeluruh dari suatu persimpangan merupakan akomodasi dari gerakan yang utama dan membandingkan terhadap bagian dari kaki lajur yang ada. Kondisi lalu lintas mencakup volume setiap kaki persimpangan, distribusi gerakan lalu lintas (ke kiri, lurus dan ke kanan), tipe distribusi kendaraan dalam setiap gerakan, lokasi dan penggunaan pemberhentian bus, daerah penyeberangan pejalan kaki dan tempat-tempat parkir di daerah persimpangan tersebut.

Kapasitas untuk persimpangan bersinyal berdasarkan pada konsep arus jenuh (*saturation flow*) dan tingkat arus jenuh (*saturation flow rate*). *Saturation flow rate* didefinisikan sebagai *rate of Flow* maksimum yang dapat melalui setiap kaki persimpangan atas group lajur yang diasumsikan mencapai 100 % waktu nyata yang dinyatakan sebagai *effective green time*. Kapasitas dari suatu pendekat persimpangan bersinyal dapat dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$C = \frac{S \cdot g}{c} \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :C = Kapasitas (smp / jam)

S = Arus Jenuh (smp / jam)

g = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus

2.8. Arus Jenuh

Bila masa lampu hijau hidup maka semua kendaraan akan bergerak dan mengambil beberapa waktu untuk memulai bergerak dan melanjutkan pergerakan dengan arus yang kecepatannya cukup normal. Tetapi setelah beberapa detik barisan kendaraan ditugaskan untuk mengurangi pada kecepatannya lebih banyak atau lebih kurang, maka ini disebut kejenuhan arus lalu lintas. Kejenuhan arus lalu lintas dapat di peroleh jika kendaraan di jalan raya. Untuk mendekat terlindung arus jenuh dasar ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$S = 600 \times W_e \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :S = Arus Jenuh Dasar (smp/jam)

W_e = Lebar efektif (m)

2.8.1. Rasio Arus / Rasio Arus Jenuh

Rasio arus/rasio arus jenuh sangat diperlukan dalam menentukan rasio fase untuk masing-masing fase. Rasio arus jenuh dalam fase ini dapat ditentukan dengan perbandingan arus lalu lintas kritis dengan arus jenuh dasar simpang.

Arus simpang dapat dihitung sebagai jumlah rasio arus kritis (Tertinggi) untuk semua fase sinyal yang beraturan dalam suatu siklus.

$$FR = Q/S \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :FR = Rasio Arus

Q = Arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh dasar (smp/jam)

PR = Rasio fase

Rasio fase dapat ditentukan dengan perbandingan arus kritis dengan arus rasio jenuh simpang.

$$PR = \frac{FR}{\sum FR_{crit}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Dimana : PR = Rasio fase

FR = Rasio arus

$\sum FR_{crit}$ = Jumlah rasio arus

2.9. Waktu Siklus

Siklus adalah jumlah waktu dari fase, pengaturan fase menunjukkan pada rangkaian lengkap operasi lampu lalu lintas dimana persimpangan di atur. Waktu siklus dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut .

$$c = \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - \sum FR_{crit}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana : c = Waktu siklus (detik)

LT1 = Jumlah waktu hilang per siklus

$\sum FR_{crit}$ = Jumlah rasio arus

2.10. Waktu Hijau (*Green Time*)

Waktu hijau yaitu untuk memberikan hak jalan kepada satu atau kombinasi aliran lalu lintas dan panjang fase lampu hijau ditambah interval perubahanya dalam detik. Waktu hijau dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$gi = (c - LT1) \times PR \dots\dots\dots(2.7)$$

Dimana : gi = Tampilan waktu hijau pada fase (detik)

c = Waktu siklus (detik)

LT1 = Jumlah waktu hilang per siklus (detik)

PR = Rasio fase

2.11. Fase Lalu Lintas

Fase adalah suatu periode dimana suatu kelompok atau beberapa kelompok kendaraan di beri prioritas bersama-sama. Dalam satu arah atau gerakan dari arus lalu lintas yang terjadi dalam satu siklus lampu lalu lintas.

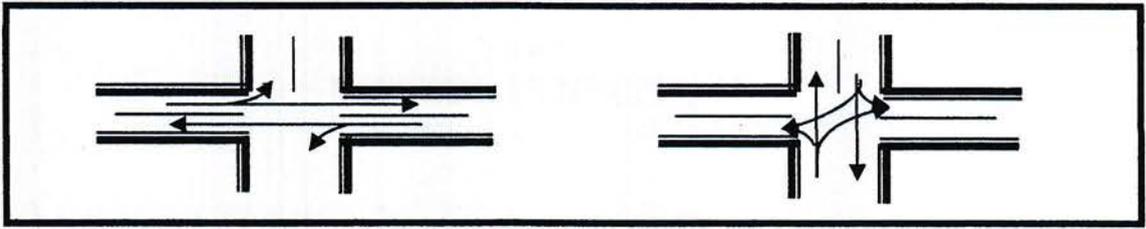
Pada sinyal-sinyal waktu tetap setiap tahap menerima sejumlah alokasi waktu, sedangkan pada sinyal yang digerakan oleh lalu lintas suatu tahap berakhir atau bila alokasi waktunya habis.

Penentuan fase dari sinyal sering mempunyai pengaruh besar terhadap tingkat pelayanan dan keselamatan lalu lintas pada persimpangan dibandingkan tipe pengendalian, waktu hilang dipersimpangan meningkat dan rasio waktu hijau untuk masing-masing fase turun untuk setiap penambahan fase. Karena sinyal paling efisiensi jika dioperasikan dengan jumlah minimum (dua) fase, yaitu hanya memisahkan konflik primer.

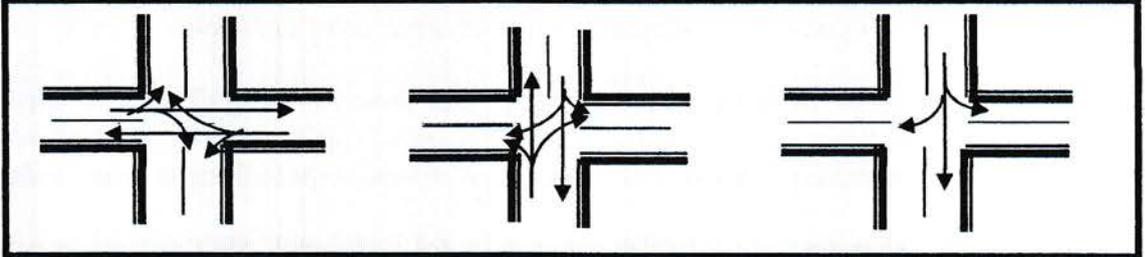
Fase merupakan bagian dari siklus apabila suatu kombinasi perintah sinyal tertentu adalah tahap konstan. Hal ini memiliki pada awal dari periode hijau yang berikutnya. Siklus adalah jumlah waktu dari fase, pengaturan fase menunjukkan pada rangkaian lengkap operasi lampu lalu lintas dimana persimpangan di atur.

2.11.1. Pengaturan Fase Sinyal

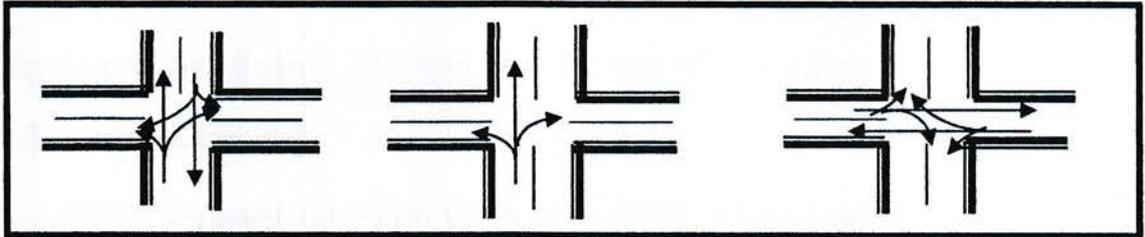
Fase sinyal adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan-pergerakan lalu lintas yang menerima hak prioritas jalan selama interval waktu atau lebih. Gambar 2.5 . Memperlihatkan contoh pengaturan fase sinyal untuk beberapa kasus karakteristik pada persimpangan.



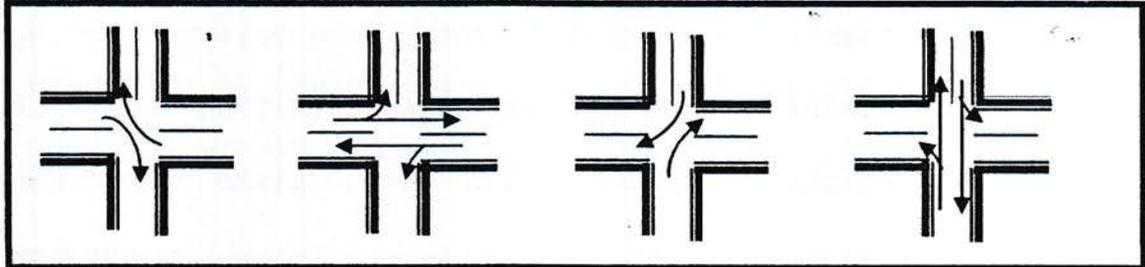
a. Pengaturan dua fase hanya konflik primer yang dipisahkan.



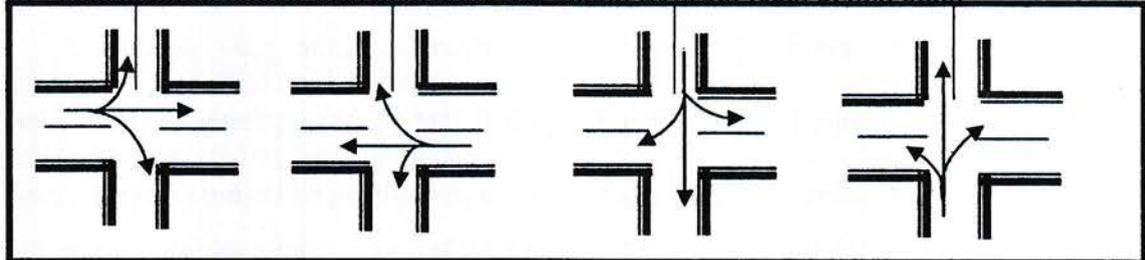
b. Pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekatan, agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan.



c. Pengaturan tiga fase dengan start dini dari pendekatan agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini.



d. Pengaturan empat fase dengan belok kanan terpisah pada kedua jalan



Gambar 2.5. Pengaturan Fase Sinyal Pada Persimpangan (a,b,c,d dan e)

Sumber : Manual Kapasitas Jalan Raya (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta 1997

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Survey

Survey dilakukan pada keempat persimpangan jalan Sisingamangaraja XII dengan jalan Tanjung Morawa dan pada persimpangan jalan Patumbak dengan jalan Pertahanan. Keempat persimpangan jalan tersebut merupakan persimpangan dengan traffic light. Pemilihan lokasi tersebut dilakukan karena sering terjadinya kemacetan lalu lintas. Lokasi keempat persimpangan dekat dengan Terminal Terpadu Amplas, Stasiun Angkutan Kota dan Angkutan Luar Kota.

3.2. Survey Lapangan

Survey lapangan dilakukan untuk menghitung jumlah kendaraan dan jenis kendaraan yang melewati keempat persimpangan menurut arah pergerakan belok kiri, belok kanan atau terus. Karena keempat persimpangan tersebut merupakan jalan dua arah, pengamatan volume lalu lintas dilakukan dengan cara menempatkan beberapa orang untuk melakukan pengamatan pada kaki persimpangan.

1.3 Klasifikasi Kendaraan

Kendaraan yang melintasi suatu jalan persimpangan berlainan jenis maka pengaruhnya terhadap keadaan lalu lintas juga berbeda, untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati persimpangan perlu diklasifikasikan antara lain :

Sepeda Motor, Mobil Kendaraan Umum / Kendaraan Pribadi , Bus, Truk Ringan (< 5 Ton), Truk Sedang (> 5 Ton), Truk Berat (> 10 Ton), Kendaraan Tak Bermotor

Pengukuran lebar jalan dilakukan secara manual, yaitu dengan menggunakan pita ukur pada saat lalu lintas sepi, sehingga tidak mengganggu arus lalu lintas dan juga keselamatan.

3.2.1. Parameter Yang Diukur

Dalam survey lapangan untuk pengambilan data parameter-parameter yang diukur antara lain :

Volume lalu lintas, yaitu jumlah kendaraan yang melewati kedua persimpangan secara serentak dengan interval waktu 15 menit pada waktu

Pagi, antara jam 7.⁰⁰ – 9.⁰⁰ wib.

Siang, antara jam 11.⁰⁰ – 13.⁰⁰ wib.

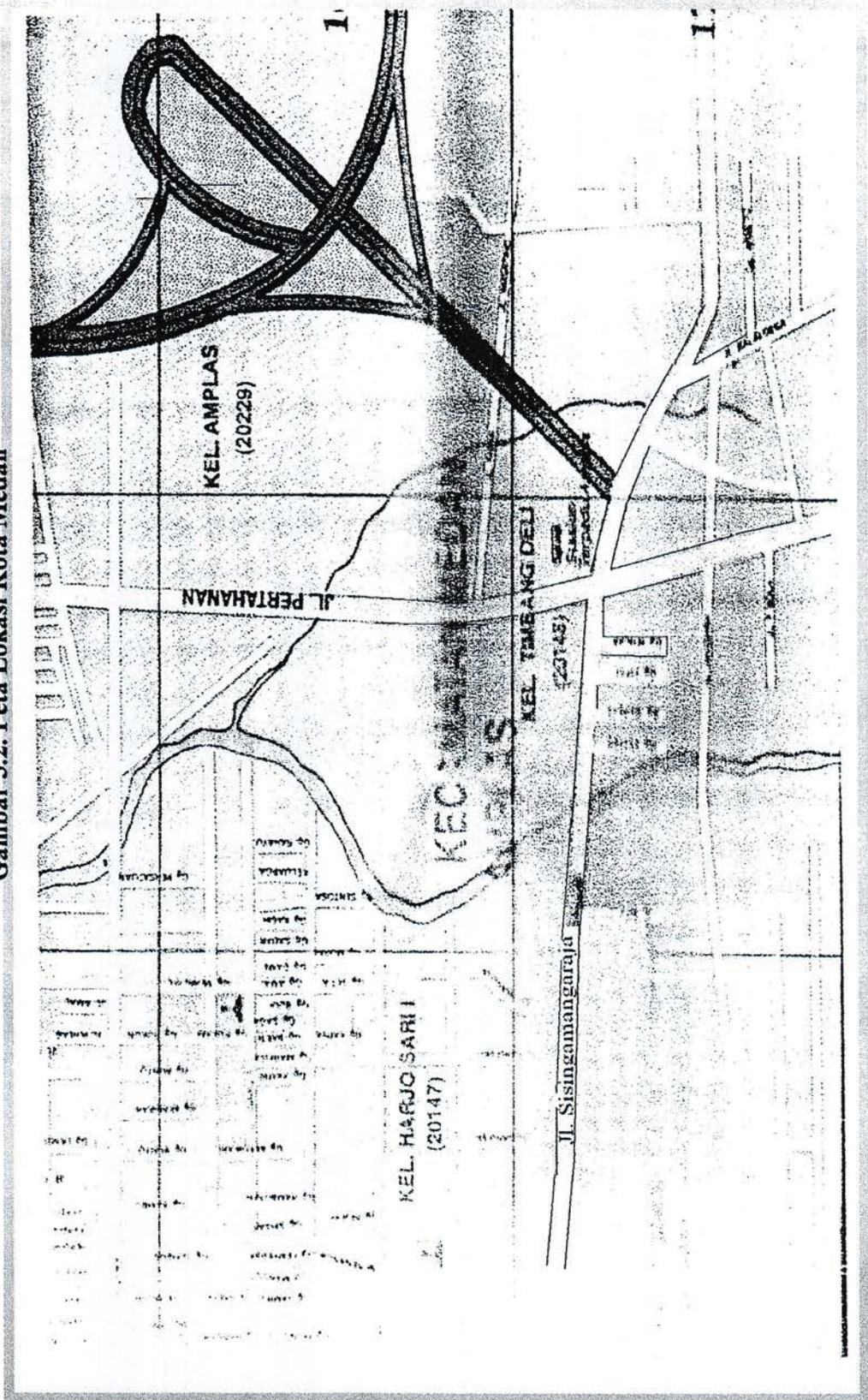
Sore, antara jam 16.⁰⁰ – 18.⁰⁰ wib.

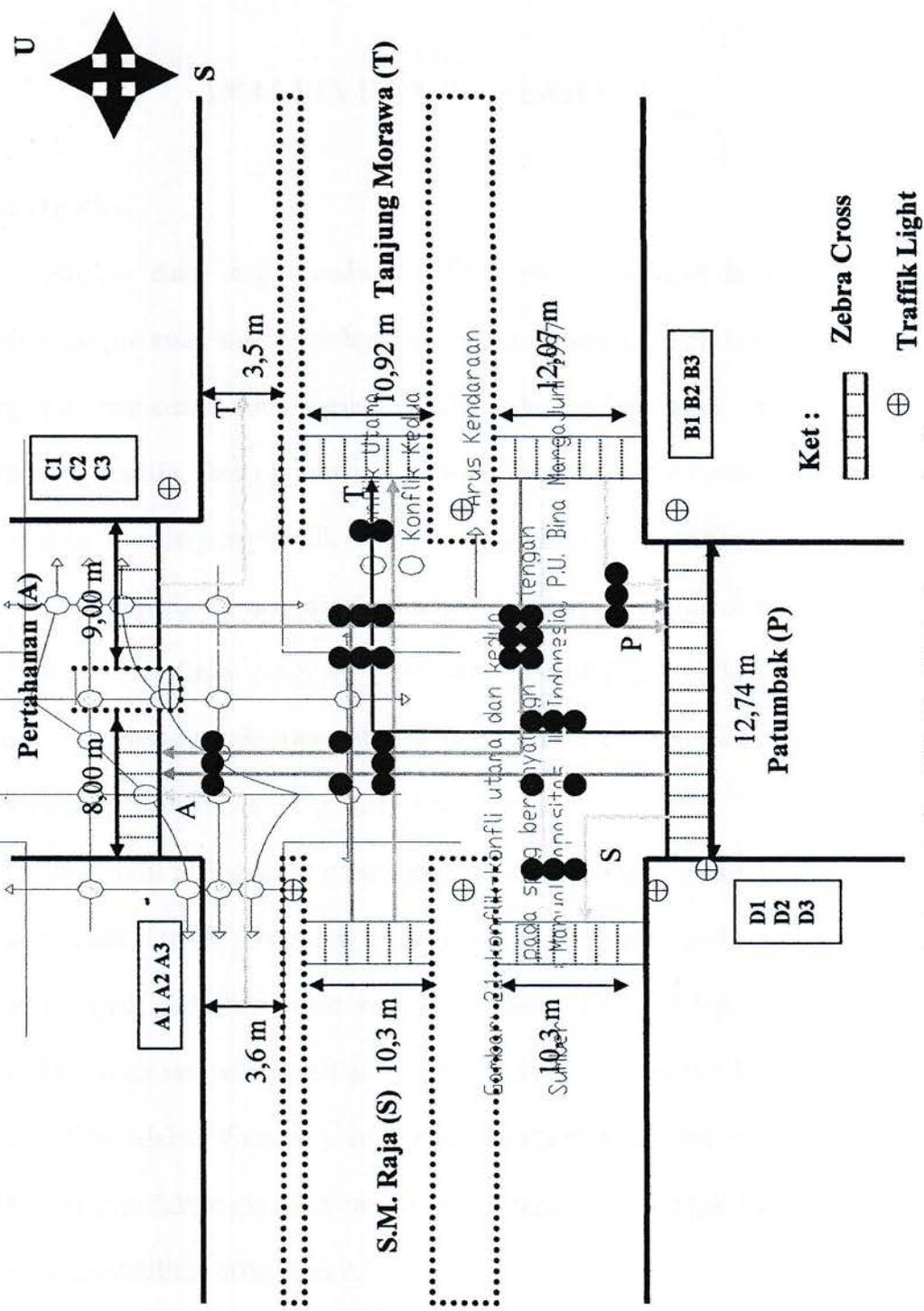
Pagi, antara jam 7.⁰⁰ – 9.⁰⁰ wib.

Siang, antara jam 11.⁰⁰ – 13.⁰⁰ wib.

Sore, antara jam 16.⁰⁰ – 18.⁰⁰ wib.

Gambar 3.2. Peta Lokasi Kota Medan





Gambar 3.1. Sket Titik Konflik Persimpangan Ampelas

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

IV.1. Analisa.

Analisa data yang dimaksud dalam bab ini meliputi langkah-langkah perhitungan perencanaan terhadap data yang diperoleh dari lapangan, untuk mengatasi kemacetan yang sering terjadi pada persimpangan amplas dengan pendekatan melalui fase optimum lalu lintas. Pemilihan fase optimum lalu lintas berdasarkan kondisi yang terjadi dilapangan dan mengacu pada hasil perhitungan.

Data lapangan yang dipakai dalam perhitungan perencanaan ini adalah data volume lalu lintas (smp/jam) dan data geometrik jalan. Data volume jam puncak yang terbesar disetiap interval waktu puncak, merupakan data sampel perhitungan penentuan Fase Optimum Lalu Lintas.

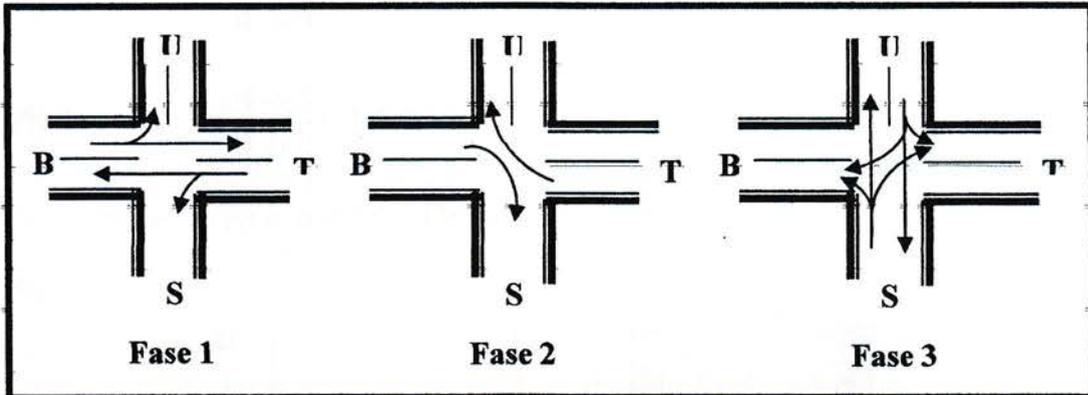
Dari hasil pengamatan yang diperoleh dari lapangan menunjukkan bahwa Volume Lalu Lintas (smp/jam) maksimum yang terjadi pada persimpangan Amplas, terjadi pada hari senin tanggal 15 Desember 2008 Pukul 07.⁰⁰ – 08.⁰⁰ wib. Maka data sampel perhitungan penentuan Fase optimum lalu lintas yang akan dipakai adalah Volume Lalu Lintas (smp/jam) pada hari senin, setelah di kalikan dengan faktor ekivalen satuan mobil penumpang (smp). Untuk itu lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Volume lalu lintas (smp/jam) yang terbesar pada hari senin, 15 Desember 2008

Interval	Barat/SM. Raja				Timur/T. Morawa				Utara/Perumahan				Selatan/Patumbak			
	Utara	Timur	Selatan	Vol	Selatan	Barat	Utara	Vol	Timur	Selatan	Barat	Vol	Barat	Utara	Timur	Vol
7.00-7.15	156,5	496	95,5	748	56,5	344	89,5	490	175,5	43	123	341,5	66	31	24,5	121,5
7.15-7.30	216	503	98,5	817,5	33	401	149,5	583,5	192,5	31,5	77	301	70	15	21,5	106,5
7.30-7.45	217,5	488	78	783,5	27	402,5	123	552,5	167,5	28	208	403,5	65,5	26	50,5	142
7.45-8.00	224,5	380,5	48	653	43,5	328	97	468,5	144,5	52,5	155	352	72,5	6	26	104,5
Vol/jam	814,5	1868	320	3002	160	1476	459	2094,5	680	155	563	1398	274	78	122,5	474,5
8.00-8.15	219	331	118	668	79	347,5	77	503,5	127	32	154,5	313,5	71,5	36,5	24	132
8.15-8.30	172	388	100,5	660,5	49	221,5	73,5	344	135,5	20	134	289,5	70,5	21	37	128,5
8.30-8.45	130,5	355,5	59	545	47	524,5	89	660,5	142	22,5	169	333,5	55,5	34,5	25	115
8.45-9.00	183	374,5	81,5	639	59,5	315	96	470,5	99	37	153	289,5	63,5	18,5	41	123
Vol/jam	704,5	1449	359	2513	234,5	1408,5	335,5	1978,5	503,5	111,5	610,5	1226	261	110,5	127	498,5
11.00-11.15	220	336,5	95,5	652	89	349	93	531	93	33,5	141	267,5	94,5	45,5	37	177
11.15-11.30	138,5	298,5	70	507	69,5	314,5	67,5	451,5	74,5	14	147	235,5	83	13,5	17,5	114
11.30-11.45	123	360,5	66,5	550	82,5	247,5	108	438	66,5	7	128	201,5	39	8	37,5	84,5
12.45-12.00	108	410	56,5	574,5	64,5	314,5	65	444	94,5	4	84,5	183	64,5	6	17	87,5
Vol/jam	589,5	1406	288,5	2284	305,5	1225,5	333,5	1864,5	328,5	58,5	500,5	887,5	281	73	109	463
12.00-12.15	136	507	76	719	47,5	287	85,5	420	70	11	111,5	192,5	76	10	44	130
12.15-12.30	139,5	366	73,5	579	48	361	103	512	74	24	125	223	67	5,5	44,5	117
12.30-12.45	166	408,5	85	659,5	35,5	282	88,5	406	92	23,5	113	228,5	80	23,5	45	148,5
12.45-13.00	127	344,5	67	538,5	64,5	305	79	448,5	73	9	136,5	218,5	85,5	11,5	47,5	144,5
Vol/jam	586,5	1626	301,5	2496	195,5	1235	356	1786,5	309	67,5	486	862,5	308,5	50,5	181	540
16.00-16.15	220,5	554,5	51,5	826,5	89	610	88	787	67,5	24,5	121,5	213,5	118	27	51,5	196,5
16.15-16.30	78	413,5	64	555,5	77,5	212	84,5	374	86,5	58	146	290,5	116	11	54,5	181,5
16.30-16.45	163,5	361	61,5	586	65	252	108	425	61,5	27	134,5	223	103,5	32,5	53	189
16.45-17.00	150	394,5	78	622,5	68	323,5	82	437,5	90	40	141,5	271,5	60	26	36	122
Vol/jam	612	1724	255	2591	299,5	1397,5	362,5	2059,5	305,5	149,5	543,5	998,5	397,5	96,5	195	689
17.00-17.15	147,5	476	63	686,5	51,5	359	119,5	530	90	39	128,5	257,5	109,5	44,5	40	194
17.15-17.30	159,5	412,5	93,5	665,5	32	373	116	521	85,5	24	158	267,5	114	4,5	18,5	137
17.30-17.45	191,5	408,5	94,5	694,5	69,5	397,5	74,5	541,5	53	3,5	138,5	195	136,5	1,5	29,5	181
17.45-18.00	132,5	375	115	622,5	44	370,5	99	513,5	54,5	11	125	190,5	85,5	33	28,5	147

4.2. Analisa Perhitungan Dengan Tiga Fase

Tahap berikut ditetapkan untuk merancang lampu lalu lintas waktu tetap untuk instalasi tiga fase, dengan belok kanan terpisah pada salah satu jalan, dan dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Karakteristik pengaturan 3 fase dengan belok kanan terpisah pada Salah satu jalan

Sumber : Data hasil Penelitian dilapangan 2009

Keterangan Arah :

B = Jl. S.M. Raja

U = Jl. Pertahanan

T = Jl. T. Morawa

S = Jl. Patumbak

1. Faktor Jam Puncak (PHF) Pada Pukul 7.⁰⁰ – 8.⁰⁰

Jumlah kendaraan yang memasuki persimpangan selama jam puncak dengan empat kali jumlah kendaraan yang masuk selama periode 15 menit. Nilai PHF diambil dari Tabel 4.1. (Data Volume lalu lintas)

$$PHF = \frac{V_t}{4.V'}$$

Dimana : V_t = Volume total selama jam puncak

V' = Volume puncak interval waktu 15 menit

$$PHF_{\text{Barat}} = \frac{3002}{4.817,5} = 0,918$$

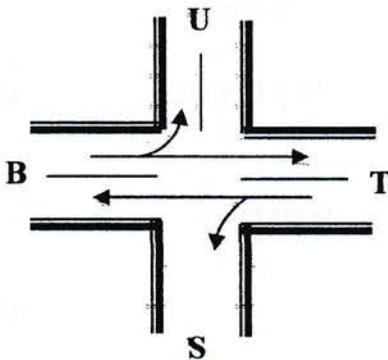
$$PHF_{\text{Timur}} = \frac{2094,5}{4.583,5} = 0,897$$

$$PHF_{\text{Utara}} = \frac{1398}{4.403,5} = 0,866$$

$$PHF_{\text{Selatan}} = \frac{474,5}{4.142} = 0,835$$

2. Perhitungan Arus Jenuh (S) Untuk 3 Fase

Fase 1 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
B – U (A1)	Q (A1) = 815 smp/jam
B – T (A2)	Q (A2) = 1868 smp/jam
T – B (B1)	Q (B1) = 1476 smp/jam
T – S (B2)	Q (B2) = 160 smp/jam

Gambar arah laju kendaraan

$$\text{Arus Jenuh (S) : } S (A1) = 600 \times 3,6 = 2160$$

$$S (A2) = 600 \times 10,3 = 6180$$

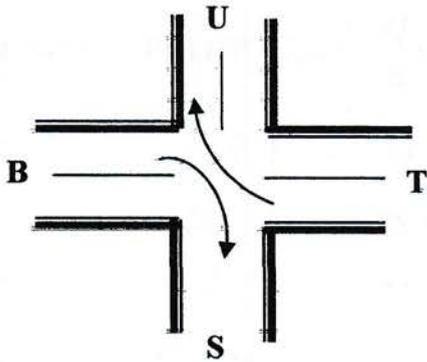
$$S (B1) = 600 \times 12,07 = 7242$$

$$S (B2) = 600 \times 12,07 = 7242$$

$$\text{Rasio Arus (FR) : } FR (A2) = \frac{Q}{S} = \frac{1868}{6180} = 0,302$$

$$FR (B1) = \frac{Q}{S} = \frac{1476}{7242} = 0,204$$

Fase 2 :



Arah Gerakan	Arus lalu lintas (Q)
B – S (A3)	Q (B3) = 320 smp/jam
T – U (B3)	Q (A3) = 459 smp/jam

Gambar arah laju kendaraan

Arus Jenuh (S) : $S (A3) = 600 \times 10,3 = 6180$

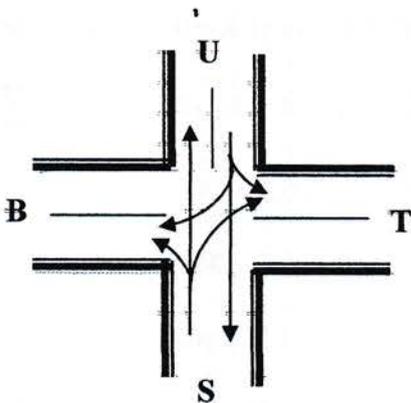
$$S (B3) = 600 \times 12,07 = 7242$$

Rasio Arus (FR) : $FR (A3) = \frac{Q}{S} = \frac{320}{6180} = 0,052$

$$FR (B3) = \frac{Q}{S} = \frac{459}{7242} = 0,063$$

35

Fase 3 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas
U – T (C1)	Q (C1) = 680 smp/jam
U – S (C2)	Q (C2) = 155 smp/jam
U – B (C3)	Q (C3) = 563 smp/jam
S – U (D1)	Q (D1) = 78 smp/jam
S – B (D2)	Q (D2) = 274 smp/jam
S – T (D3)	Q (D3) = 123 smp/jam

Gambar Arah Laju Kendaraan

$$Q (C_{total}) = C1 + C2 + C3$$

$$= 680 + 155 + 563$$

$$= 1398 \text{ smp/jam}$$

Arus Jenuh (S) : $S (C_{total}) = 600 \times 9,00 = 5400$

Rasio Arus (FR) : $FR (C_{total}) = \frac{Q}{S} = \frac{1398}{5400} = 0,259$

$$\begin{aligned}
 Q (D_{total}) &= D1 + D2 + D3 \\
 &= 78 + 274 + 123 \\
 &= 475
 \end{aligned}$$

36

Arus Jenuh (S) : $S (D_{total}) = 600 \times 12,74 = 7644$

Rasio Arus (FR) : $FR (D_{total}) = \frac{Q}{S} = \frac{475}{7644} = 0,062$

Maka di dapat Arus simpang dari ketiga fase yang dipakai

Fase 1	Fase 2	Fase 3
FR A = 0,302	FR A = 0,052	FR C = 0,259
FR B = 0,204	FR B = 0,063	FR D = 0,062
FR _{crit} = 0,302	FR _{crit} = 0,063	FR _{crit} = 0,259

Jumlah rasio arus simpang dari semua fase adalah :

$$\begin{aligned}
 \sum FR_{crit} &= FR_{crit 1} + FR_{crit 2} + FR_{crit 3} \\
 &= 0,302 + 0,063 + 0,259 \\
 &= 0,624
 \end{aligned}$$

3. Waktu Hilang (LT1)

$$\begin{aligned}
 LT1 &= (3'' \text{ kuning} + 2'' \text{ AR Fase 1}) + (3'' \text{ kuning} + 2'' \text{ AR Fase 2}) + (3'' \text{ kuning} + 2'' \\
 &\text{AR Fase 3}) = 15 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Waktu hilang tiap kaki persimpangan berdasarkan 3 Fase lapangan adalah 15 detik.

4. Waktu Siklus

$$c = \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - \sum FR_{crit}}$$

$$c = \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - 0,624} = 73 \text{ detik}$$

37

5. Waktu Hijau (gi)

$$g_i = (c - LT1) \times PR$$

$$\rightarrow PR = \frac{FR_{crit}}{\sum_{crit}}$$

$$g_1 = (73 - 15) \times \frac{0,302}{0,624} = 28 \text{ detik}$$

$$g_2 = (73 - 15) \times \frac{0,063}{0,624} = 6 \text{ detik}$$

$$g_3 = (73 - 15) \times \frac{0,259}{0,624} = 24 \text{ detik}$$

Watu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LT1$$

$$\sum g = g_1 + g_2 + g_3$$

$$= 28 + 6 + 24$$

$$= 58 \text{ detik}$$

Maka : $c = 58 + 15$

$$= 73 \text{ detik}$$

6. Kapasitas

$$C = \frac{S \cdot g}{c}$$

$$C_1 = \frac{7242 \times 28}{73} = 2778 \text{ smp/jam}$$

$$C2 = \frac{7242 \times 6}{73} = 595 \text{ smp/jam}$$

$$C3 = \frac{7644 \times 24}{73} = 2513 \text{ smp/jam}$$

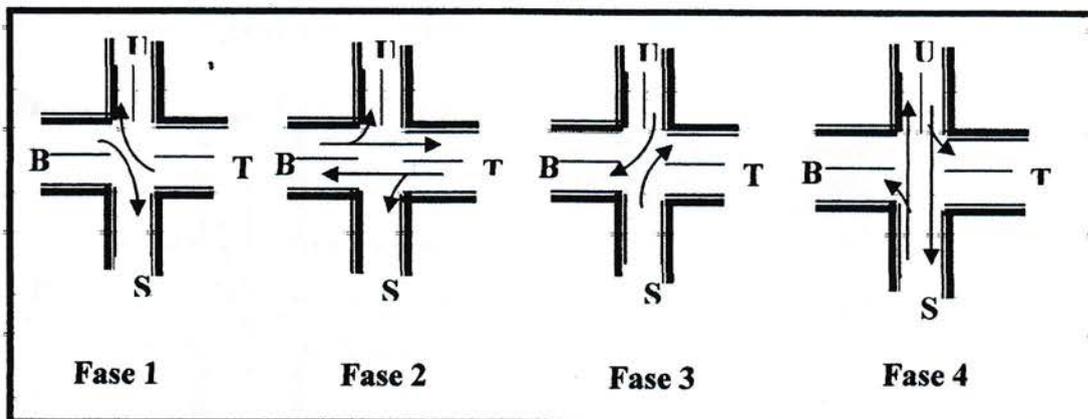
38

$$\begin{aligned} C_{tot} &= C1 + C2 + C3 \\ &= 2778 + 595 + 2513 \\ &= 5886 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Jadi arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan sebesar 5886 smp/jam.

4.2. Analisa Perhitungan Dengan Empat Fase

Tahap berikut ditetapkan untuk merancang lampu lalu lintas waktu tetap untuk instalasi empat fase, dengan belok kanan terpisah pada salah satu jalan, dan dapat terlihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Karakteristik pengaturan 4 fase dengan belok kanan terpisah pada Kedua jalan

Sumber : Data hasil penelitian lapangan 2009

Keterangan Arah :

B = Jl. S.M. Raja

U = Jl. Pertahanan

T = Jl. T. Morawa

S = Jl. Patumbak

1. Faktor Jam Puncak (PHF) Pada Pukul 7.⁰⁰ – 8.⁰⁰

$$PHF = \frac{V_t}{4.V'}$$

Dimana : V_t = Volume total selama jam puncak

V' = Volume puncak interval waktu 15 menit

$$PHF_{Barat} = \frac{3002}{4.817,5} = 0,918$$

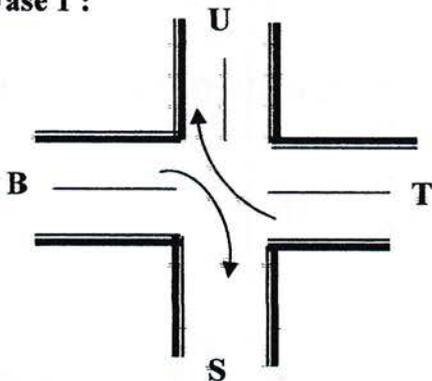
$$PHF_{Timur} = \frac{2094,5}{4.583,5} = 0,897$$

$$PHF_{Utara} = \frac{1398}{4.403,5} = 0,866$$

$$PHF_{Selatan} = \frac{474,5}{4.142} = 0,835$$

2. Perhitungan Arus Jenuh (S) Untuk 4 Fase

Fase 1 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
B – S (A3)	Q (A3) = 320 smp/jam
T – U (B3)	Q (B3) = 459 smp/jam

Gambar arah laju kendaraan

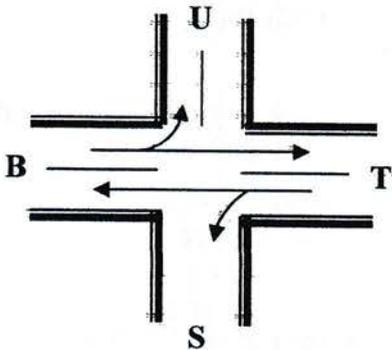
Arus Jenuh (S) : $S (A3) = 600 \times 10,3 = 6180$

$S (B3) = 600 \times 12,07 = 7242$

$$\text{Rasio Arus (FR) :FR (A3)} = \frac{Q}{S} = \frac{320}{6180} = 0,052$$

$$\text{FR (B3)} = \frac{Q}{S} = \frac{459}{7242} = 0,063$$

Fase 2 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
B – U (A1)	Q (A1) = 815 smp/jam
B – T (A2)	Q (A2) = 1868 smp/jam
T – S (B1)	Q (B1) = 160 smp/jam
T – B (B2)	Q (B2) = 1476 smp/jam

Gambar Arah Laju Kendaraan

$$\text{Arus Jenuh (S) :S (A1)} = 600 \times 10,3 = 6180$$

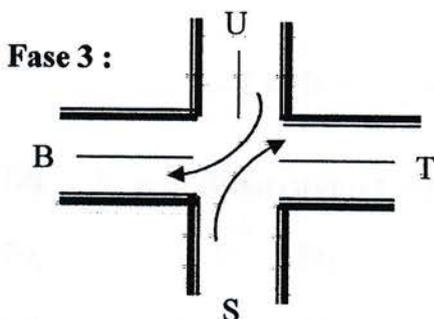
$$S (A3) = 600 \times 10,3 = 6180$$

$$S (B2) = 600 \times 12,07 = 7242$$

$$S (B3) = 600 \times 12,07 = 7242$$

$$\text{Rasio Arus (FR) :FR (A2)} = \frac{Q}{S} = \frac{1868}{6180} = 0,302$$

$$\text{FR (B2)} = \frac{Q}{S} = \frac{1476}{7242} = 0,204$$



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
U – B (C3)	Q (C3) = 563 smp/jam
S – T (D3)	Q (D3) = 123 smp/jam

Gambar Arah Laju Kendaraan

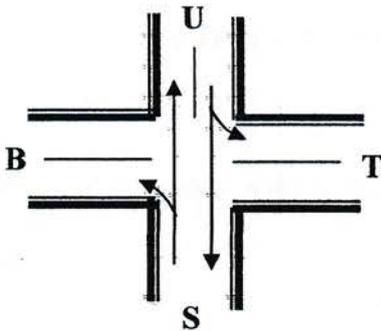
$$\text{Arus Jenuh (S)} : S (C3) = 600 \times 9,00 = 5400$$

$$S (D3) = 600 \times 12,74 = 7644$$

$$\text{Rasio Arus (FR)} : FR (C3) = \frac{Q}{S} = \frac{563}{5400} = 0,104$$

$$FR (D3) = \frac{Q}{S} = \frac{123}{7644} = 0,016$$

Fase 4 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
U – T (C1)	Q (C1) = 680 smp/jam
U – S (C2)	Q (C2) = 155 smp/jam
S – B (D1)	Q (D1) = 274 smp/jam
S – U (D2)	Q (D2) = 78 smp/jam

Gambar Arah Laju Kendaraan

$$\text{Arus Jenuh (S)} : S (C1) = 600 \times 9,00 = 5400$$

$$S (C2) = 600 \times 9,00 = 5400$$

$$S (D1) = 600 \times 12,74 = 7644$$

$$S (D2) = 600 \times 12,74 = 7644$$

$$\text{Rasio Arus (FR)} : FR (C1) = \frac{Q}{S} = \frac{680}{5400} = 0,126$$

$$FR (D1) = \frac{Q}{S} = \frac{274}{7644} = 0,036$$

42

Maka di dapat Rasio Arus dari keEmpat fase yang dipakai

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
FR A = 0,052	FR A = 0,302	FR C = 0,104	FR C = 0,126
FR B = 0,063	FR B = 0,204	FR D = 0,016	FR D = 0,036

$$FR_{crit} = 0,063$$

$$FR_{crit} = 0,302$$

$$FR_{crit} = 0,104$$

$$FR_{crit} = 0,126$$

Jumlah rasio arus simpang dari semua fase adalah :

$$\begin{aligned}\sum FR_{crit} &= FR_{crit} 1 + FR_{crit} 2 + FR_{crit} 3 + FR_{crit} 4 \\ &= 0,063 + 0,302 + 0,104 + 0,126 \\ &= 0,595\end{aligned}$$

3. Waktu Hilang (LT1)

$$\begin{aligned}LT1 &= (3'' \text{ kuning} + 2'' \text{ AR Fase 1}) + (3'' \text{ kuning} + 2'' \text{ AR Fase 2}) + (3'' \text{ kuning} + 2'' \\ &\quad \text{AR Fase 3}) + (3'' \text{ Kuning} + 2'' \text{ AR Fase 4}) \\ &= 20 \text{ detik}\end{aligned}$$

Waktu hilang tiap kaki persimpangan berdasarkan 4 Fase lapangan adalah 20 detik.

$$\begin{aligned}4. \text{ Waktu Siklus } c &= \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - \sum FR_{crit}} \\ c &= \frac{(1,5 \times 20 + 5)}{1 - 0,595} = 86 \text{ detik}\end{aligned}$$

5. Waktu Hijau (gi)

$$gi = (c - LT1) \times PR \qquad \rightarrow PR = \frac{FR_{crit}}{\sum_{crit}}$$

43

$$g1 = (86 - 20) \times \frac{0,063}{0,595} = 7 \text{ detik}$$

$$g2 = (86 - 20) \times \frac{0,302}{0,595} = 33 \text{ detik}$$

$$g3 = (86 - 20) \times \frac{0,104}{0,595} = 12 \text{ detik}$$

$$g4 = (86 - 20) \times \frac{0,126}{0,595} = 14 \text{ detik}$$

Watu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LT1$$

$$\sum g = g1 + g2 + g3 + g4$$

$$= 7 + 33 + 12 + 14$$

$$= 66 \text{ detik}$$

Maka : $c = 66 + 20$

$$= 86 \text{ detik}$$

6. Kapasitas

$$C = \frac{S \cdot g}{c}$$

$$C1 = \frac{7242 \times 7}{86} = 589 \text{ smp/jam}$$

$$C2 = \frac{7242 \times 33}{86} = 2779 \text{ smp/jam}$$

$$C3 = \frac{7644 \times 12}{86} = 1067 \text{ smp/jam}$$

$$C4 = \frac{7644 \times 14}{86} = 1244 \text{ smp/jam}$$

44

$$C_{tot} = C1 + C2 + C3 + C4$$

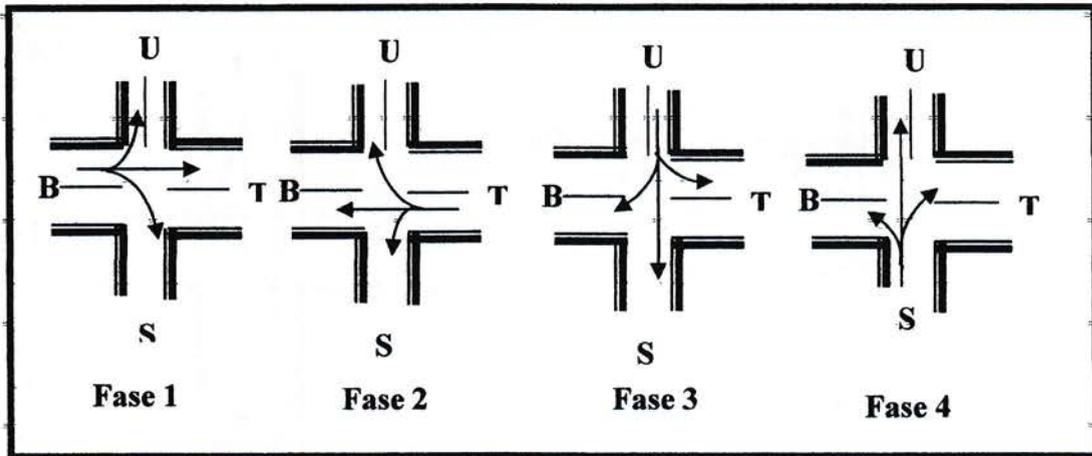
$$= 589 + 2779 + 1067 + 1244$$

$$= 5679 \text{ smp/jam}$$

Jadi arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan sebesar 5679 smp/jam.

4.3. Analisa Perhitungan Empat Fase Dengan Pendekatan Fase Optimum.

Tahap berikut ditetapkan untuk merancang lampu lalu lintas waktu tetap untuk instalasi empat fase, dengan karakteristik arus berangkat dari satu persatu pendekat pada saat masing-masing seperti terlihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Karakteristik dengan arus berangkat dari satu persatu pendekat Pada saatnya masing-masing

Sumber: Data hasil penelitian dilapangan 2009

Keterangan arah :

B = Jl. Sisingamangaraja

U = Jl. Pertahanan

T = Jl. Tanjung Morawa

S = Jl. Patumbak

1. Faktor Jam Puncak (PHF) pada pukul 7.⁰⁰ – 8.⁰⁰

$$PHF = \frac{V_t}{4 \times V}$$

45

Dimana : V_t = Volume total selama jam puncak

V = Volume puncak interval waktu 15 menit

$$PHF_{Barat} = \frac{3002}{4.817,5} = 0,918$$

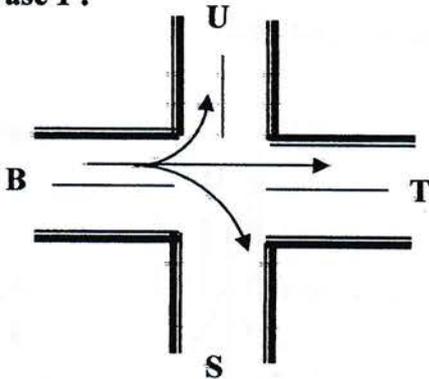
$$PHF_{Timur} = \frac{2094,5}{4.583,5} = 0,897$$

$$PHF_{Utara} = \frac{1398}{4.403,5} = 0,866$$

$$PHF_{Selatan} = \frac{474,5}{4.142} = 0,835$$

2. Perhitungan Arus Jenuh (S) Untuk 4 Fase

Fase 1 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
B – U (A1)	Q (A1) = 815 smp/jam
B – T (A2)	Q (A2) = 1868 smp/jam
B – S (A3)	Q (A3) = 320 smp/jam

Gambar Arah Laju Kendaraan

$$\text{Arus Jenuh (S) : } S (A1) = 600 \times 3,6 = 2160$$

$$, S (A2) = 600 \times 10,3 = 6180$$

$$S (A3) = 600 \times 10,3 = 6180$$

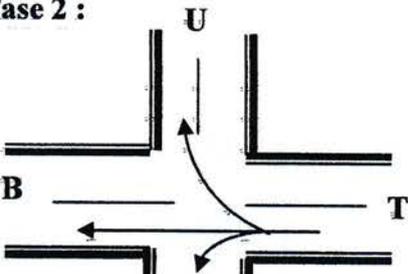
46

Rasio Arus (FR) :

$$FR (A1) = \frac{Q}{S} = \frac{815}{2160} = 0,377$$

$$FR (A2) = \frac{Q}{S} = \frac{1868}{6180} = 0,302$$

Fase 2 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
T – S (B1)	Q (B1) = 160 smp/jam
T – B (B2)	Q (B2) = 1476 smp/jam
T – U (B3)	Q (B3) = 459 smp/jam

Arus Jenuh (S) : $S (B1) = 600 \times 12,07 = 7242$

$S (B2) = 600 \times 12,07 = 7242$

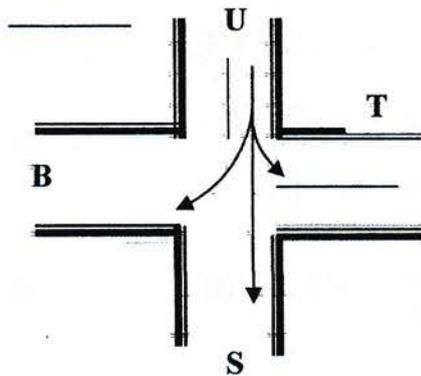
$S (B3) = 600 \times 12,07 = 7242$

Rasio Arus (FR) : $FR (B2) = \frac{Q}{S} = \frac{1476}{7242} = 0,204$

$FR (B3) = \frac{Q}{S} = \frac{459}{7242} = 0,063$

47

Fase 3 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
U – T (C1)	Q (C1) = 680 smp/jam
U – S (C2)	Q (C2) = 155 smp/jam
U – B (C3)	Q (C3) = 563 smp/jam

Gambar Arah Laju Kendaraan

Arus Jenuh (S) : $S (C1) = 600 \times 9,00 = 5400$

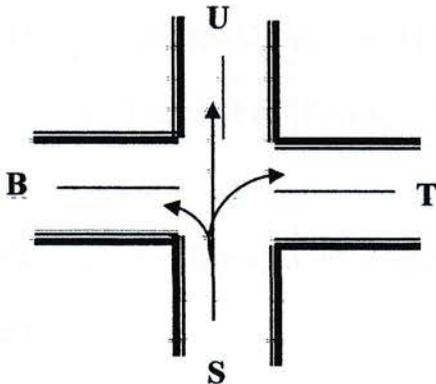
$S (C2) = 600 \times 9,00 = 5400$

$S (C3) = 600 \times 9,00 = 5400$

Rasio Arus (FR) : $FR (C1) = \frac{Q}{S} = \frac{680}{5400} = 0,126$

$FR (C3) = \frac{Q}{S} = \frac{563}{5400} = 0,104$

Fase 4 :



Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
S – B (D1)	Q (D1) = 274 smp/jam
S – U (D2)	Q (D2) = 78 smp/jam
S – T (D3)	Q (D3) = 123 smp/jam

48

Gambar Aras Laju Kendaraan

Arus Jenuh (S) : $S (D1) = 600 \times 12,74 = 7644$

$S (D2) = 600 \times 12,74 = 7644$

$S (D3) = 600 \times 12,74 = 7644$

Rasio Arus (FR) : $FR (D1) = \frac{Q}{S} = \frac{274}{7644} = 0,036$

$FR (D3) = \frac{Q}{S} = \frac{123}{7644} = 0,016$

Maka di dapat Rasio Arus dari keEmpat fase yang dipakai

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
FR A1 = 0,377	FR B2 = 0,204	FR C1 = 0,126	FRD1 = 0,036
FR A2 = 0,302	FR B3 = 0,063	FR C3 = 0,104	FRD3 = 0,016
FR _{crit} = 0,377	FR _{crit} = 0,204	FR _{crit} = 0,126	FR _{crit} = 0,036

Jumlah rasio arus simpang dari semua fase adalah :

$$\begin{aligned} \sum FR_{crit} &= FR_{crit 1} + FR_{crit 2} + FR_{crit 3} + FR_{crit 4} \\ &= 0,377 + 0,204 + 0,126 + 0,036 \\ &= 0,743 \end{aligned}$$

3. Waktu Hilang (LT1)

$$LT1 = (3'' \text{ kuning} + 2'' \text{ AR Fase 1}) + (3'' \text{ kuning} + 2'' \text{ AR Fase 2}) + (3'' \text{ kuning} + 2''$$

$$\text{AR Fase 3}) + (3'' \text{ Kuning} + 2'' \text{ AR Fase 4})$$

49

$$= 20 \text{ detik}$$

Waktu hilang tiap kaki persimpangan berdasarkan 4 Fase lapangan adalah 20 detik.

4. Waktu Siklus

$$c = \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - \sum FR_{crit}}$$

$$c = \frac{(1,5 \times 20 + 5)}{1 - 0,743} = 136 \text{ detik}$$

5. Waktu Hijau (gi)

$$g_i = (c - LT1) \times PR$$

$$\rightarrow PR = \frac{FR_{crit}}{\sum_{crit}}$$

$$g_1 = (136 - 20) \times \frac{0,377}{0,743} = 59 \text{ detik}$$

$$g_2 = (136 - 20) \times \frac{0,204}{0,743} = 32 \text{ detik}$$

$$g_3 = (136 - 20) \times \frac{0,126}{0,743} = 20 \text{ detik}$$

$$g_4 = (136 - 20) \times \frac{0,036}{0,743} = 6 \text{ detik}$$

Waktu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LT1$$

$$\sum g = g_1 + g_2 + g_3 + g_4$$

$$= 59 + 32 + 20 + 6$$

$$= 117 \text{ detik}$$

$$\text{Maka : } c = 117 + 20$$

$$= 137 \text{ detik}$$

6. Kapasitas

$$C = \frac{S \cdot g}{c}$$

$$C1 = \frac{6180 \times 59}{137} = 2661 \text{ smp/jam}$$

$$C2 = \frac{7242 \times 32}{137} = 1692 \text{ smp/jam}$$

$$C3 = \frac{5400 \times 20}{137} = 788 \text{ smp/jam}$$

$$C4 = \frac{7644 \times 6}{137} = 335 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{tot}} &= C1 + C2 + C3 + C4 \\ &= 2661 + 1692 + 788 + 335 \\ &= 5476 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Jadi arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan sebesar 5476 smp/jam.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pengamatan dilapangan dan hasil analisa perhitungan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penanggulangan kemacetan lalu lintas pada persimpangan Amplas digunakan Fase yang optimum, yaitu 4 fase.
2. Waktu siklus 137 detik, waktu hijau 117 detik merupakan waktu yang optimum sehingga kapasitas didapat 5476 smp/jam.
3. Setiap gerakan arus lalu lintas menimbulkan titik konflik pada garis lintasannya akibat dari pengaturan fase dan siklus yang ada.
4. Volume lalu lintas pada persimpangan Amplas yang maksimum adalah pada hari senin pukul 07.⁰⁰ – 08.⁰⁰ wib.

5.2. S a r a n

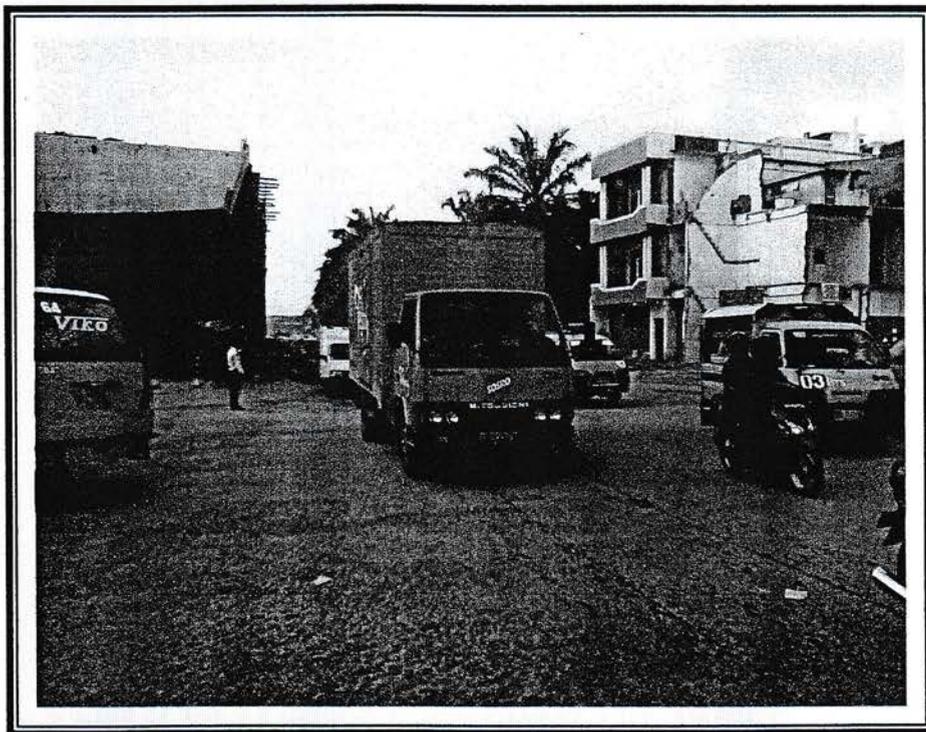
1. Untuk meningkatkan efisiensi jalan, pengemudi angkutan umum hendaknya menaikkan/menurunkan penumpang sejauh ± 50 m dari kaki simpang dan Menata ulang rambu-rambu lalu lintas pada persimpangan Amplas.
2. Jl. SM. Raja – T. Morawa merupakan jalur yang paling padat, maka untuk meningkatkan kapasitas sebaiknya dibuat pelebaran jalan atau jalan layang yang pada saat ini sedang dikerjakan kontruksinya, untuk mengatasi kemacetan yang sering terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

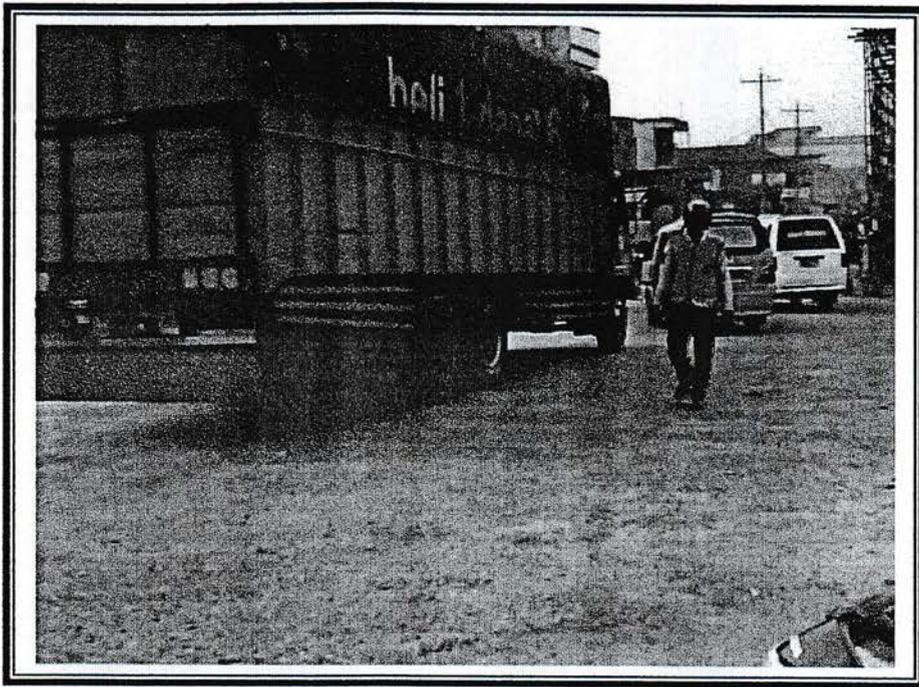
- Departemen Pekerjaan Umum. 1997. "*Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*". Jakarta.
- Dr, Ir. Heru Sutomo, MSc. 2003. "*Perencanaan dan Penanganan Simpang*". Jogjakarta : FTSP UGM.
- Morlok, E.K. 1985. "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*". Jakarta : Erlangga.
- Oglesby, C.H. 1985. "*Teknik Jalan Raya*". Jakarta : Erlangga.
- C. Jotin Khistin dan B. Kent Lau. 2003. "*Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*". Jakarta : Erlangga, Jilid 1.
- Ofyar Z. Tamin. 2000. "*Perencanaan dan Permodelan Transportasi*". Bandung : ITB.
- Jachrizal Sumabrata. April 2005. "*Permasalahan Transportasi Kota dan Bagaimana mengatasinya, Jurnal Pengelolaan Kebutuhan Transportasi*". Jakarta.
- Nanny Kusminingrum. April 2007. "*Manajemen Lalu Lintas di Indonesia, Jurnal Balitbang PU Vol. 24, No. 1*". Bandung.
- Haryono Sukarto. 2003. "*Transportasi Perkotaan, Jurnal Jurusan Teknik Sipil*". Bandung : Universitas Pelita Harapan.



No. Dokumentasi : 01
Keterangan : Tampak kondisi persimpangan arah Patumbak
Lokasi : Persimpangan S.M Raja – T. Morawa – T. Amplas - Patumbak



No. Dokumentasi : 02
Keterangan : Tampak kondisi persimpangan arah S.M. Raja
Lokasi : Persimpangan S.M Raja – T. Morawa – T. Amplas - Patumbak



No. Dokumentasi : 03
Keterangan : Tampak kondisi persimpangan arah T. Morawa
Lokasi : Persimpangan S.M Raja – T. Morawa – T. Amplas - Patumbak



No. Dokumentasi : 04
Keterangan : Tampak kondisi persimpangan arah T. Amplas
Lokasi : Persimpangan S.M Raja – T. Morawa – T. Amplas - Patumbak



No. Dokumentasi : 05
Keterangan : Tampak kondisi kesemrautan arah kendaraan
Lokasi : Persimpangan S.M Raja – T. Morawa – T. Amplas - Patumbak



No. Dokumentasi : 06
Keterangan : Tampak kondisi kendaraan dengan arah yang tidak beraturan
Lokasi : Persimpangan S.M Raja – T. Morawa – T. Amplas - Patumbak