

**PENANGGULANGAN KEMACETAN LALU LINTAS PADA
PERSIMPANGAN AMPLAS DENGAN PENDEKATAN
FASE OPTIMUM LALU LINTAS
(STUDI PENELITIAN)**

**OLEH
NURMAIDAH**



**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN 2006**

DAFTAR ISI

BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1.	Umum	1
1.2.	Latar Belakang	2
1.3.	Permasalahan	3
1.4.	Batasan Masalah	3
1.5.	Maksud dan Tujuan	4
1.6.	Metode Penelitian	4
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1.	Persimpangan	6
2.1.1.	Persimpangan Sebidang	7
2.1.2.	Persimpangan Tak Sebidang	8
2.2.	Konflik Lalu Lintas	9
2.3.	Tujuan Pengaturan Simpang	10
2.4.	Sistem Pengaturan Simpang	11
2.4.1.	Pengaturan Simpang Tanpa Lampu Lalu Lintas	11
2.4.1.1.	Aturan Prioritas	11
2.4.1.2.	Rambu	12
2.4.1.3.	Kanalisis	12
2.4.1.4.	Bundaran	13
2.4.2.	Pengaturan Simpang Dengan Lampu Lalu Lintas ...	14
2.5.	Satuan Mobil Penumpang (SMP)	14
2.6.	Faktor Jam Puncak	15
2.7.	Kapasitas Persimpangan Jalan	15
2.8.	Arus Jenuh	16
2.8.1.	Rasio / Rasio Arus Jenuh	17
2.9.	Waktu Siklus	17
2.10.	Waktu Hijau (<i>Green time</i>)	18

2.11.	Fase Lalu Lintas	18
2.11.1.	Pengaturan Fase Sinyal	19
BAB III	CARA PENGAMBILAN DATA	22
3.1.	Lokasi Survey	22
3.2.	Survey Lapangan	22
3.2.1.	Klasifikasi Kendaraan	24
3.2.2.	Penempatan Sorveyor	24
3.3.	Parameter Yang Diukur	26
3.4.	Peralatan Yang Digunakan	26
BAB IV	ANALISA DATA	27
4.1.	Analisa Perhitungan Dengan Tiga Fase	29
4.2.	Analisa Perhitungan Dengan Empat Fase	35
4.3.	Analisa Perhitungan Empat Fase Dengan Pendekatan Fase Ofimum.....	41
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	49
	DAFTAR PUSTAKA	50
	LAMPIRAN	

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Pembangunan disegala bidang yang secara terus menerus dilaksanakan, bahkan ditingkatkan dan diperluas, telah mendorong peningkatan kebutuhan transportasi yang sekali gus 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 kesemrawutan lalu lintas dapat di tekan sekecil mungkin.

Untuk sebagian besar pasilitas jalan, kapasitas lalu lintas terutama adalah fungsi dari geometric jalan. Dengan menggunakan sinyal, perancang dapat mendistribusikan kapasitas pada berbagai pendekatan melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan prilaku lalu lintas,

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 . Umum

Pembangunan disegala bidang yang secara terus menerus dilaksanakan, bahkan ditingkatkan dan diperluas, telah mendorong peningkatan kebutuhan transportasi yang sekali gus 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 kesemrawutan lalu lintas dapat di tekan sekecil mungkin.

Untuk sebagian besar pasilitas jalan, kapasitas lalu lintas terutama adalah fungsi dari geometric jalan. Dengan menggunakan sinyal, perancang dapat mendistribusikan kapasitas pada berbagai pendekatan melalui pengalokasian waktu hijau pada masing-masing pendekat. Maka dari itu untuk menghitung kapasitas dan perilaku lalu lintas,

pertama-tama perlu ditentukan fase dan waktu sinyal yang paling sesuai untuk kondisi yang ditinjau.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (*merah, kuning dan hijau*) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari pergerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan mutlak bagi gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan (*konflik utama*). Sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyebrang (*konflik kedua*).

Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk menghindari kemacetan pada persimpangan akibat adanya konflik arus lalu lintas sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas pada jam puncak. Memberikan kesempatan pada kendaraan atau pejalan kaki serta mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

1.2. Latar Belakang

Lalu lintas pada kehidupan sehari-hari pada masa sekarang ini merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan kita. Oleh karena itu apabila terjadi gangguan kelancaran lalu lintas, secara langsung akan dirasakan akibatnya oleh masyarakat.

Begitu dekatnya hubungan antara kehidupan dengan lalu lintas, maka tanpa sadar masyarakat menganggap bahwa kehadirannya terjadi dengan sendiri, tanpa ada unsur aktif dari kita. Apa bila lalu lintas berjalan dengan lancar, maka kita tidak akan merasakan

hubungan ketergantungan antara kehidupan dengan lalu lintas. Tetapi bila hubungan tersebut tidak lancar dan mengalami problem kemacetan dan kesemrautan baru disadari semua pihak bahwa sebenarnya lalu lintas itu tidak terjadi dengan sendirinya.

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.

1.3. Permasalahan

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

- 1.. Volume lalu lintas pada persimpangan Amplas yang semakin meningkat

2. Kendaraan umum yang keluar masuk keterminal Amplas secara bersamaan melewati persimpangan pada jam puncak
3. Angkutan umum yang menaikan dan menurunkan penumpang di persimpangan.
4. Adanya pemampatan sudut-sudut persimpangan untuk terminal bayangan.
5. Karakter pengemudi yang kurang mematuhi peraturan tata tertib berlalu lintas.

1.4. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan suatu system pengaturan pada persimpangan jalan dan menyadari kompleksnya permasalahan yang ada pada persimpangan Amplas, maka perlu di lakukan pembatasan masalah sesuai dengan judul penelitian ini yaitu, *“Penanggulangan kemacetan Lalu Lintas Pada Persimpangan Amplas Dengan Pendekatan Melalui Fase Optimum Lalu Lintas”*.

Di dalam penelitian ini hanya melakukan analisa perencanaan system traffic light yang akan diterapkan untuk pengaturan arah pergerakan lalu lintas kendaraan, ada beberapa factor yang akan dibahas berkaitan dengan permasalahan 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. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dari penulisan penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui volume arus lalu lintas pada persimpangan Amplas.
2. Untuk mengetahui fase lampu lalu lintas di persimpangan Amplas.

Sedangkan tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan penelitian ini adalah

1. Penggunaan fase optimum dengan karakteristik arus lalu lintas berangkat dari satu persatu pendekat pada saatnya masing-masing
2. Mengatasi kemacetan lalu lintas pada waktu jam puncak.

1.6. Metode Penelitian

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

1. Studi literature, yaitu pengambilan dan mengunipulkan data-data yang bersumber dari buku-buku, tentang persaratan, koefesiensi dan rumus-rumus serta teori yang berhubungan dengan persimpangan

2. Mengambil data melalui survey lapangan yang terdiri dari data geometric jalan dan volume kendaraan selama tiga hari (Sabtu, Minggu dan Senin).
3. Mengambil data siklus lampu lalu lintas (*Merah, Hijau dan Kuning*).

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.

Karakteristik utama dari transportasi jalan adalah bahwa setiap pengemudi bebas untuk memilih rutenya sendiri didalam jaringan transportasi yang ada, karena itu sangat penting untuk menyediakan pertemuan-pertemuan untuk menjamin araan dan efisiensinya arus lalu lintas yang hendak pindah dari satu jalur hubung jalan kehubungan yang lainnya. Didaerah persimpangan terjadi gerakan membelok atau memotong arus lalu lintas yang lain.

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.

- Masalah keselamatan biasanya timbul pada persimpangan pada masing-masing ujungnya, hasilnya adalah kapasitas jaringan dan keselamatan ditentukan oleh persimpangan, dimana persimpangan merupakan hal yang utama dan harus diperhatikan dalam system transportasi perkotaan.

Banyak problem yang terjadi pada persimpangan karena adanya pergerakan yang berkonflik satu sama lainnya, terutama kendaraan yang berbelok kanan. Solusinya adalah meningkatkan kapasitas persimpangan dengan beberapa parameter tertentu atau mengurangi volume lalu lintas.

Lebar jalan dipengaruhi kapasitas jalan dan volume lalu lintas. Kemacetan disebabkan oleh lalu lintas yang terlalu padat, merupakan satu tundaan lalu lintas pada jalan raya. Tundaan pada hakekatnya terjadi pada suatu jalan tertentu, misalnya pada persimpangan jalan dalam bentuk lalu lintas (*Traffic Light*). Pada tepi jalan khusus dengan rambu lalu lintas pada stop, penyeberangan jalan, palang jalan kereta api.

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 dilihat pada gambar 2.1.

Gambar 2.1. Jenis-jenis persimpangan sebidang

Sumber : Oglesby, C.H, Teknik Jalan Raya, Erlangga 1999

Permasalahan yang sering terjadi pada arus pertemuan sebidang adalah timbulnya 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.

Perencanaan ini memerlukan lahan yang luas serta biaya yang cukup besar dibandingkan dengan persimpangan sebidang. Oleh karenanya diperlukan perhitungan perencanaan yang teliti untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

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 berpariasinya 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, Teknik Jalan Raya, Erlangga 1999

Keterangan :

- (a) Belah ketupat (*Diamont*)
- (b) Setengah semanggi
- (c) Semanggi
- (d) Bentuk Y
- (e) Bentuk T atau terompet
- (g) Jalan layang dengan bundaran

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. Diverging konflik (*Konflik Primer*), yaitu titik pada lintasan dimana mulai memisahkan menjadi dua lintasan atau bercabang.
2. Merging (*Konflik Sekunder*), yaitu pertemuan dua lintasan dari dua arah yang berlainan menjadi satu lintasan yang sama atau bergabung.

3. Crossing Konflik (*Arus kendaraan*), yaitu perpotongan dua lintasan lurus yang saling tegak lurus.
4. Weaving Konflik (*Arus pejalan kaki*), Yaitu titik perpotongan dalam arah sejajar.

Lihat Gambar 2.3. Menunjukkan titik konflik utama dan kedua pada persimpangan

Gambar 2.3. Titik Konflik Pada persimpangan

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

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 pemampatan 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 system pengaturan arus lalu lintas guna mengimbangi tingginya tingkat kompleksitas pada persimpangan jalan untuk mengarahkan atau memperingatkan pengemudi kendaraan atau pejalan kaki. Secara umum system pengaturan simpang dapat dikelompokkan menjadi :

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.

2.4.1.1. Aturan Prioritas

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 Indonesia menggunakan aturan dan prioritas bagi kendaraan yang datang dari sebelah kiri, walaupun dalam kenyataannya ketentuan ini tidak berjalan. Sehingga hal ini menimbulkan kesulitan dalam analisa simpang yang menyangkut parameter kapasitas simpang.

2.4.1.2. Rambu Lalu Lintas

Rambu-rambu dan marka jalan sangat penting karena mengarahkan pengemudi sehingga lalu lintas kendaraan terhindar dari kecelakaan. Petunjuk ini sebaiknya dimulai sebelum simpang, sehingga pengemudi dapat memperoleh informasi dan dapat dibimbing 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.

2.4.1.3. Persimpangan Dengan Kanalisasi

Kanalisis atau penyaluran banyak digunakan pada persimpangan yang terdapat volume lalu lintas yang tinggi untuk ukuran pertemuan yang besar, Mampaatnya 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 dikanalisis.

Gambar 2.4. Jenis-Jenis Persimpangan yang dikanalisis

Sumber : Morlock, E.K, Pengaturan Teknik dan Perencanaan Transportasi, Erlangga, 1985

2.4.1.4. Bundaran

Suatu bundaran biasanya ditempatkan pada persimpangan 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 menyelip 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 mengitari 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-fungsi dibawah ini :

1. Mendapatkan gerakan lalu lintas yang teratur
2. Meningkatkan kapasitas lalu lintas pada perempatan jalan
3. Mengurangi frekwensi jenis kecelakaan tertentu
4. Mengkoordinasikan lalu lintas dibawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
5. Memutuskan arus lalu lintas tinggi agar memungkinkan adanya penyebrangan kendaraan lain atau pejalan kaki.

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 seperti table dibawah ini.

Tabel 2.1. Koefisien Ekvivalen Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Koefisien Ekvivalen
1	Sepeda	0,5
2	Mobil Penumpang	1,0
3	Sepeda Motor	1,0
4	Truk Ringan (< 5 Ton)	2,0
5	Truk Sedang (> 5 Ton)	2,5
6	Truk Berat (> 10 Ton)	3,0
7	Bus	3,0
8	Kendaraan Tak bermotor	7,0

Sumber: Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya No. 13/1970, Bina Marga

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 preode waktu yang sama. Dalam menganalisa kapasitas, PHF ditetapkan berdasarkan preode 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 didefenisikan oleh Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) 1997, sebagai jumlah maksimum saat manusia atau kendaraan secara rasional dihapkan 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 pasilitas tersebut. Sangat dianjurkan dalam penentuan kapasitas suatu pasilitas 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 parker 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* didefenisikan sebagai *rate of Flow* maksimum yang dapat melalui setiap kaki persimpangan atas group lajur yang diasumsikan mempunyai 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)

$S = \text{Arus Jenuh (smp / jam)}$

$g = \text{Waktu hijau (detik)}$

$c = \text{Waktu siklus}$

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 :

$S = \text{Arus Jenuh Dasar (smp/jam)}$

$W_e = \text{Lebar efektif (m)}$

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 diatur. 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 :

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

Dimana :

g_i = 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 diberi 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.

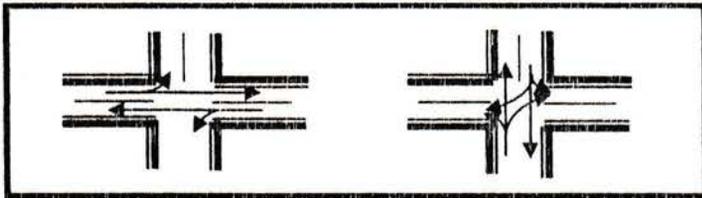
Penentuan fase dari sinyal sering mempunyai pengaruh besar terhadap tingkat pelayanan dan keselamatan lalu lintas pada persimpangan dibandingkan tipe pengendalian, waktu hilang dipersimpangan meningkat dan rasio waktu hijau untuk masing-masing fase turun untuk setiap penambahan fase. Karena sinyal paling 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.

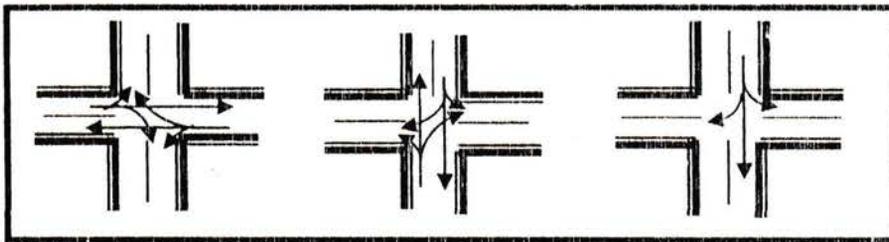
2.11.1. Pengaturan Fase Sinyal

Fase sinyal adalah bagian dari suatu siklus yang dialokasikan untuk kombinasi pergerakan-pergerakan lalu lintas yang menerima hak prioritas jalan selama interval waktu

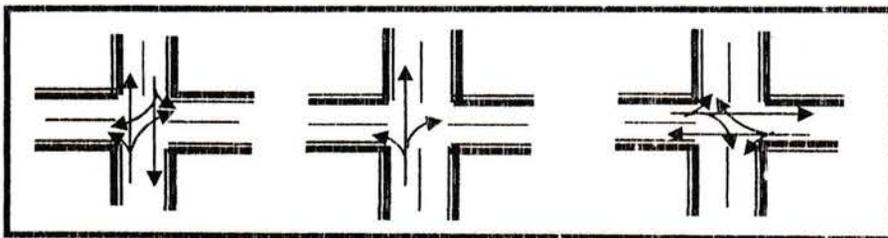
atau lebih. Gambar 2.5 . Memerlihatkan contoh pengaturan fase sinyal untuk beberapa kasus karakteristik pada persimpangan.



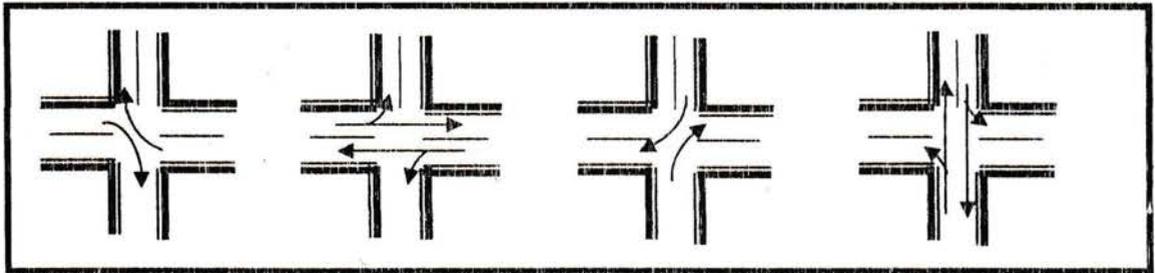
a. Pengaturan dua fase hanya konflik frimer yang dipisahkan



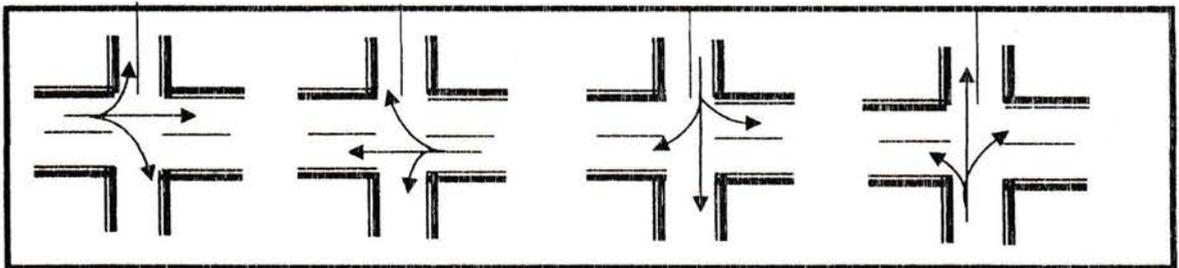
b. Pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekatan, agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan.



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



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



e. Pengaturan empat fase dengan arus berangkat dari satu persatu pendekatan pada saatnya masing.

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

DAFTAR NOTASI

- B** : Jalan Sinsingamaraja
- T** : Jalan Tanjong Morawa
- U** : Jalan Pertahanan
- C** : Kapasitas (smp/jam)
- c** : Waktu siklus (Antara dua awal hijau yang beruntun pada fase yang sama)
- FR** : Rasio arus
- g** : Waktu hijau (det)
- gi** : Tampilan waktu hijau pada fase
- S** : Arus jenuh
- PHF** : Faktor Jam Puncak
- PR** : Rasio Fase
- LT1** : Jumlah waktu hilang per siklus (det)
- Q** : Arus lalu lintas (smp/jam)
- Vt** : Volume total selama jam puncak
- V'** : Volume puncak interval waktu 15 menit
- We** : Lebar efektif

BAB III

CARA PENGAMBILAN DATA

Dalam bab ini dijelaskan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan pengumpulan data dan pengolahan data yang telah diperoleh. Walaupun tidak dapat disangkal bahwa survey yang baik dan benar harus dilakukan untuk jangka waktu yang lama, tetapi karena keterbatasan waktu survey dilakukan hanya dengan metode seperti yang diuraikan dibawah ini. Hasil yang diperoleh sedapat mungkin mewakili keadaan keseluruhan dari persimpangan.

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 sinyal. 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.

3.2.1. 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 :

1. Sepeda Motor
2. Mobil Kendaraan Umum / Kendaraan Pribadi
3. Bus
4. Truk Ringan (< 5 Ton)
5. Truk Sedang (> 5 Ton)
6. Truk Berat (> 10 Ton)
7. 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.

3.2.2. Parameter Yang Diukur

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

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

1. Pagi, antara jam 7.⁰⁰ – 9.⁰⁰ wib.
2. Siang, antara jam 11.⁰⁰ – 13.⁰⁰ wib.
3. Sore, antara jam 16.⁰⁰ – 18.⁰⁰ wib.

Survey dilakukan tanggal 07 Agustus 2006 (senin), 12 Agustus 2006 (sabtu), 13 Agustus 2003 (minggu) selama tiga hari.

2. Keadaan geometrik persimpangan, yaitu panjang dan lebar jalan pada keempat persimpangan.
3. Data lampu lalu lintas, waktu hijau, kuning dan saat lampu merah.

3.2.3. Peralatan Yang Digunakan

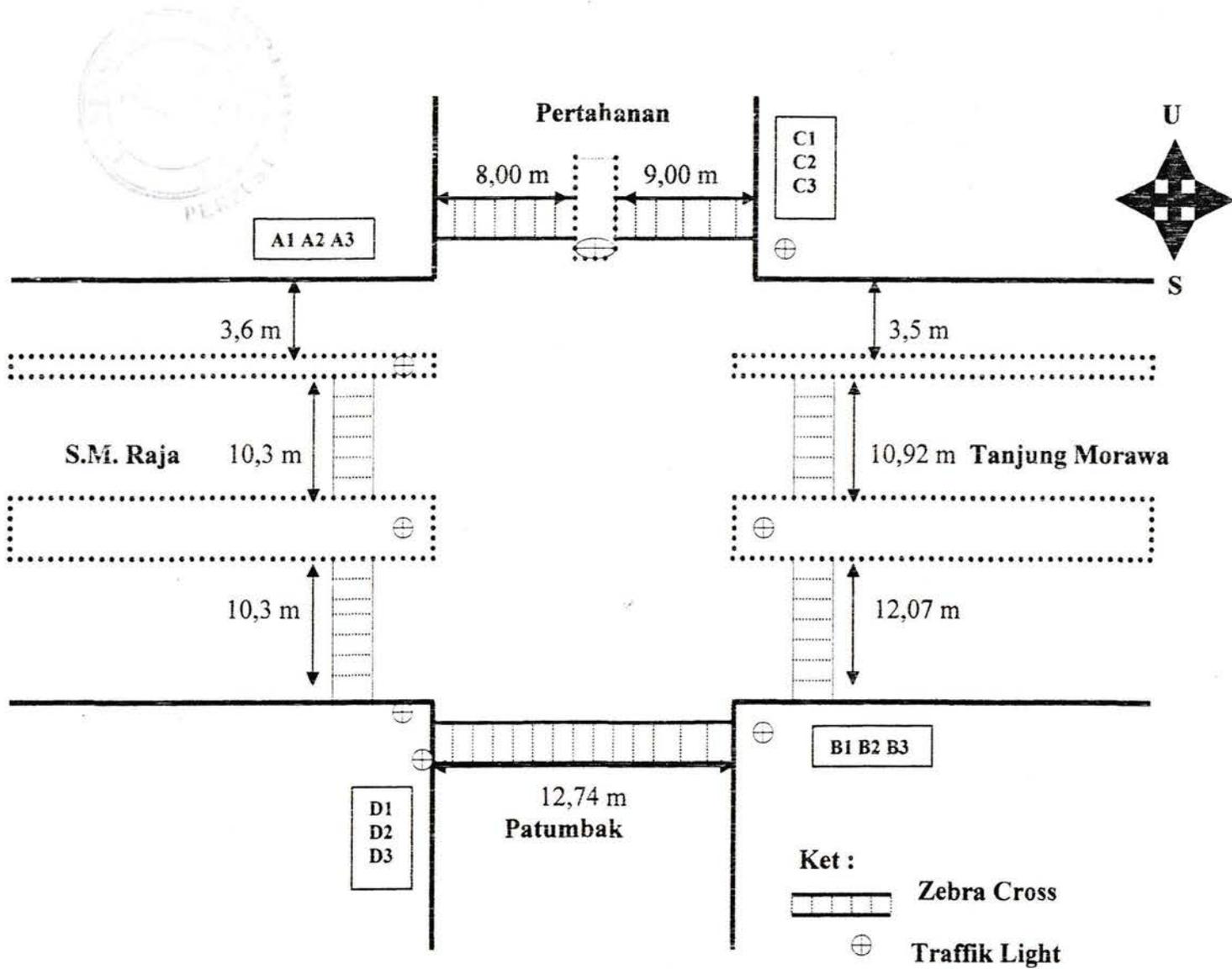
Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan untuk memudahkan pengambilan data. Peralatan yang digunakan adalah :

1. Stop watch (untuk pengaturan waktu)
2. Pita ukur (untuk pengukuran jalan)
3. Jam (penunjuk waktu)
4. Alat- alat tulis
- 5.

3.2.4. Penempatan Surveyor

Penempatan surveyor dilapangan untuk menghitung jumlah kendaraan yang melewati di tiap persimpangan, penempatan surveyor dapat dilihat pada Gambar 3.1.

1. Surveyor A1, A2 dan A3 bertugas mencatat kendaraan dari arah jalan S. M. Raja.
2. Surveyor B1, B2 dan B3 bertugas mencatat kendaraan dari arah jalan Tanjung Morawa.
3. Surveyor C1, C2 dan C3 bertugas mencatat kendaraan dari arah jalan Pertahanan/Terminal Amplas.
4. Surveyor D1, D2 dan D3 bertugas mencatat kendaraan dari arah jalan Patumbak.



Gambar 3.1. Penempatan Surveyor

3.3. Parameter Yang Diukur

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

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

4. Pagi, antara jam 7.⁰⁰ – 9.⁰⁰ wib.

5. Siang, antara jam 11.⁰⁰ – 13.⁰⁰ wib.

6. Sore, antara jam 16.⁰⁰ – 18.⁰⁰ wib.

Survey dilakukan tanggal 07 Agustus 2006 (senin), 12 Agustus 2006 (sabtu), 13 Agustus 2003 (minggu) selama tiga hari.

5. Keadan geometrik persimpangan, yaitu panjang dan lebar jalan pada keempat persimpangan.

6. Data lampu lalu lintas, waktu hijau, kuning dan saat lampu merah.

3.4. Peralatan Yang Digunakan

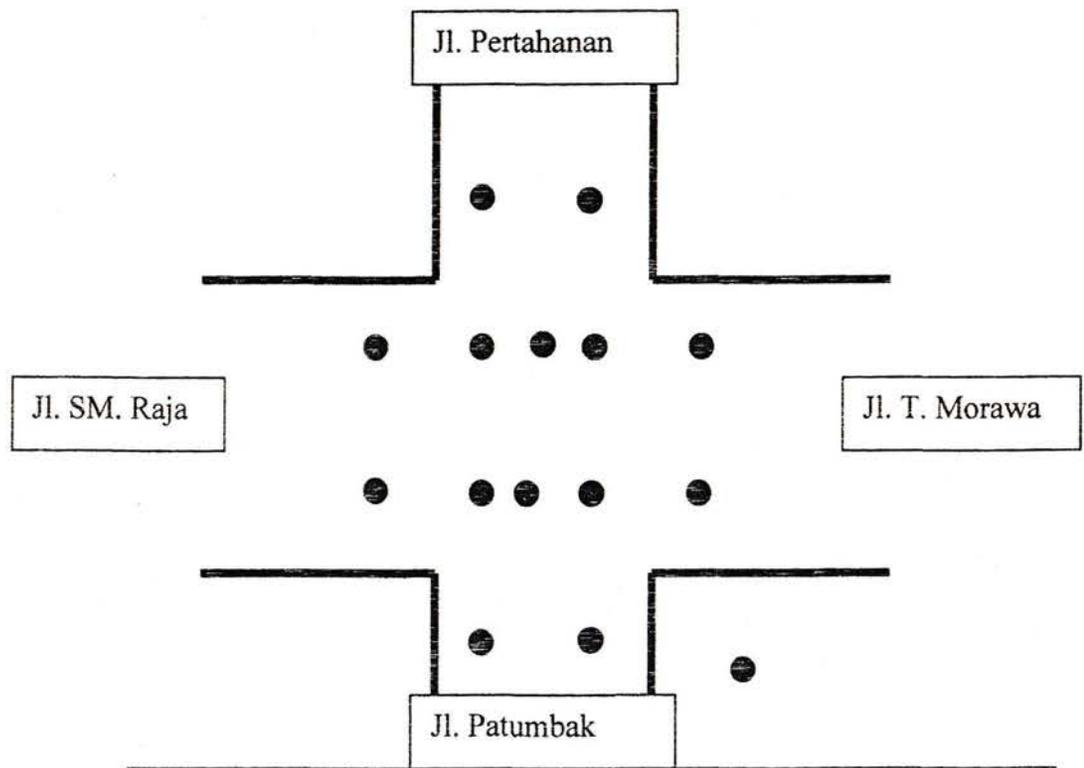
Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan untuk memudahkan pengambilan data. Peralatan yang digunakan adalah :

6. Stop watch (untuk pengaturan waktu)

7. Pita ukur (untuk pengukuran jalan)

8. Jam (penunjuk waktu)

9. Alat- alat tulis



Gambar 3.2. Lokasi Pengambilan data dan Sket Konflik persimpangan Amplas

BAB IV

ANALISA DATA

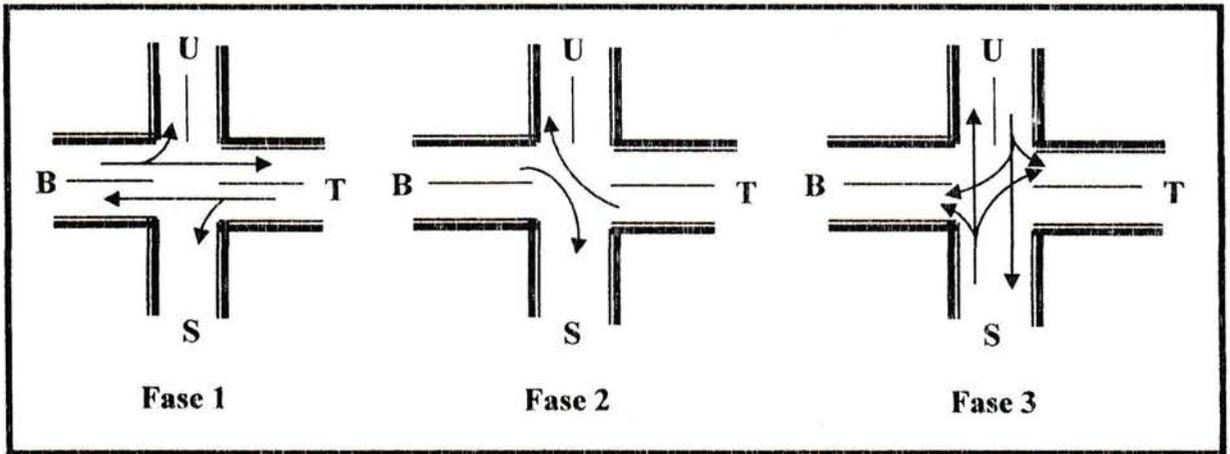
Analisa data yang dimaksud dalam bab ini meliputi langkah-langkah perhitungan perencanaan terhadap data yang diperoleh dari lapangan, untuk mengatasi kemacetan yang sering terjadi pada persimpangan amplas dengan pendekatan melalui fase optimum lalu lintas. Pemilihan fase optimum lalu lintas berdasarkan 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 7 Agustus 2006 Pukul 07⁰⁰ – 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 dilinat pada tabel 4.1.

4.1. 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 2006

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 preode 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

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

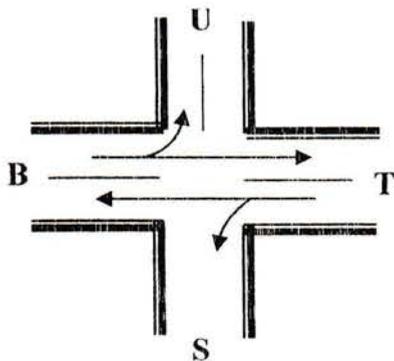
$$PHF_{\text{Timur}} = \frac{2094,5}{4.583,5} = 0,897$$

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

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

2. Perhitungan Arus Jenuh (S) Untuk 3 Fase

Fase 1 :



Gambar arah laju kendaraan

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

Arus Jenuh (S) :

$$S (A1) = 600 \times 3,6 = 2160$$

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

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

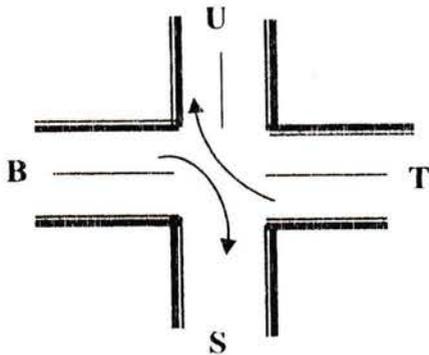
$$S (B2) = 600 \times 12,07 = 7242$$

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) = 459 smp/jam
T - U (B3)	Q (A3) = 320 smp/jam

Gambar arah laju kendaraan

Arus Jenuh (S) :

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

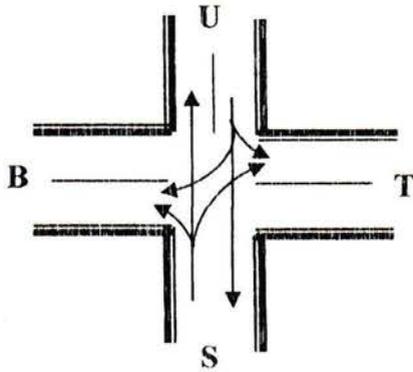
$$S (B3) = 600 \times 12,07 = 7242$$

Rasio Arus (FR) :

$$FR (B3) = \frac{Q}{S} = \frac{459}{6180} = 0,074$$

$$FR (A3) = \frac{Q}{S} = \frac{320}{7242} = 0,044$$

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

$$\begin{aligned} Q (C_{total}) &= C1 + C2 + C3 \\ &= 680 + 155 + 563 \\ &= 1398 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Arus Jenuh (S) :

$$S (C_{total}) = 600 \times 9,00 = 5.400$$

Rasio Arus (FR) :

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

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

Arus Jenuh (S) :

$$S (D_{total}) = 600 \times 12,74 = 7.644$$

Rasio Arus (FR) :

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

Maka didapat Arus simpang dari ketiga fase yang dipakai

Fase 1	Fase 2	Fase 3
FR A = 0,302	FR A = 0,074	FR D = 0,259
FR B = 0,204	FR B = 0,044	FR E = 0,062
FR _{crit} = 0,302	FR _{crit} = 0,074	FR _{crit} = 0,259

Jumlah rasio arus simpang dari semua fase adalah :

$$\begin{aligned}\sum FR_{crit} &= FR_{crit 1} + FR_{crit 2} + FR_{crit 3} \\ &= 0,302 + 0,074 + 0,259 \\ &= 0,635\end{aligned}$$

3. Waktu Hilang (LT1)

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

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

4. Waktu Siklus

$$\begin{aligned}c &= \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - \sum FR_{crit}} \\ c &= \frac{(1,5 \times LT1 + 5)}{1 - 0,635} = 75 \text{ detik}\end{aligned}$$

5. Waktu Hijau (gi)

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

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

$$g_1 = (75 - 15) \times \frac{0,302}{0,635} = 29 \text{ detik}$$

$$g_2 = (75 - 15) \times \frac{0,074}{0,635} = 7 \text{ detik}$$

$$g_3 = (75 - 15) \times \frac{0,259}{0,635} = 24 \text{ detik}$$

Watu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LT1$$

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

$$= 29 + 7 + 24$$

$$= 60 \text{ detik}$$

Maka : $c = 60 + 15$

$$= 75 \text{ detik}$$

6. Kapasitas

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

$$C_1 = \frac{7242 \times 29}{75} = 2800 \text{ smp/jam}$$

$$C_2 = \frac{7242 \times 7}{75} = 676 \text{ smp/jam}$$

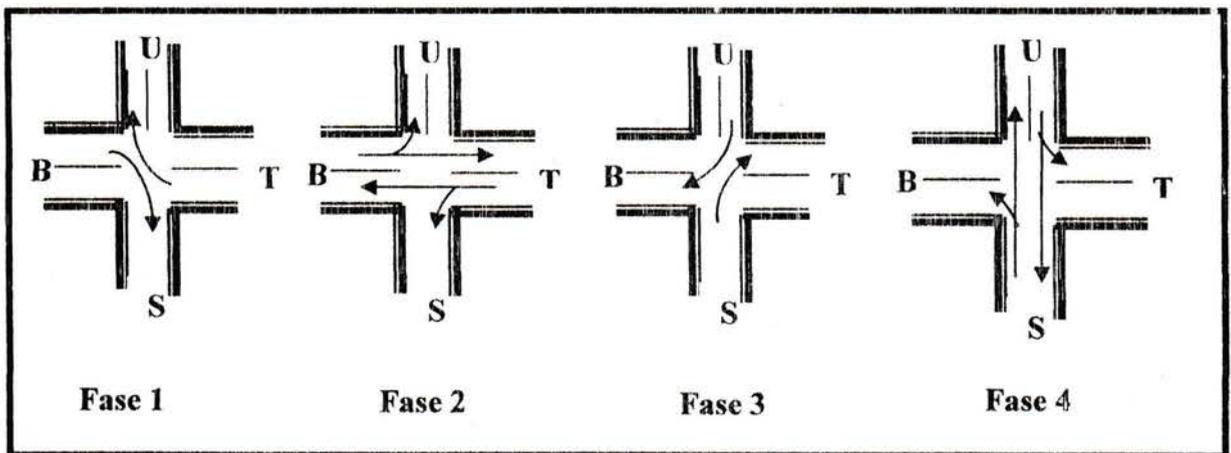
$$C_3 = \frac{7644 \times 24}{75} = 2446 \text{ smp/jam}$$

$$\begin{aligned}
 C_{tot} &= C1 + C2 + C3 \\
 &= 2800 + 676 + 2446 \\
 &= 5922 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

Jadi arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan sebesar 5992 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 2006

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

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

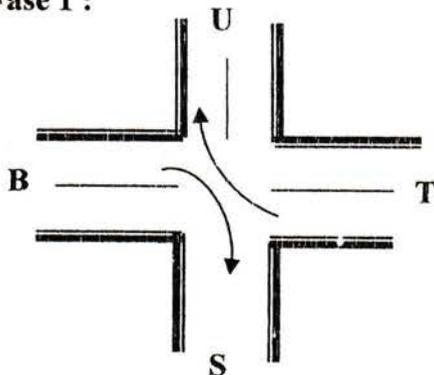
$$PHF_{Timur} = \frac{2094,5}{4.583,5} = 0,897$$

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

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

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) :

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

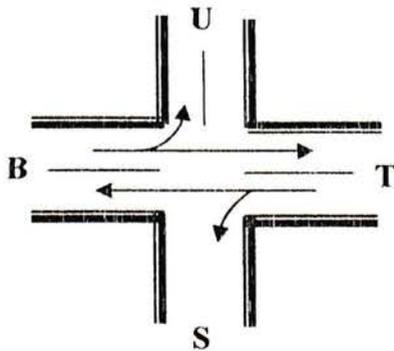
$$S (A3) = 600 \times 12,07 = 7242$$

Rasio Arus (FR) :

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

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

Fase 2 :



Gambar Arah Laju Kendaraan

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

Arus Jenuh (S) :

$$S (A1) = 600 \times 10,3 = 6180$$

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

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

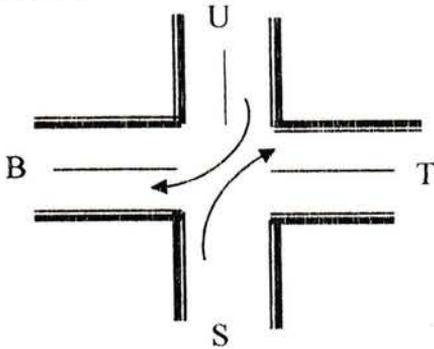
$$S (B3) = 600 \times 12,07 = 7242$$

Rasio Arus (FR) :

$$FR (A1) = \frac{Q}{S} = \frac{1868}{6180} = 0,302$$

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

Fase 3 :



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

Arus Jenuh (S) :

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

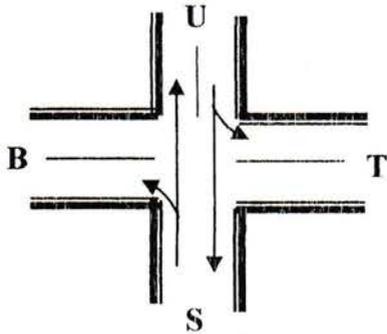
$$S (D3) = 600 \times 12,74 = 7644$$

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

Arus Jenuh (S) :

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

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

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

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



Rasio Arus (FR) :

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

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

Maka didapat 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 = 0,0063	FR B = 0,204	FR D = 0,016	FR D = 0,036
FR _{crit} = 0,052	FR _{crit} = 0,302	FR _{crit} = 0,104	FR _{crit} = 0,126

Jumlah rasio arus simpang dari semua fase adalah :

$$\begin{aligned}\sum FR_{crit} &= FR_{crit 1} + FR_{crit 2} + FR_{crit 3} + FR_{crit 4} \\ &= 0,052 + 0,302 + 0,104 + 0,126 \\ &= 0,586\end{aligned}$$

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.

4. Waktu Siklus

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

$$c = \frac{(1,5 \times 20 + 5)}{1 - 0,586} = 85 \text{ detik}$$

5. Waktu Hijau (gi)

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

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

$$g1 = (85 - 20) \times \frac{0,052}{0,586} = 6 \text{ detik}$$

$$g2 = (85 - 20) \times \frac{0,302}{0,586} = 33 \text{ detik}$$

$$g_3 = (136 - 20) \times \frac{0,104}{0,586} = 12 \text{ detik}$$

$$g_3 = (136 - 20) \times \frac{0,126}{0,586} = 14 \text{ detik}$$

Watu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LT1$$

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

$$= 6 + 33 + 12 + 14$$

$$= 65 \text{ detik}$$

Maka : $c = 5 + 20$

$$= 85 \text{ detik}$$

6. Kapasitas

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

$$C_1 = \frac{7242 \times 6}{85} = 511 \text{ smp/jam}$$

$$C_2 = \frac{7242 \times 33}{85} = 2812 \text{ smp/jam}$$

$$C_3 = \frac{7644 \times 12}{85} = 1079 \text{ smp/jam}$$

$$C_4 = \frac{7644 \times 14}{85} = 1259 \text{ smp/jam}$$

$$C_{tot} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$$

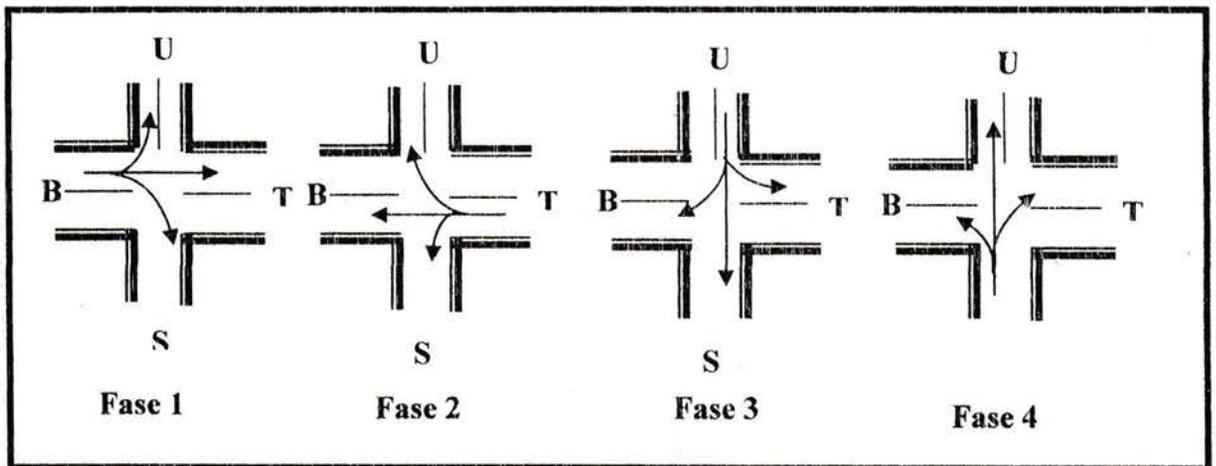
$$= 511 + 2812 + 1079 + 1259$$

$$= 5661 \text{ smp/jam}$$

Jadi arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan sebesar 5661 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 2006

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

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

Dimana :

V_t = Volume total selama jam puncak

V' = Volume puncak interval waktu 15 menit

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

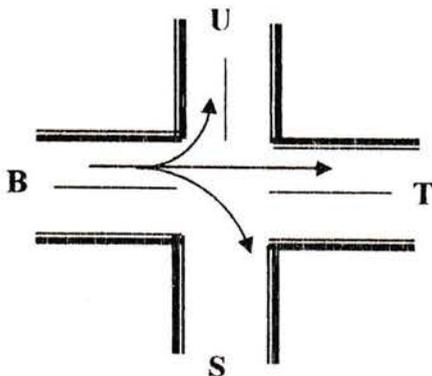
$$PHF_{\text{Timur}} = \frac{2094,5}{4.583,5} = 0,897$$

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

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

2. Perhitungan Arus Jenuh (S) Untuk 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 Aram Laju Kendaraan

Arus Jenuh (S) :

$$S (A1) = 600 \times 3,6 = 2160$$

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

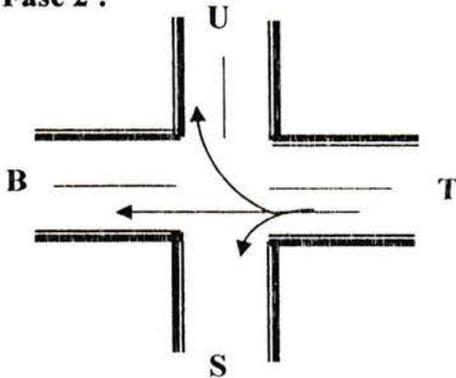
$$S (A3) = 600 \times 10,3 = 6180$$

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

Gambar Arah Laju Kendaraan

Arus Jenuh (S) :

$$S (B1) = 600 \times 12,7 = 7242$$

$$S (B2) = 600 \times 12,7 = 7242$$

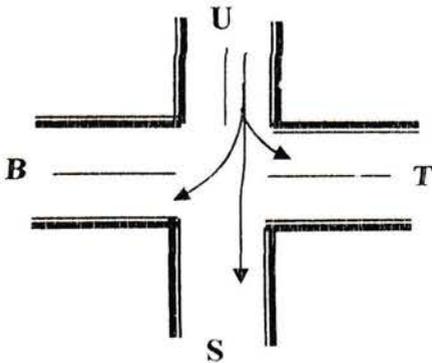
$$S (B3) = 600 \times 12,7 = 7242$$

Rasio Arus (FR) :

$$FR (B1) = \frac{Q}{S} = \frac{160}{7242} = 0,022$$

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

Fase 3 :



Gambar Arah Laju Kendaraan

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

Arus Jenuh (S) :

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

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

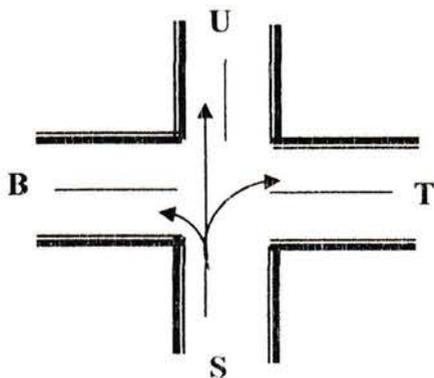
$$S (C3) = 600 \times 9,00 = 5400$$

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 :



Gambar Aran Laju Kendaraan

Arah Gerakan	Arus Lalu Lintas (Q)
S – B (D1)	Q (D1) = 272 smp/jam
S – U (D2)	Q (D2) = 78 smp/jam
S – T (D3)	Q (D3) = 123 smp/jam

Arus Jenuh (S) :

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

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

$$S (D3) = 600 \times 12,74 = 57644$$

Rasio Arus (FR) :

$$FR (C1) = \frac{Q}{S} = \frac{274}{7644} = 0,036$$

$$FR (C3) = \frac{Q}{S} = \frac{123}{7644} = 0,016$$

Maka didapat Rasio Arus dari keEmpat fase yang dipakai

Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4
FR A = 0,377	FR A = 0,022	FR C = 0,126	FR C = 0,036
FR B = 0,302	FR B = 0,204	FR D = 0,104	FR D = 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)

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

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

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)

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

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

$$g_1 = (136 - 20) \times \frac{0,377}{0,743} = 58 \text{ detik}$$

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

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

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

Waktu siklus yang disesuaikan

$$c = \sum g + LT1$$

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

$$= 58 + 32 + 20 + 6$$

$$= 116 \text{ detik}$$

Maka : $c = 116 + 20$

$$= 136 \text{ detik}$$

6. Kapasitas

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

$$C1 = \frac{6180 \times 58}{136} = 2636 \text{ smp/jam}$$

$$C2 = \frac{7242 \times 32}{136} = 1704 \text{ smp/jam}$$

$$C3 = \frac{5400 \times 20}{136} = 794 \text{ smp/jam}$$

$$C4 = \frac{7644 \times 6}{136} = 337 \text{ smp/jam}$$

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

$$= 2636 + 1704 + 794 + 337$$

$$= 5471 \text{ smp/jam}$$

Jadi arus lalu lintas maksimum yang dapat dipertahankan pada bagian jalan sebesar 5471 smp/jam

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

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 136 detik, waktu hijau 116 detik merupakan waktu yang optimum sehingga kapasitas didapat 5471 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. Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum “ *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*”, Jakarta, 1997
2. Dr, Ir. Heru Sutomo, MSc “*Perencanaan dan Penanganan Simpang*” FTSP UGM, Jogjakarta, 2003
3. Morlok, E.K, “*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*” Erlangga, Jakarta, 1985
4. Oglesby, C.H. “*Teknik Jalan Raya*” Erlangga, Jakarta, 1985
5. C. Jotin Khistin dan B. Kent Lau “*Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*” Jilid 1, Erlangga, Jakarta 2003.
6. Ofyar Z. Tamin, “*Perencanaan dan Permodelan Transportasi*”. ITB. Bandung 2000.