

**PERENCANAAN TRAFFIC LIGHTS
PADA PERSIMPANGAN TITI KUNING**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana
Universitas Medan Area

Disusun Oleh :

SAPTA PERNANDES

14.811.0044



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2020

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 1/10/20

Access From (repository.uma.ac.id)1/10/20

LEMBAR PENGESAHAN

**PERENCANAAN TRAFFIC LIGHTS
PADA PERSIMPANGAN TITI KUNING**

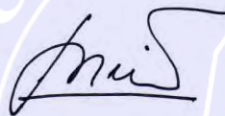
Disusun Oleh :

SAPTA PERNANDES

14.811.0044

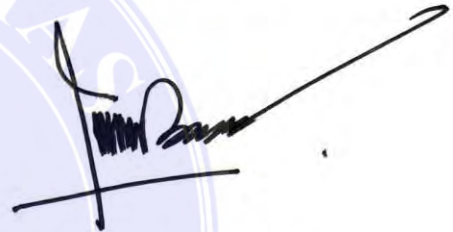
TELAH DISETUJUI OLEH :

Dosen Pembimbing I




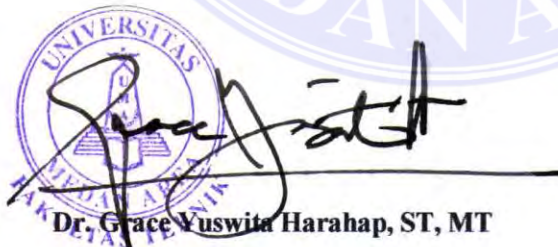
Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT

Dosen Pembimbing II



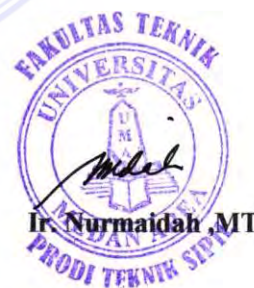
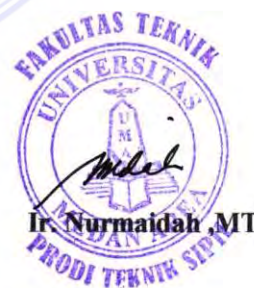
Ir. Marwan Lubis, MT

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT

Kepala Prodi Teknik Sipil



Ir. Nurmaidah, MT

SURAT PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar – benar hasil karya sendiri bukan jiplakan dari karya tulis orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan metode ilmiah.

Medan, 6 Januari 2020



Sapta Pernandes
14.811.0044



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR/SKRIPSI/TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademis Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SAPTA PERNANDES
NPM : 14.811.0044
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : Tugas Akhir/Skripsi/Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah yang berjudul: Perencanaan Traffic Lights Pada Persimpangan Titi kuning

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir/Skripsi/Tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan
Pada tanggal : 14 September 2020
Yang Menyatakan


(Sapta Pernandes)

PERENCANAAN TRAFFIC LIGHTS PADA PERSIMPANGAN TITI KUNING

Oleh :

Sapta Pernandes

(Pembimbing : Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT ,

Ir.Marwan Lubis, MT)

Abstrak

Belum berfungsinya lampu lalu lintas (*traffic lights*) di persimpangan Titi Kuning mengakibatkan kendaraan yang akan belok kanan harus memutar balik sehingga mengakibatkan adanya antrian yang cukup panjang. Manajemen lalu lintas perlu diterapkan khususnya lampu lalu lintas untuk mengurangi antrian dan efisiensi waktu bagi pemakai jalan. Penelitian membahas permasalahan dengan membahas karakteristik jalan, volume lalu lintas, arus jenuh, waktu hijau efektif, kapasitas dan derajat kejenuhan, panjang antrian dan tundaan. Perhitungan *traffic lights* dilakukan dengan menggunakan metode MKJI. Rencana perhitungan waktu hijau, kuning dan waktu merah yang di dapat pada arah utara (Jl. Brigjen Katamso) yaitu 22, 3 dan 64 detik, arah selatan (Jl. Zein Hamid) yaitu 40, 3 dan 82 detik, arah barat (Jl. A.H Nasution) yaitu 27, 3 dan 69 detik dan arah timur (Jl. Lintas Sumatera) yaitu 18, 3 dan 60 detik. Pengaturan waktu lalu lintas (*traffic lights*) dengan menggunakan metode MKJI pada persimpangan Titi Kuning layak dilakukan.

Kata kunci : traffic lights, persimpangan, volume lalu lintas, waktu siklus

TRAFFIC LIGHTS PLANNING AT THE TITI KUNING INTERSECTION

By :

Sapta Pernandes

(Supervisor : Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT ,
Ir.Marwan Lubis, MT)

Abstract

The unfunctioning traffic lights at the Titi Kuning intersection resulted in the vehicle being turned right to turn back, resulting in a fairly long queue. Traffic management needs to be applied in particular the traffic lights to reduce the queues and efficiency of time for road users. Research limits the problem by discussing road characteristics, traffic volume, saturated current, effective green time, capacity and degree of saturation, length of queue and delay. Calculation of traffic lights is done using the MKJI method. The green, yellow and red time calculation plan that can be in the North direction (Jl. Brigjen Katamso) is 22, 3 and 64 seconds, south (Jl. Zein Hamid) is 40, 3 and 82 sec, West (Jl. A. H Nasution) which is 27, 3 and 69 seconds and the east (Jl. Lintas Sumatera) is 18, 3 and 60 seconds. Time setting traffic lights using the MKJI method at the intersection of Titi Kuning is feasible.

Keywords: traffic lights, intersections, traffic volume, cycle time

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan ini hingga selesai.

Laporan ini dapat dikatakan sebagai prasyarat terakhir yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar sarjana teknik dari Universitas Medan Area. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini dapat terselesaikan karena bantuan banyak pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Dadan Ramdan, M.Eng, Msc selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Dr. Grace Yuswita Harahap, ST, MT selaku Dekan Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Ir.Nurmaidah, MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area Ibu Nuril Mahda Rangkuti, MT selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Ir. Marwan Lubis, MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu saya mengerjakan tugas akhir ini .
4. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.
5. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan tugas akhir/ skripsi ini penulis menyadari bahwa isi maupun teknik penulisannya jauh dari kesempurnaan, maka untuk itu penulis mengharapkan kritikan maupun saran dari para pembaca yang bersifat positif demi menyempurnakan dari tugas akhir ini.

Semoga tugas akhir/skripsi ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya para pembaca sekalian.



Medan, 6 Januari 2020

Penyusun :

Sapta Pernandes

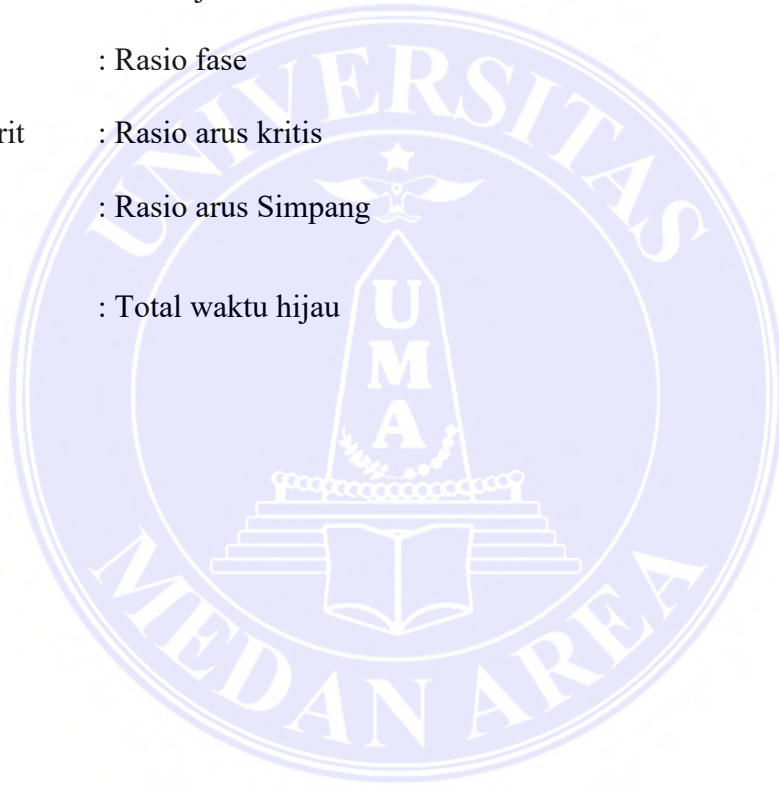
DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan	2
1.3 Perumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Metode Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Pengertian Lampu Lalu Lintas	6
2.3 Persimpangan.....	7
2.4 Jenis-Jenis Persimpangan	9
2.5 Pengertian Pada Persimpangan	13
2.6 Simpang Bersinyal	15
2.7 Model Dasar	25
2.8 Perencanaan Geometrik Jalan	26
2.9 Perhitungan Simpang Bersinyal.....	28

2.10 Arus Lalu Lintas	43
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	46
3.1 Lokasi Penelitian	46
3.2 Tahap Penelitian.....	47
3.3 Tahap Pengumpulan Data	47
3.4 Pengolahan Data	48
3.5 Analisis Data.....	51
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN	54
4.1 Data Masukan	54
4.2 Pengolahan Data	59
4.3 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	65
4.4 Pembahasan.....	71
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	

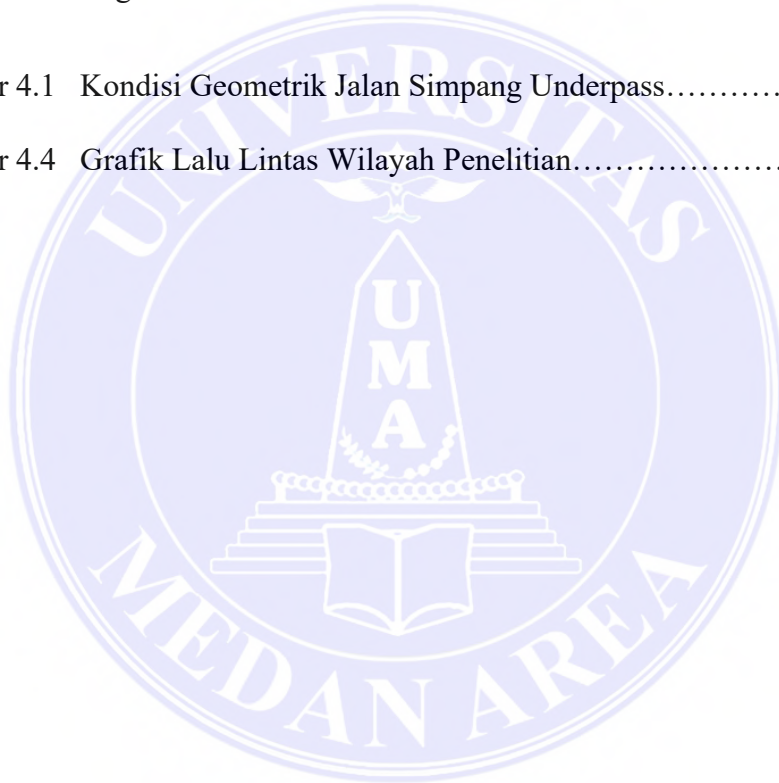
DAFTAR NOTASI

WA	: Lebar pendekat
WLTOR	: Lebar pendekat lengan belok kiri langsung
PRT	: Rasio kendaraan belok kanan
PLTOR	: Rasio kendaraan belok kiri langsung
S_0	: Arus jenuh dasar
We	: Lebar jalan efektif
PR	: Rasio fase
FRcrit	: Rasio arus kritis
IFR	: Rasio arus Simpang
Σg	: Total waktu hijau



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.5	Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal.....	16
Gambar 2.6	Lampu Lalu Lintas.....	24
Gambar 2.10	Lengan Simpang Untuk Masing-masing pendekat.....	28
Gambar 3.1	Lokasi Survei Penelitian.....	46
Gambar 3.2	Kondisi geometrik simpang Underpass Titi Kuning.....	47
Gambar 3.6	Bagan Alir Penelitian.....	53
Gambar 4.1	Kondisi Geometrik Jalan Simpang Underpass.....	55
Gambar 4.4	Grafik Lalu Lintas Wilayah Penelitian.....	58



DAFTAR TABEL

Tabel 4.2	Geometrik Jalan Simpang Underpass.....	56
Tabel 4.3	Kondisi Lingkungan Persimpangan Jalan.....	56
Tabel 4.5	Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Underpass Titi Kuning Medan	57
Tabel 4.6	Data Volume Lalu Lintas Dalam Satuan Smp/Jam.....	59
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar.....	60
Tabel 4.8	Hasil Penelitian Factor Penyesuaian Hambatan Samping.....	61
Tabel 4.9	Nilai Arus Jenuh.....	63
Tabel 4.10	Hasil Perhitungan Rasio Arus.....	64
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Rasio Fase.....	65
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Waktu Hijau.....	66
Tabel 4.13	Hasil Perhitungan Kapasitas.....	67
Tabel 4.14	Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan.....	68
Tabel 4.15	Panjang Antrian.....	69
Tabel 4.16	Kendaraan Henti.....	71
Tabel 4.17	Tundaan Kendaraan.....	73
Tabel 4.18	Nilai Waktu Hijau Simulasi.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan tingkat kemajuan dan perkembangan suatu masyarakat, maka tuntutan terhadap efisiensi waktu dan biaya sangat diperlukan khususnya kota-kota besar, seperti halnya kota Medan. Kota Medan yang merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia tidak bisa lepas dari pergerakan lalu lintas dalam bentuk arus keluar-masuk barang dan manusia. Demikian pula dengan pertumbuhan penduduk, meningkatnya jumlah kendaraan dan begitu juga dengan pembangunan pemukiman-pemukiman baru baik dalam kota maupun pinggiran kota mengakibatkan meningkatnya arus lalu lintas. Untuk menghindari keterlambatan dalam perjalanan akibat peningkatan arus lalu lintas maka harus diimbangi dengan peningkatan dalam pengaturan lalu lintas.

Hal ini bisa terlihat dari kemacetan yang terjadi di jalan-jalan protokol dan persimpangan yang belum teratasi umumnya di kota Medan, khususnya pada simpang jalan Jenderal A.H. Nasution- Jl. Lintas Sumatera, Jl. Brigjen Katamso- Jl. Brigjen. Zein Hamid. Walaupun adanya traffic lights pada simpang tersebut namun kemacetan masih saja terjadi. Maka pemerintah kota Medan mencari solusinya, yaitu dengan membuat underpass pada persimpangan tersebut. Namun underpass tersebut belum memiliki traffic lights, sehingga kendaraan dari jalur atas yang akan hendak bergerak ke arah kanan tidak bisa langsung bergerak lurus melainkan harus berbelok ke kiri dan

memutar balik arah. Sehingga pada saat akan memutar balik arah kemacetan terjadi.

Berdasarkan hal tersebut maka perlu rasanya dilaksanakan perencanaan *traffic lights* pada simpang jalan Jenderal A.H. Nasution- Jl. Lintas Sumatera, Jl. Brigjen Katamso- Jl. Brigjen. Zein Hamid untuk meminimalkan adanya kemacetan pada saat akan memutar balik arah dan untuk lebih memudahkan kendaraan yang akan bergerak ke arah kanan.

Namun, persimpangan lalu lintas merupakan bagian persilangan sebidang pada sebarang sistem jalan. Hak jalan diperuntungkan bagi suatu ruas jalan dengan penggunaan rambu berhenti atau rambu pengendalian kecepatan di persimpangan tanpa lalu lintas.

1.2 Maksud Dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk merencanakan *traffic lights* dan mendapatkan data primer yang diperlukan dalam perencanaan berdasarkan kondisi saat ini, sehingga akan mendapatkan gambaran yang jelas mengenai arus lalu lintas, hambatan samping dan Perencanaan Traffic Lights.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan waktu hijau, kuning dan merah yang diperlukan pada persimpangan tersebut. Sehingga dengan adanya *traffic lights* maka arus lalu lintas pada persimpangan tersebut dapat berjalan dengan lancar dan dapat mengakomodir kemacetan yang terjadi.

1.3 Rumusan Masalah

1. Apakah dengan adanya *Traffic Lights* dapat mengatasi masalah kendaraan yang tidak dapat belok kanan langsung ?
2. Bagaimanakah pengaruh penggunaan *Traffic Lights* terhadap arus lalu lintas pada persimpangan Titi Kuning ?
3. Berapa waktu hijau, kuning dan merah yang didapat pada perencanaan *Traffic Lights* ?

1.4 Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu yang ada pada kami sebagai penulis. Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Penelitian ini dilakukan di simpang Titi Kuning yang berada di jalan Jenderal A.H. Nasution- Jl. Lintas Sumatera, Jl. Brigjen Katamso- Jl. Brigjen. Zein Hamid.
2. Pengamatan dilakukan pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari.
3. Data diambil sebanyak tiga kali dalam satu minggu

1.5 Metode Penelitian

Metode survei yang digunakan adalah metode teknik observasi di lokasi studi sedangkan pengumpulan data sekunder menggunakan metode teknik studi dokumenter. Metode teknik observasi di lokasi studi yaitu cara pengumpulan data primer melalui pengamatan dan pencatatan.

1. Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan dari lapangan diolah sendiri, pengumpulan data primer ini dilakukan secara langsung melalui proses pengamatan dan pengukuran terhadap bahan kajian dilapangan. Adapun metode survey dilakukan antara lain :

1. Survey inventarisasi jalan dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kondisi ruas jalan, tipe jalan, perkerasan jalan, fasilitas dan perlengkapan jalan yang ada seperti rambu dan marka jalan

2. Survey Perhitungan Volume Lalu Lintas (*traffic contring*)

Survey ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui pola umum lalu lintas disimpang titi kuning .

Target data :

1. Volume lalu lintas tiap satuan waktu per 15 menit atau perjam untuk tiap-tiap jenis kendaraan

2. Volume jam sibuk untuk setiap bagian waktu, misalnya jam sibuk, pagi, siang, dan sore.

3. Persentase penggunaan moda tiap jenis kendaraan..

Dalam pelaksanaan survey ini maka persiapan yang perlu dilakukan adalah mempersiapkan peralatan survey, meliputi formulir survey, alat tulis, jam, alat penghitung (tally counter), pita meteran.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Metode ini dilaksanakan dengan cara meminta data kepada instansi yang terkait antara lain Dinas Perhubungan Kota Medan, berupa data tentang ruas jalan yang ada di Kota Medan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari satu tempat ketempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Transportasi digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Di negara maju, mereka biasanya menggunakan kereta bawah tanah (subway) dan taksi. Penduduk disana jarang yang mempunyai kendaraan pribadi karena mereka sebagian besar menggunakan angkutan umum sebagai transportasi mereka. Transportasi sendiri dibagi 3 yaitu, transportasi darat, laut, dan udara.

Menurut wikepidia pengertian transportasi adalah perpindahan manusia atau barang dari suatu tempat ketempat lainnya dengan menggunakan sebuah kendaraan yang di gerakkan oleh manusia atau mesin (<https://id.wikipedia.org/wiki/Transportasi>). Didalam pengertian transportasi tersebut, terdapat unsur-unsur yang terkait erat dalam berjalannya konsep transportasi itu sendiri. Unsur-unsur dalam transportasi tersebut adalah sebagai berikut :

1. Manusia yang membutuhkan
2. Barang yang dibutuhkan
3. Kendaraan sebagai alat/ sarana
4. Organisasi (pengelola transportasi)
5. Jalan dan terminal sebagai prasarana transportasi

2.2 Pengertian Lampu Lalu Lintas (*Traffic Light*)

Lampu lalu lintas (*menurut UU No. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan: Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas atau APILL*) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*) dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah lalu lintas.

Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada. Instalasi lampu lalu lintas terdiri dari tampilan-tampilan warna lampu berikut mekanisme pengendaliannya.

Lampu lalu lintas merupakan alat pengatur lalu lintas yang mempunyai tugas utama sebagai pengatur hak berjalan pergerakan lalu lintas. Tujuan diterapkannya pengaturan dengan lampu lalu lintas menurut *Oglesby dkk (1988)* adalah :

1. Menciptakan pergerakan dan hak berjalan secara bergantian dan teratur sehingga meningkatnya daya dukung pertemuan jalan dalam melayani arus lalu lintas.
2. Hirarki rute bisa dilaksanakan, rute utama disahkan mengalami kelambatan (*delay*) minimal.
3. Untuk meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan.
4. Untuk menyeimbangkan kuantitas pelayanan diseluruh aliran lalu lintas.

5. Memberikan rasa percaya kepada pengemudi bahwa hak berjalannya terjamin dan menumbuhkan sikap disiplin.
6. Untuk mengurangi waktu tempuh rata-rata di sebuah persimpangan, sehingga meningkatkan kapasitas.
7. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas yang disebabkan oleh tabrakan antara kendaraan-kendaraan yang berlawanan arah.
8. Mengkordinasikan lalu lintas di bawah kondisi jarak sinyal yang cukup baik, sehingga aliran lalu lintas tetap berjalan menerus pada kecepatan tertentu.
9. Memutuskan arus lalu lintas bagi lewatnya kendaraan darurat (ambulance) atau pada jembatan gerak.

2.3 Persimpangan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan (*Ir. Iskandar Abubakar, M.Sc, 1995:41*). Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, persimpangan merupakan aspek penting dalam pengendalian lalu lintas.

2.3.1 Jenis-Jenis Pengaturan Persimpangan

Metode pengendalian pergerakan kendaraan pada persimpangan diperlukan agar kendaraan-kendaraan yang melakukan gerakan konflik tersebut tidak akan saling bertabrakan.

Ada beberapa jenis pengaturan simpang (*Ir. Iskandar Abubakar, M.Sc 1995:42*), yaitu

- a. Pengaturan tanpa Lampu Lalu Lintas (Secara Manual)

Pengaturan tanpa lalu lintas ini maksudnya adalah pengemudi kendaraan bebas untuk belok kiri atau ke kanan atau bergerak lurus tanpa ada yang mengaturnya. Persimpangan jalan kecil (bukan jalan utama) biasanya pengaturannya secara manual atau tanpa lampu lalu lintas.

b. Pengaturan dengan Bundaran

Bundaran lalu lintas merupakan suatu alternatif dari pengaturan lampu lalu lintas

dimana hal ini mengendalikan lalu lintas dengan cara :

1. Membelokkan kendaraan-kendaraan dari suatu lintasan yang lurus sehingga akan memperlambat kecepatannya.
2. Membatasi alih gerak (maneuver) kendaraan menjadi pergerakan berpencar (diverging), bergabung (merging) serta bersilang (weaving), jadi memperkecil kecepatan relatif dari kendaraan.

c. Pengaturan dengan lampu lalu lintas

Lampu pengatur lalu lintas merupakan suatu alat yang sederhana melalui pemerian prioritas bagi masing-masing pergerakan lalu lintas secara berurutan (untuk memerintahkan pengemudi untuk berhenti atau berjalan). Alat ini memberikan prioritas bergantian dalam suatu periode waktu. Alat pengatur ini menggunakan indikasi lampu hijau, amber, dan merah. Tujuan dari pemisahan waktu bergerak ini adalah untuk menghindarkan terjadinya pergerakan yang saling berpotongan melalui titik konflik pada saat bersamaan.

2.4 Jenis-Jenis Persimpangan

Ada dua jenis/macam persimpangan jalan dilihat dari perencanaannya yaitu (Sulaksono,2001) :

2.3.1 Pertemuan Persimpangan Jalan Sebidang

Pertemuan/persimpangan sebidang adalah pertemuan dua ruas jalan atau lebih secara sebidang I tidak saling bersusun. Pertemuan ini direncanakan sedemikian dengan tujuan untuk mengalirkan atau melewatkan lalu lintas dengan lancar serta mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan/pelanggaran sebagai akibat dari titik konflik yang ditimbulkan dari adanya pergerakan antara kendaraan bermotor, pejalan kaki, sepeda dan fasilitas-fasilitas lain atau dengan kata lain akan memberikan kemudahan, kenyamanan dan ketenangan terhadap pemakai jalan yang melalui persimpangan. Perencanaan persimpangan yang baik akan menghasilkan kualitas operasional yang baik seperti tingkat pelayanan, waktu tunda, panjang antrian dan kapasitas.

Menurut pengaturannya, simpang sebidang dapat dikelompokkan menjadi (Warpani,2002) :

a. Simpang Bersinyal

Simpang ini adalah pertemuan atau perpotongan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing–masing, pada titik–titik simpang dilengkapi dengan lampu sinyal (*traffic light*) lalu lintas. Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan–gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan–

gerakan lalu lintas yang datang dari jalan yang saling berpotongan (konflik utama). Sinyal–sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan atau memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang (konflik kedua).

b. Simpang Tak Bersinyal

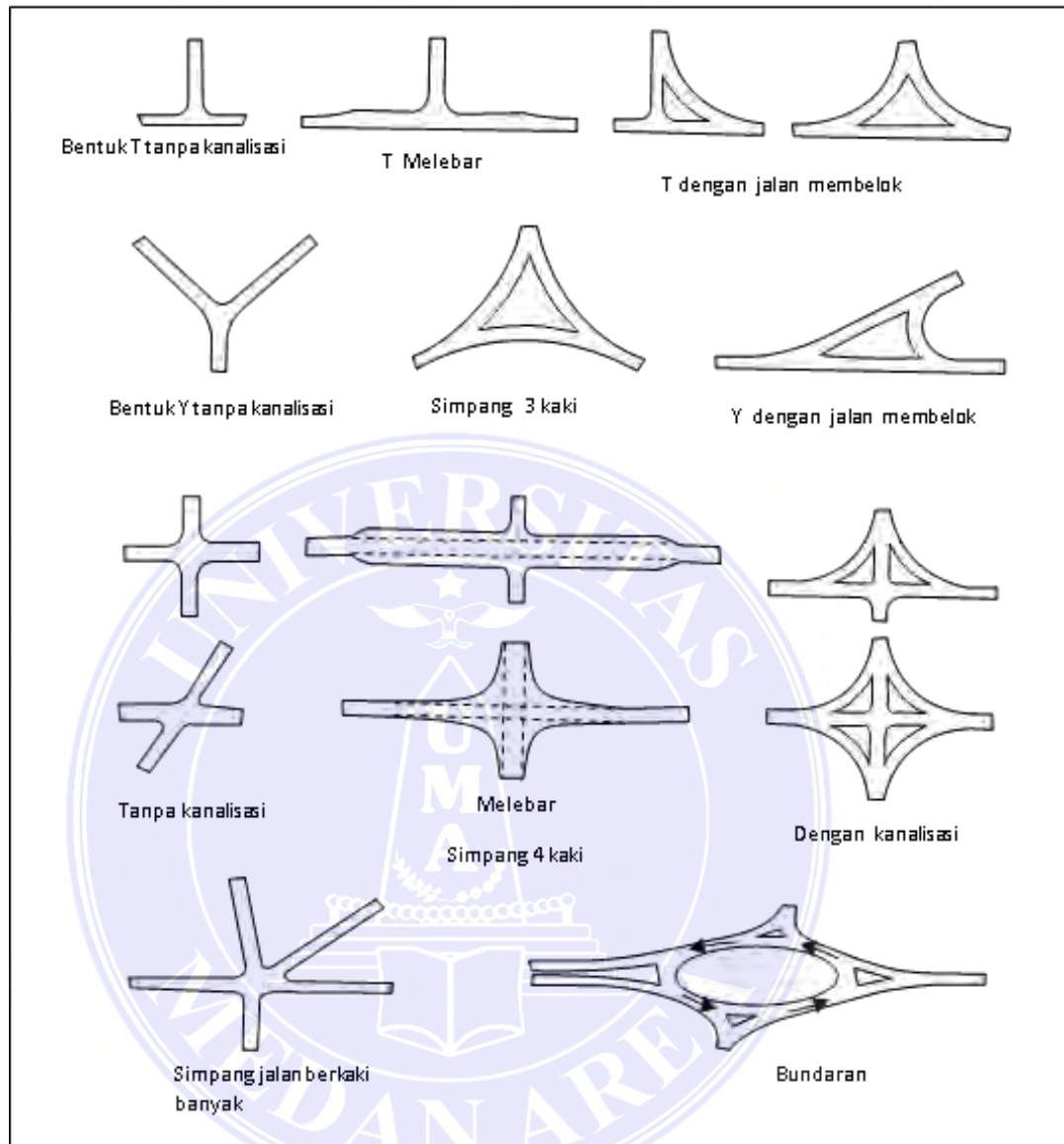
Simpang tak bersinyal adalah perpotongan atau pertemuan pada suatu bidang antara dua atau lebih jalur jalan raya dengan simpang masing– masing, dan pada titik–titik simpang tidak dilengkapi dengan lampu sebagai rambu– rambu simpang. Ketentuan dari aturan lalu lintas pada simpang tanpa lampu lalu lintas sangat mempengaruhi kelancaran pergerakan arus lalu lintas yang sangat berpotongan terutama pada simpang yang merupakan perpotongan dari ruas–ruas jalan yang mempunyai kelas jalan yang sama.

Pada umumnya simpang tak bersinyal dengan pengaturan hak jalan (prioritas dari sebelah kiri) digunakan di daerah permukiman perkotaan dan daerah pedalaman untuk persimpangan antara jalan lokal dengan arus lalu lintas rendah. Untuk persimpangan dengan kelas dan/atau fungsi jalan yang berbeda, lalu lintas pada jalan minor harus diatur dengan tanda "*yield*" atau "*stop*". Simpang tak bersinyal paling efektif apabila ukurannya kecil dan daerah konflik lalu lintasnya ditentukan dengan baik. Karena itu simpang ini sangat sesuai untuk persimpangan antara jalan dua lajur tak terbagi.

Pertemuan jalan sebidang ini pada dasarnya ada 4 macam yaitu:

1. Bercabang 3
2. Bercabang 4
3. Bercabang banyak

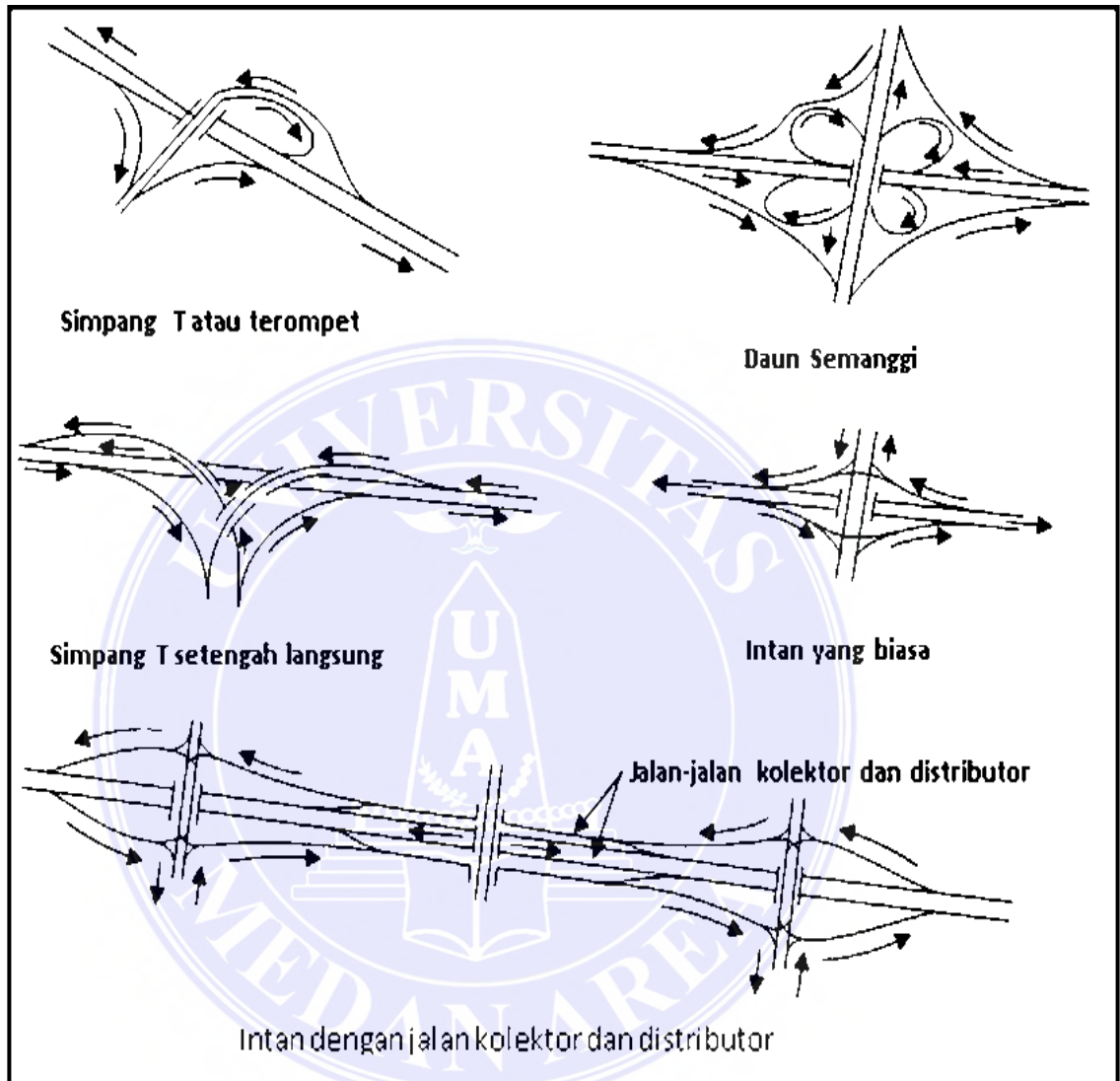
4. Bundaran (*Rotary Intersection*)



2.3.2. Persimpangan Tidak Sebidang/ Simpang Susun

Persimpangan tidak sebidang adalah simpang yang memisah-misahkan lalu lintas pada jalur yang berbeda sedemikian rupa sehingga simpangjalur dari kendaraan-kendaraan hanya terjadi pada tempat dimana kendaraan-kendaraan memisah dari atau bergabung menjadi satu lajur gerak yang sama. (contoh jalan layang), karena kebutuhan untuk menyediakan gerakan membelok tanpa

berpotongan, maka dibutuhkan tikungan yang besar dan sulit serta biayanya yang mahal.



2.5 Pengertian Pada Persimpangan

Pengertian pada persimpangan ini dimaksudkan pada istilah – istilah yang digunakan pada persimpangan dan hal – hal yang berkaitan dengan perhitungan simpang bersinyal. Adapun istilah – istilah tersebut adalah :

1. Kapasitas

Kapasitas persimpangan yang dikendalikan dengan alat pemberi insyarat lalu lintas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melalui persimpangan atau arus lalu lintas yang maksimum yang dapat dipertahankan (kendaraan / jam ; smp / jam).

2. Arus lalu lintas

Arus lalu lintas yang dibutuhkan adalah arus lalu lintas untuk masing-masing pergerakan pada setiap simpang. Volume lalu lintas diukur selama 14, 16, atau 24 jam menurut jenis kendaraan, pedoman awal sehubungan dengan anggapan dan nilai normal untuk digunakan pada kasus – kasus dibawah ini :

1. Jika hanya arus lalu lintas harian (LHR) saja yang ada tanpa diketahui distribusi lalu lintas pada setiap jam nya. maka arus rencana perjam dapat diperkirakan sebagai suatu presentase dari LHR sebagai berikut :

Jika distribusi gerakan membelok tidak dapat diketahui dan diperkirakan. 15% belok kanan dan 15% belok kiri dan arus pendekat total dapat dipergunakan kecuali gerakan membelok tersebut dilarang. Nilai – nilai normal pada tabel untuk komposisi lalu lintas berikut dapat digunakan lebih baik.

3. Lebar pendekat

Jika informasi lainnya tidak ada maka lebar pendekat berikut ini dapat digunakan sebagai anggapan awal untuk analisa simpang pada tingkat perencanaan dan perancangan.

Arus Lalu lintas total yang masuk simpang (smp)	Lebar pendekat rata-rata (m)
< 2500	4.5
2500 – 4000	7
4000 – 5000	10 (Lajur belok kanan terpisah)
> 5000	Rencana lebih besar

Lebar Pendekat

3. Penentuan fase dan waktu sinyal

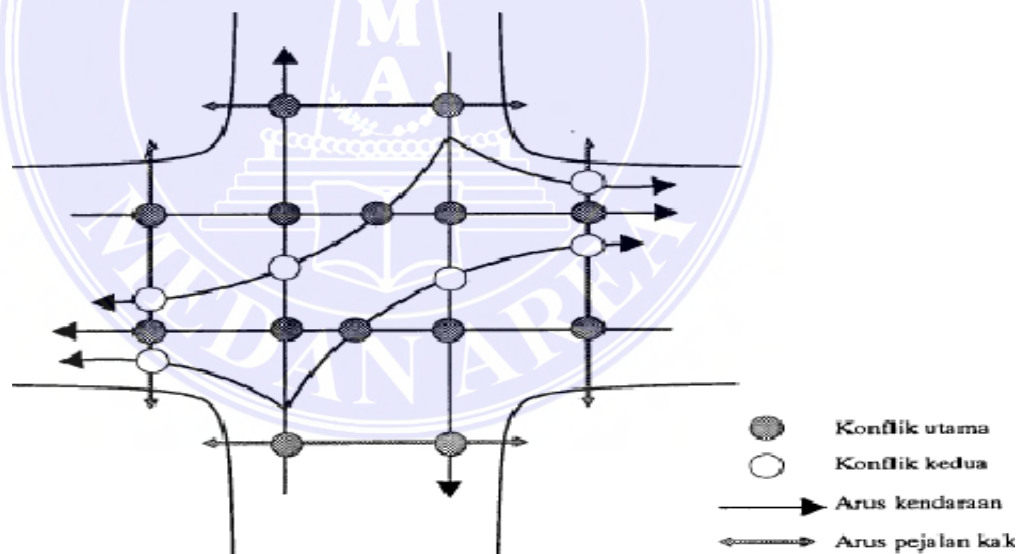
Untuk keperluan perencanaan dan simpang simetris normal tabel berikut dapat digunakan. Jika jumlah dan jenis fase tidak diketahui, maka pengaturan dengan dua fase sebaiknya digunakan sebagai kasus fase. Pemisahan gerakan – gerakan belok kanan biasanya hanya dapat dipertimbangkan kalau suatu gerakan membelok melebihi 200 smp / jam.

2.6 Simpang Bersinyal

Menurut MKJI (1997:2-2), simpang bersinyal merupakan tata cara menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti) pada simpang didaerah perkotaan dan semi perkotaan. Simpang bersinyal adalah dimana pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas, jadi pemakai jalan hanya boleh lewat pada saat sinyal lalu lintas menunjukkan warna hijau pada lengan simpangnya. Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut (MKJI 1997:2-2) :

- a. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
- b. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/ atau pejalan kaki dari jalan simpang (untuk)/ atau memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan dari arah yang bertentangan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna pada traffic lights (merah, kuning, hijau) dilakukan untuk dapat memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu yang terjadi secara bersamaan.



Gambar 2.5 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal
Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

2.6.1 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Sinyal lalu lintas adalah alat kontrol elektrik untuk lalu lintas di persimpangan jalan yang berfungsi untuk memisahkan arus kendaraan berdasarkan waktu, yaitu dengan memberikan kesempatan berjalan secara bergiliran kepada kendaraan dari masing-masing kaki simpang/ pendekat dengan menggunakan isyarat dari lampu lalu lintas (Amir Sanjaya, Eti Sulandari, Said Basalim, 2016). Fungsi pemisahan arus ini menjadi sangat penting karena pertemuan arus kendaraan terutama dalam volume yang cukup besar akan membahayakan kendaraan yang melalui simpang dan dapat mengacaukan sistem lalu lintas di persimpangan.

Pengaturan arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya dimaksudkan untuk bagaimana pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan (*vehicle group movements*) dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak mengganggu antar arus yang ada. Ada berbagai jenis kendali dengan menggunakan kendali lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini sangat bergantung pada situasi dan kondisi persimpangan yang ada seperti volume dan geometrik simpang.

Berdasarkan cakupan jenis kendali lampu lalu lintas pada persimpangan dibedakan antara lain :

- a. Lampu lalu lintas terpisah (*isolated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perencanaannya hanya didasarkan pertimbangan pada satu tempat persimpangan saja tanpa mempertimbangkan simpang lain yang terdekat.

- b. Lampu lalu lintas terkoordinasi (*coordinated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan cakupan beberapa simpang yang terdapat pada suatu jalur/arrah tertentu.
- c. Lampu lalu lintas jaringan (*networking traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan cakupan beberapa simpang yang terdapat dalam suatu jaringan jalan dalam suatu kawasan.

Menurut MKJI 1997, dalam pengaturan dan pengoperasian sinyal lampu lalu lintas ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

- 1) Fase sinyal, yaitu bagian dari siklus sinyal dengan lampu hijau disediakan bagi kombinasi tertentu dari gerakan lalu lintas,
- 2) Waktu siklus, yaitu waktu untuk ukuran lengkap dari indikasi sinyal.

waktu siklus yang terlalu panjang akan menyebabkan meningkatnya keadaan rata-rata. Jika nilai rasio arus (FR) mendekati atau lebih dari satu maka simpang tersebut adalah lewat jenuh dan rumus tersebut akan menghasilkan waktu siklus yang sangat tinggi atau negatif. Jika perhitungan menghasilkan waktu siklus yang lebih dari batas yang disarankan, maka hal ini menunjukkan bahwa kapasitas dari simpang tidak mencukupi. Hal tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Waktu Siklus yang Disarankan

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

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

3) Waktu hijau (*g*), yaitu waktu nyala hijau dalam suatu pendekat (detik).

Waktu hijau dibedakan menjadi 2 macam yaitu :

a). waktu hijau maksimum (*g_{max}*) adalah waktu hijau maksimal yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (detik) dan,

b) waktu hijau minimum (*g_{min}*) adalah waktu hijau minimum yang diperlukan (contoh : adanya penyeberangan pejalan kaki).

4) Rasio hijau (*green ratio*), yaitu perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekat

$$(GR=g/c).....(1)$$

5) Waktu merah semua, yaitu waktu di mana sinyal merah menyala bersama dalam pendekat-pendekat yang dilayani oleh dua fase sinyal yang berurutan (detik),

6) Waktu hilang, yaitu jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) waktu antar hijau sebaiknya ditentukan dengan menggunakan metodologi yang sesuai sehingga lama nyala hijau dapat disesuaikan dengan lebar jalan yang dapat menjadikan nyala hijau yang efektif (tidak terlalu lama), dan,

7) Waktu kuning, yaitu waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam suatu pendekat.

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997:2-33), ada beberapa pertimbangan pengaturan sinyal lalu lintas antara lain sebagai berikut :

- 1) Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistem sinyal lalu lintas terkoordinasi.
- 2) Pengaturan sinyal aktuasi (detektor hanya dipasang pada jalan minor atau tombol penyeberangan pejalan kaki) umumnya simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan minor atau penyeberangan pejalan kaki dan berpotongan dengan jalan arteri. Pada keadaan ini sinyal selalu hijau untuk jalan utama bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor.
- 3) Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah model pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir di antara jalan-jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampir sama.
- 4) Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal berdekatan adalah kecil (kurang dari 200 m).

Untuk analisa operasional dan perencanaan disarankan untuk membuat suatu perhitungan rinci waktu antar hijau (IG) dan waktu hilang (LTI). Waktu antar hijau adalah periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang berurutan (detik). Waktu hilang adalah jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Nilai normal waktu antar hijau dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

Ukuran Simpang	Lebar Jalan Rata-Rata	Nilai Normal Waktu Antar Hijau
Kecil	6 – 9 m	4 detik/fase
Sedang	10 – 14 m	5 detik/fase
Besar	≥ 15 m	≥ 6 detik/fase

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

Perhitungan waktu merah semua yang diperlukan antara pengosongan pada akhir setiap fase harus memberikan kesempatan bagi kendaraan terakhir (melewati garis henti pada akhir sinyal kuning) berangkat dari titik konflik sebelum kedatangan kendaraan yang datang pertama di fase berikutnya (melewati garis henti sinyal hijau) pada titik yang sama. Jadi, merah semua merupakan fungsi dari kecepatan dan jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang (dari garis henti sampai ke titik konflik) dan panjang dari kendaraan yang berangkat.

Titik-titik konflik pada masing-masing fase adalah titik yang menghasilkan waktu merah semua (i) terbesar dapat dilihat pada persamaan berikut :

$$MERAHSEMUA (i) = \frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan :

L_{EV}, L_{AV} : Jarak dari garis henti ke titik konflik masing-masing untuk

kendaraan yang berangkat dan yang datang (m)

I_{EV} : Panjang kendaraan yang berangkat (m)

V_{EV}, V_{AV} : Kecepatan masing-masing untuk kendaraan yang berangkat dan yang datang (m/dt).

Perhitungan waktu hilang (LTI), dihitung setelah ditetapkan periode merah semua untuk masing-masing akhir fase. Waktu hilang untuk simpang dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu-waktu antar hijau seperti persamaan berikut.

$$LTI = \sum(MERAHSEMUA + KUNING) i = \sum IG_i \dots \dots \dots (3)$$

Panjang waktu kuning pada sinyal lalu lintas perkotaan di Indonesia biasanya adalah 3,0 detik.

Lampu lalu lintas dapat dikoordinasikan dalam beberapa cara, tetapi tiga teknik yang paling banyak dilakukan adalah system simultan, system alternatif, dan system progresif fleksibel (C. Jotin Khisty, B. Kent Lall, 2003:315).

1. System simultan: dalam teknik ini, seluruh lampu lalu-lintas disepanjang bagian jalan yang dikoordinasi menampilkan aspek yang sama kepada aliran lalu lintas, yang sama pada waktu yang sama.
2. System alternatif : dalam system ini lampu lalu-lintas alternatif atau kelompok lampu lalu-lintas menunjukkan tanda yang berlawanan pada waktu yang sama, yang berarti bahwa jika sebuah kendaraan melintasi jarak antara dua persimpangan dalam waktu setengah siklus, maka kendaraan tersebut tidak perlu berhenti.
3. System progresif : terdapat dua jenis system progresif yang digunakan. Dalam system progresif yang sederhana, berbagai muka sinyal yang mengendalikan suatu jalan, menampilkan warna hijau sesuai dengan jadwal waktu untuk tetap menjaga agar iring-iringan kendaraan tetap dapat bergerak pada kecepatan yang telah direncanakan. Pada system progresif fleksibel, interval waktu pada lampu lalu lintas dapat diselesaikan secara independen tergantung persyaratan lalu-lintas dan dimana warna hijau pada setiap lampu lalu-lintas dapat saja

menyala secara independen pada saat yang akan memberikan efisiensi maksimum.

2.6.2 Lampu Lalu Lintas

Lampu lalu lintas adalah merupakan peralatan yang menjadi alat bantu dalam memberikan signal yang di operasikan secara manual ataupun otomatis. Lampu lalu lintas merupakan petunjuk yang berganti-ganti untuk memberikan dan membolehkan kendaraan untuk maju. Lampu lalu lintas terdiri dari :

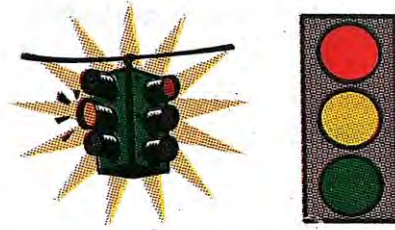
- Hijau (*green*) artinya boleh jalan
- Kuning (*yellow*) artinya hati-hati
- Merah (*red*) artinya semua kendaraan supaya berhenti

Di Indonesia khususnya urutan lampu lalu lintas adalah hijau, kemudian kuning, lalu merah kemudian langsung hijau. Urutan ini disebut siklus sinyal (*signal cycle*) dan lamanya disebut waktu siklus (*signal cycle time approach*).

Sistem perlampuan lalu lintas menggunakan jenis nyala lampu sebagai berikut (MKJI, 1997 2-9) :

- a. Lampu hijau (*green*) : Fase untuk kendali lalu-lintas aktuasi kendaraan (*det*).
- b. Lampu kuning (*amber*) : Waktu di mana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam sebuah pendekat (*det*).
- c. Lampu merah (*red*) : kendaraan yang mendapat isyarat harus berhenti sebelum di garis henti (*stop line*)

(a) Lampu tiga warna



Banyaknya lampu dan penempatannya dibuat sedemikian rupa sehingga mudah dilihat

(b) Lampu kedip



Pada beberapa tempat yang dianggap perlu, dapat dipasang lampu warna kuning yang terus-menerus berkedip, dengan tujuan memberi isyarat kepada para pengguna jalan untuk tetap waspada.

Gambar 2.6 Lampu Lalu Lintas

Sumber : Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan

2.6.3 Arus Lalu Lintas

Dalam MKJI (1997:2-10), perhitungan arus lalu lintas dilakukan persatuan jam untuk satu atau lebih periode, misalnya didasarkan pada kondisi arus lalu lintas rencana jam puncak pagi, siang dan sore. Arus lalu lintas (Q) untuk setiap gerakan belok kiri (QLT), lurus (QST), dan belok kanan (QRT) dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Tabel 2.3 Tipe Pendekat

Jenis Kendaraan	Emp untuk Tipe Pendekat	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3
Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI, 1997

Untuk masing-masing pendekat rasio kendaraan belok kiri (PLT) dan rasio belok kanan (PRT) didapatkan dari rumus berikut :

$$P_{LT} = \frac{LT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(4)$$

$$P_{RT} = \frac{RT \text{ (smp/jam)}}{\text{Total (smp/jam)}} \dots\dots\dots(5)$$

Untuk rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam didapatkan dengan rumus berikut :

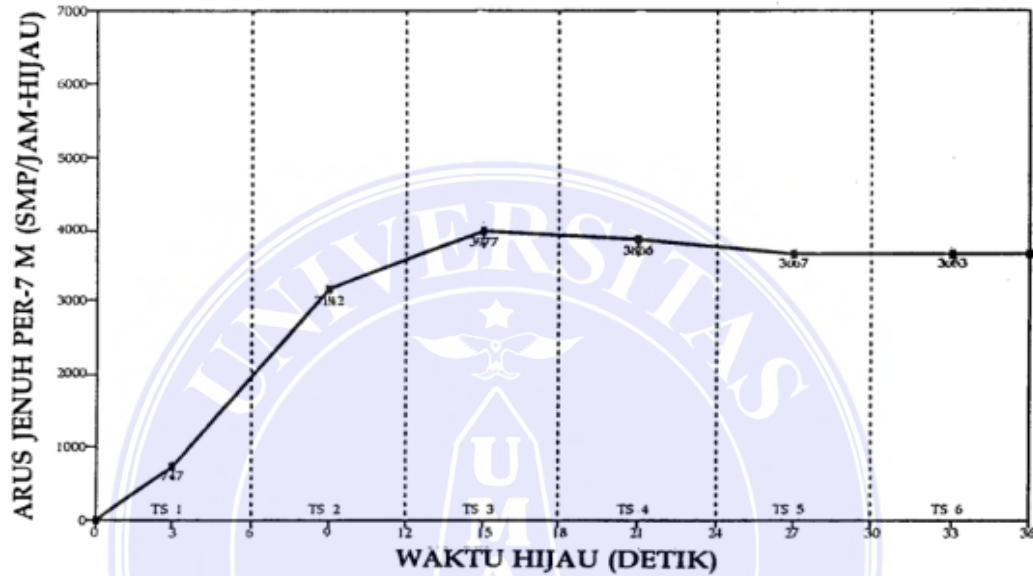
$$P_{UM} = Q_{UM} / Q_M \dots\dots\dots(6)$$

2.7 Model Dasar

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

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

(7)



2.8 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometric jalan terdapat beberapa parameter yaitu sebagai berikut :

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan wakil dari kelompoknya, dipergunakan untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Untuk perencanaan geometrik jalan, ukuran lebar rencana akan mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan.

b. Kecepatan

Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan dibagi waktu tempuh. Biasanya dinyatakan dalam km/jam.

Kecepatan rencana adalah kecepatan yang dipilih untuk keperluan perencanaan setiap bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan lain-lain.

Menurut MKJI 1997, lebar-lebar pendekat sewajarnya harus disesuaikan menurut ketidakseimbangan dalam rasio arus antara jalan yang berpotongan dan pendekat-pendekatnya. Untuk analisa simpang bersinyal pada tingkat perencanaan dan perancangan maka lebar pendekat dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini :

Tabel 2.3 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat

Arus Lalu Lintas Yang Masuk ke Simpang (smp/jam)	Lebar Pendekat Rata-Rata (m)
< 2500	4,5
2500-4000	7
4000-5000	10 (Lebar belok kanan terpisah)
> 5000	Rencana lebih besar

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

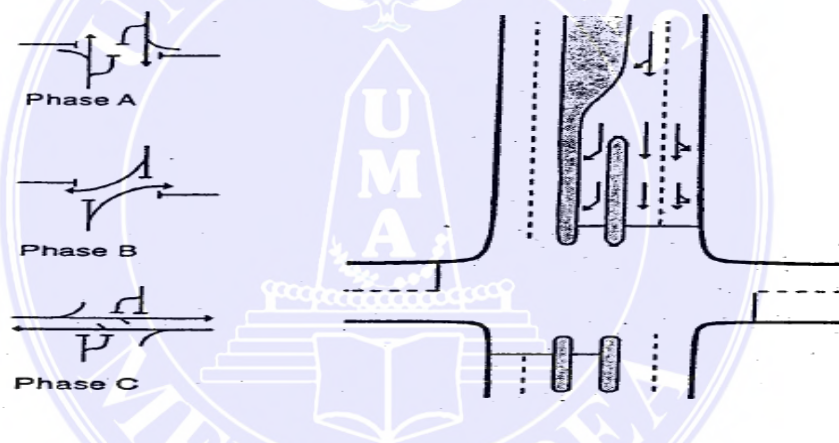
Tipe jalan dapat menunjukkan perilaku berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu. Tipe jalan ditunjukkan dengan tipe potongan melintang jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah suatu segmen jalan. Tipe jalan dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).
- b. Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan atau terbagi(4/2D).
- c. Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).
- d. Jalan satu arah dan lajur bebas hambatan.

2.9 Perhitungan Simpang Bersinyal

2.9.1 Data masukan

Menurut MKJI 1997(2-10), kondisi geometrik pengaturan lalu lintas dan kondisilingkungan perhitungannya dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satulengan Simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadidua atau lebih sub pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/ataubelok kiri mendapat sinyal hijau pada fase yang berlainan dengan lalu-lintas yang lurus, atau jika dipisahkan secara fisik dengan pulau-pulau lalu-lintas dalam pendekat.



Gambar 2.10 Lengan Simpang Untuk Masing-masing pendekat
Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

2.9.2 Penentuan waktu sinyal

Untuk menentukan waktu sinyal dapat dilakukan dengan 5 pendekatan sebagai berikut:

1. Tipe pendekat (*approach*)

Pendekat merupakan daerah dari suatu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan mengantri sebelum keluar melewati garis henti. Apabila gerakan lalu-lintas kekiri atau kekanan dipisahkan dengan pulau lalu-lintas,

sebuah lengan persimpangan jalan dapat mempunyai dua pendekat yaitu pendekat terlindung (P) atau terlawan (O).

2. Lebar pendekat efektif

Lebar efektif merupakan lebar dari bagian pendekat yang diperkeras, yang digunakan dalam perhitungan kapasitas, yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A , W_{masuk} dan W_{keluar} dan gerakan lalu-lintas membelok.

Untuk pendekat tipe O (Terlawan).

Jika $W_{LTOR} > 2.0$ meter, maka $W_e = W_A - W_{LTOR}$

Jika $W_{LTOR} < 2.0$ meter, maka $W_e = W_A \times (1 + PLTOR) - W_{TOR}$

Keterangan:

W_A : Lebar pendekat

W_{LTOR} : Lebar pendekat lengan belok kiri langsung

Untuk pendekat tipe P (Terlindung)

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - PRT - PLTOR)$

Keterangan:

PRT : Rasio kendaraan belok kanan

$PLTOR$: Rasio kendaraan belok kiri langsung.

3. Arus jenuh dasar (S_0)

Arus jenuh dasar adalah besarnya keberangkatan antrian di dalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk pendekat tipe P (arus terlindung),

$$S_0 = 600 \times W_e \text{ smp/jam} \dots \dots \dots (8)$$

Keterangan:

$$S_0 = \text{Arus jenuh dasar (smp/jam)}$$

We = Lebar jalan efektif (m)

4. Faktor Penyesuaian Arus Jenuh

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Ditentukan berdasarkan data dari Biro Pusat Statistik pada kotayang ditinjau. Faktor penyesuaian ukuran kota dapat dilihat pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.4 Faktor penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal

Penduduk Kota (juta jiwa)	Faktor Penyesuaian Ukuran Kota
> 3,0	1,05
1,0 – 3,0	1,00
0,5 – 1,0	0,94
0,1 – 0,5	0,83
< 0,1	0,82

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

b. Faktor penyesuaian kelandaian,

c. Faktor penyesuaian parkir (FP) dapat dihitung dengan persamaanberikut:

$$FP = [\{ LP/3 - \{ WA - 2 \} \times \{ LP/3 - g \} / WA] / g \dots \dots \dots (9)$$

Dengan,

LP : Jarak antara garis henti dan kendaraan yang diparkir pertama
(m) panjang dari lajur pendek

WA : Lebar Pendekat (m)

g: Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 detik)

d. Faktor penyesuaian hambatan samping (FSF) pada perhitungansimpang bersinyal adalah fungsi dari jenis lingkungan jalan,tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.

e. Faktor penyesuaian arus belok kiri (FLT) dan arus belok kanan(FRT), Faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar hanya pada pendekat tipe P (Terlindung) adalah sebagai berikut.

1. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (FRT). Pertemuan jalan untuk tipe P (terlindung), tanpa median dan jalan dua arah dengan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat digunakan persamaan berikut :

$$FRT = 1,0 + PRT \times 0,26 \dots \dots \dots (10)$$

2. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri (PLT) dengan pendekat terlindung (pendekat tipe P) tanpa belok kiri langsung ($LTOR$) dan lebar efektif ditentukan oleh lebar masuk dapat digunakan dengan persamaan berikut :

$$FLT = 10 - PLT \times 0,16 \dots \dots \dots (11)$$

Pada pendekat-pendekat terlindung tanpa menyediakan belok kiri langsung, kendaraan yang belok kiricenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekat tersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat tipe O (terlawan) pada umumnya lenih lambat, maka tidak perlu penyesuaian untuk rasio belok kiri.

5. Rasio arus /rasio arus jenuh

Rasio arus Simpang merupakan jumlah dari rasio arus kritis untuk semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. Rasio Arus (FR) masing-masing pendekatan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$FR = Q / S \dots \dots \dots (12)$$

Keterangan:

FR = Rasio arus

Q = Arus lalu-lintas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

Untuk rasio arus Simpang (IFR) dihitung dengan rumus:

$$IFR = \Sigma (FR_{crit})$$

Keterangan:

IFR = Rasio arus Simpang

FR_{crit} = Rasio arus kritis

Hitung Rasio Fase (IFR) masing-masing fase sebagai rasio antara FR_{CRIT} dan IFR. Untuk arus kritis dihitung dengan rumus:

$$PR = FR_{crit} / IFR \dots \dots \dots (13)$$

Keterangan:

PR = Rasio fase

FR_{crit} = Rasio arus kritis

IFR = Rasio arus Simpang

6. Waktu siklus dan waktu hijau

Waktu siklus adalah waktu hijau menyala pada satu fase hingga hijau

menyala berikutnya pada fase yang sama atau waktu untuk urutan lengkap dari indikasi sinyal dan waktu hijau merupakan waktu nyala dalam suatu pendekat (det). Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap.

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \dots\dots\dots(14)$$

Keterangan:

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus (det)

IFR = Rasio arus Simpang (FRCRIT)

Menghitung waktu hijau g untuk masing-masing fase yaitu menggunakan rumus:

$$g_i = (Cua - LTI) \times Pri \dots\dots\dots(15)$$

Keterangan:

g_i = Tampilan waktu hijau pada fase i (det)

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det)

LTI = Waktu hilang total per siklus

Pri = Rasio fase FRCRIT / Σ (FRCRIT)

Waktu hijau yang lebih pendek dari 10 detik harus dihindari, karena dapat mengakibatkan pelanggaran lampu merah yang berlebihan dan kesulitan bagi pejalan kaki untuk menyeberang jalan.

$$c = \Sigma g + LTI \dots\dots\dots(16)$$

Keterangan:

c = Waktu siklus (det)

Σg = Total waktu hijau (det)

LTI = Waktu hilang (det)

2.9.3. Kapasitas

Kapasitas menurut MKJI 1997, perhitungan kapasitas dapat dibuat dengan pemisahan jalur tiap pendekat, pada satu lengan dapat terdiri dari satu atau lebih pendekat, misal dibagi menjadi dua atau lebih sub pendekat. Hal ini diterapkan jika gerakan belok kanan mempunyai fase berbeda dari lalu lintas yang lurus atau dapat juga dengan merubah fisik jalan yaitu dengan membagi pendekat dengan pulau lalu lintas (*canalization*).

Kapasitas (C) dari masing-masing pendekat adalah :

$$C = S \times g/c \text{ (detik)}$$

dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

S = Arus jenuh (smp/jam)

G = Waktu hijau (detik)

c = Waktu siklus (detik)

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam satu kendaraan/ jam atau smp/jam. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu simpang adalah kondisi fisik simpang dan operasi, yaitu ukuran dan dimensi lebar jalan, kondisi parkir dan jumlah lajur, kondisi lingkungan, yaitu faktor jam sibuk pada suatu simpang, karakteristik gerakan lalu lintas, yaitu gerakan membelok dari kendaraan, karakteristik lalu lintas kendaraan berat, yaitu truk dan bus melewati simpang.

Definisi kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan atau orang yang dapat melintasi suatu titik pada lajur jalan pada periode waktu tertentu dalam kondisi jalan tertentu atau merupakan arus maksimum yang bisa dilewatkan pada suatu ruas jalan. Dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam (MKJI 1997). Kapasitas satu ruas jalan dalam satu sistem jalan raya adalah jumlah kendaraan maksimum yang memiliki kemungkinan yang cukup untuk melewati ruas jalan tersebut, baik satu maupun dua arah dalam periode waktu tertentu dibawah kondisi jalan dan lalu lintas yang umum.

Ada beberapa jenis kapasitas jalan yaitu sebagai berikut :

a. Kapasitas Dasar (Basic Capacity)

Kapasitas dasar digunakan sebagai dasar perhitungan untuk kapasitas rencana. Kapasitas dasar tergantung pada tipe jalan dan jumlah lajur dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur.

Tipe Jalan	Kapasitas Dasar (smp/jam)	Catatan
Empat lajur terbagi (4/2D) atau jalan 1 arah	1650	Per lajur
Empat lajur tak terbagi	1500	Per lajur
Dua lajur tak terbagi	2900	Total dua arah

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

b. Kapasitas Rencana (Design Capacity)

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan

dan lalu lintas yang sedang berlaku tanpa mengakibatkan kemacetan, keterlambatan, dan bahaya yang masih dalam batas-batas yang diinginkan.

c. Kapasitas yang Mungkin (Possible Capacity).

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku (pada saat itu). Kapasitas yang mungkin harus lebih kecil dari kapasitas rencana.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah sebagai berikut :

1. Kondisi fisik dan operasi

a. Lebar jalan pada persimpangan

Lebar jalan pada persimpangan dapat dilihat dari jumlah lajur. Semakin banyak jumlah lajur yang dipergunakan maka semakin besar kapasitas jalan tersebut.

b. Kondisi parkir

Semakin banyak kendaraan yang parkir di atas lebar efektif jalan, maka akan mengurangi kapasitas jalan tersebut.

c. Jalan satu arah versus Jalan dua arah

Pertemuan jalan satu arah dengan jalan dua arah, akan mempengaruhi besar kapasitas.

2. Lingkungan

a. Faktor beban

b. Faktor beban yang dibawa kendaraan yang melintas akan sangat berpengaruh pada kapasitas jalan, berat beban akan mempengaruhi kecepatan sehingga mengurangi kapasitas jalan dalam satu periode.

b. Faktor jam sibuk (Peak Hour factor / PHF)

Besar kapasitas suatu jalan akan terlihat pada saat jam sibuk, karena pada jam sibuk dapat diketahui jumlah kendaraan terbanyak.

3. Karakteristik Lingkungan

a. Gerakan membelok

Gerakan membelok akan mengurangi kecepatan arus terlawan dalam satu periode dan dapat menyebabkan konflik.

b. Truk dan bis berjalan lurus

Truk dan bis yang menaik-turunkan penumpang tidak pada halte dapat mengurangi besarnya kapasitas

c. Bis angkutan lokal

Bis angkutan yang menaik-turunkan penumpang sembarangan dapat mengurangi besarnya kapasitas jalan.

4. Tolak ukur pengendalian

Adalah Kepadatan lalu lintas (traffic density) yaitu jumlah kendaraan rata-rata yang menempati jalan sepanjang 1 mil pada satu periode. Kapasitas lalu lintas merupakan salah satu ukuran kuantitas yang menerangkan kondisi seperti yang dinilai oleh pembina jalan. Kapasitas pendekat diperoleh dari perkalian arus jenuh dengan rasio hijau (g/c) pada masing-masing pendekat. Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(17)$$

Keterangan:

g = Waktu hijau (det).

S = Arus jenuh, yaitu arus berangkat rata-rata dari antrian dalam

pendekat selama sinyal hijau (smp / jam hijau).

C = Kapasitas untuk lengan atau kelompok lajur (smp/jam).

C = Waktu siklus, yaitu selang waktu untuk urutan perubahan sinyal yang lengkap (yaitu antara dua awal hijau yang berurutan pada fase yang sama) (det).

2.9.4. Derajat Kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu-lintas pada suatu segmen jalan dan Simpang. Dalam MKJI 1997, jika analisis DS dilakukan untuk analisi tingkat kinerja, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam emp. Factor yang mempengaruhi emp adalah :

- a) Jenis jalan, seperti jalan luar kota, atau jalan bebas hambatan.
- b) Tipe alinyemen, seperti medan datar, berbukit atau, pegunungan, dan
- c) Volume jalan

Nilai arus jenuh diasumsikan tetap selama fase hijau, namun pada kenyataannya kendaraan masih berhenti saat mulai hijau, kemudian perlahan naik dan mencapai puncak antara 10-15 detik dan akan menurun perlahan-lahan sampai hijau berakhir. Kendaraan yang terlepas relatif tetap selama waktu kuning dan waktu merah semua sampai akhirnya turun selama 5-10 detik setelah awal sinyal merah.

Berdasarkan defenisi derajat kejenuhan, maka persamaan untuk mencari besarnya kejenuhan adalah sebagai berikut:

$$DS = Q_{smp} / C \dots \dots \dots (18)$$

Keterangan:

Q_{smp} = Arus total (smp/jam)

DS = Derajat kejenuhan

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Perlu diperhatikan untuk analisa operasional dan peningkatan Simpang bersinyal untuk tidak melewati rasio arus/kapasitas = 0,75 selama jam puncak, jika nilai $DS > 0,75$ maka layak menggunakan lampu lalu lintas (*traffic light*).

2.8.5 Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ_1), ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ_2):

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \dots \dots \dots (19)$$

$$NQ_1 = 0,25 \times C [(DS-1) + \sqrt{[(DS-1)]^2 + (8 \times (DS-0,5))/C}]$$

Jika $DS > 0,5$, selain dari itu $NQ_1 = 0$

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600}$$

Dimana :

NQ_1 : Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 : Jumlah smp yang datang selama fase merah

GR : Rasio hijau

c : Waktu siklus (det)

C : Kapasitas (smp/jam)

Q : Arus lalu lintas pada pendekat tersebut

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m²) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{MAX} \times 20 / W_{MASUK} \dots\dots\dots(20)$$

2.8.6 Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelum melewati suatu simpang, dihitung sebagai :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ}{Q \times c} \times 3600 \dots\dots\dots(21)$$

Dimana c adalah waktu siklus (det) dan Q adalah arus lalu-lintas (smp/jam) dari pendekatan yang ditinjau.

2.8.7 Tundaan

Tundaan pada suatu simpang dapat terjadi karena dua hal :

1. Tundaan lalu-lintas (DT), karena interaksi lalu lintas dengan gerakan lainnya pada suatu simpang,
2. Tundaan geometri (DG), karena perlambatan dan percepatan saat membelok pada suatu simpang dan/atau terhenti karena lampu merah.

Tundaan rata-rata untuk suatu pendekatan j dihitung sebagai :

$$Dj = DTj + DGj \dots\dots\dots(22)$$

Dimana : Dj = Tundaan rata-rata untuk pendekatan j (det/smp)

DTj = Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk pendekatan j (det/smp)

DG_j = Tundaan geometri rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk suatu pendekat j dapat ditentukan dari rumus berikut (didasarkan pada Akcelik 1988) :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GRXDS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{C} \dots\dots\dots(23)$$

Tundaan deometri rata-rata pada suatu pendekat j dapat diperkirakan sebagai berikut :

$$DG = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4) \dots\dots\dots(24)$$

Dimana : Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

PT = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

2.8.8 Level of service (LOS)

Tingkat pelayanan adalah ukuran kecepatan laju kendaraan yang dikaitkan dengan kondisi dan kapasitas jalan (Suwardjoko R. Warpani, 2002). Tujuan dari adanya tingkat pelayanan adalah untuk melayani seluruh kebutuhan lalu-lintas (*demand*) dengan sebaik mungkin. Baiknya pelayanan dapat dinyatakan dalam tingkat pelayanan (*Level of Service*).

Level Of Service (LOS) merupakan ukuran kualitas sebagai rangkaian dari beberapa faktor yang mencakup kecepatan kendaraan dan waktu perjalanan, kebebasan untuk manuver, keamanan, kenyamanan mengemudi dan ongkos operasi (*operation cost*),

Tabel 2.6 Tundaan Simpang Rata-Rata (LOS)

Tingkat Pelayanan	Tundaan (det/Smp)	Keterangan
A	<5	Baik Sekali
B	5,1 – 15	Baik
C	15,1 – 25	Sedang
D	25,1 – 40	Kurang
E	40,1 – 60	Buruk
F	>60	Buruk Sekali

Sumber : Highway Capacity Manual, 2000 (HCM)

2.10. Arus Lalu Lintas

Menurut Direktorat Jenderal Bina marga(1997), arus lalu lintas adalah jumlahkendaraan bermotor yang melalui titik tertentu persatuan waktu, dinyatakan dalam kend/jam atau smp/jam.Arus lalulintas yang melewati suatu ruas jalan ataupun persimpangan terdiri dariberbagai jenis kendaraan, seperti kendaraan ringan, kendaraan berat,kendaraan bermotor dan kendaraan tak bermotor.

Tabel 2.7 Ekivalensi Mobil Penumpang

Jenis Kendaraan	Persimpangan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3
Kendaraan Bermotor (MC)	0.5

Sumber: Simpang Bersinyal MKJI 1997

Untuk masing-masing pendekatan rasio kendaraan belok kiri (PLT) dan rasio belok kanan (PRT) didapatkan dari rumus berikut :

$$P_{LT} = \frac{LT(\text{smp/jam})}{\text{Total}(\text{smp/jam})} \dots\dots\dots(4)$$

$$P_{RT} = \frac{RT(\text{smp/jam})}{\text{Total}(\text{smp/jam})} \dots\dots\dots(5)$$

Untuk rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam didapatkan dengan rumus berikut :

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_M \dots\dots\dots(6)$$

2.10.1. Volume Lalu Lintas

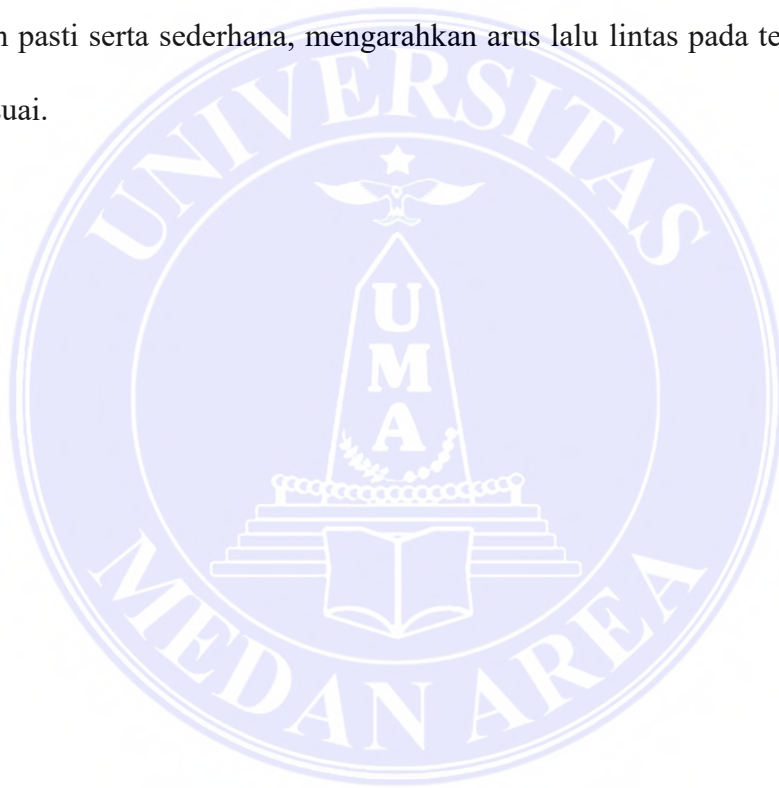
Volume merupakan jumlah kendaraan yang lewat pada satu titik pengamatan di ruas jalan, atau pada suatu lajur selama interval waktu tertentu. Satuan dari volume secara sederhana adalah “kendaraan”, walaupun dapat dinyatakan dengan cara lain yaitu satuan mobil penumpang (smp) tiap satu satuan waktu.

2.10.2 Optimasi Simpang Bersinyal

Dalam mengoptimalkan suatu simpang bersinyal diperlukan pengaturan lalu lintas yang melalui simpang tersebut. Tujuan utama pengaturan lalu lintas umumnya adalah untuk memberikan petunjuk-petunjuk yang terarah dan tidak menimbulkan keraguan. Pengaturan lalu lintas di simpang dapat dicapai dengan menggunakan lampu lalu lintas, marka dan rambu yang mengatur, mengarahkan dan memperhatikan lalu lintas.

Selanjutnya dari pemilihan pengaturan simpang dapat ditentukan dengan tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Mengurangi maupun menghindari kemungkinan terjadinya kecelakaan yang berasal dari berbagai kondisi titik konflik.
2. Menjaga kapasitas dari simpang dalam operasinya sehingga dapat dicapai pemanfaatan simpang yang sesuai dengan rencana.
3. Dalam operasinya, pengaturan simpang harus memberikan petunjuk yang jelas dan pasti serta sederhana, mengarahkan arus lalu lintas pada tempatnya yang sesuai.

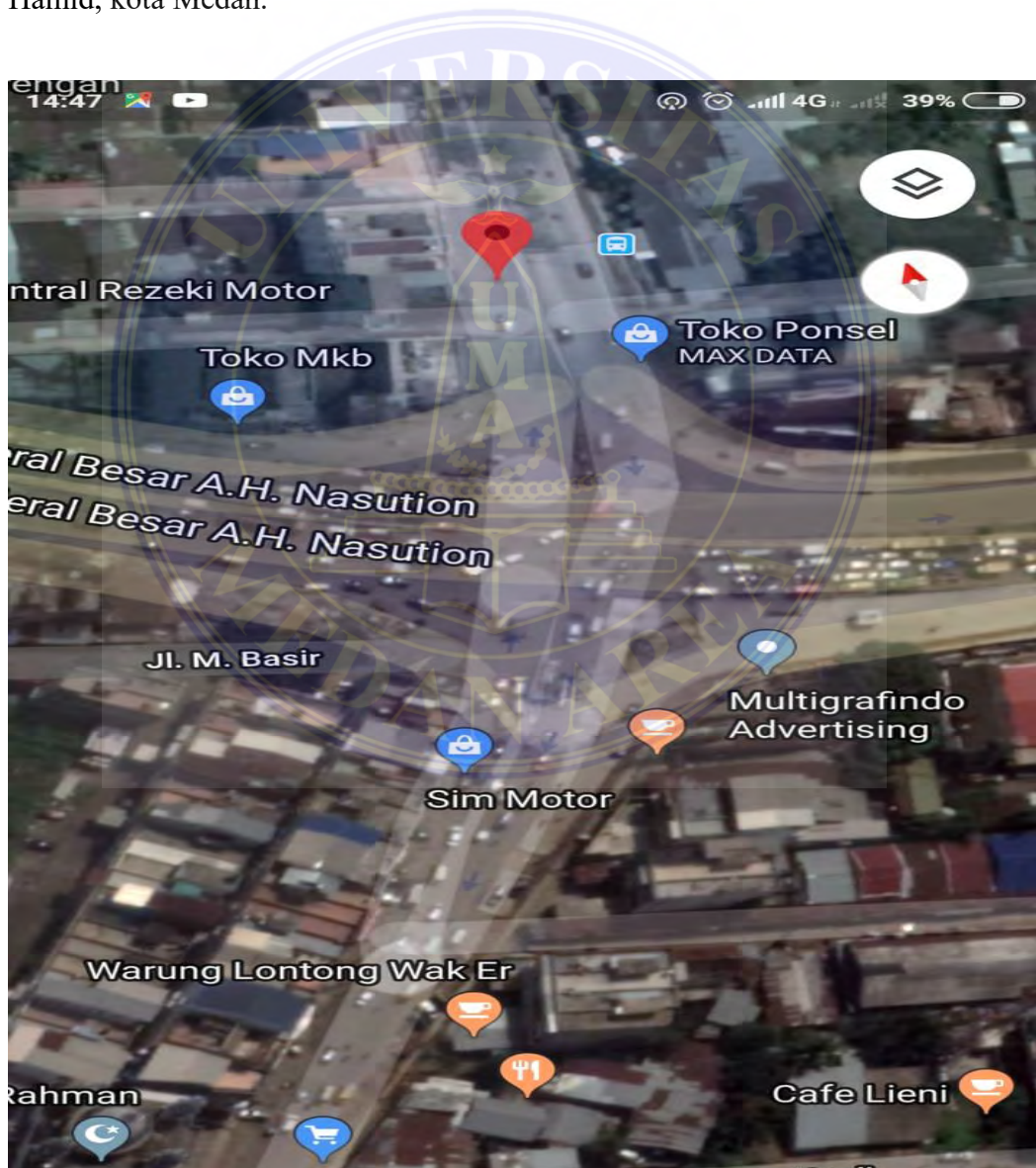


BAB III

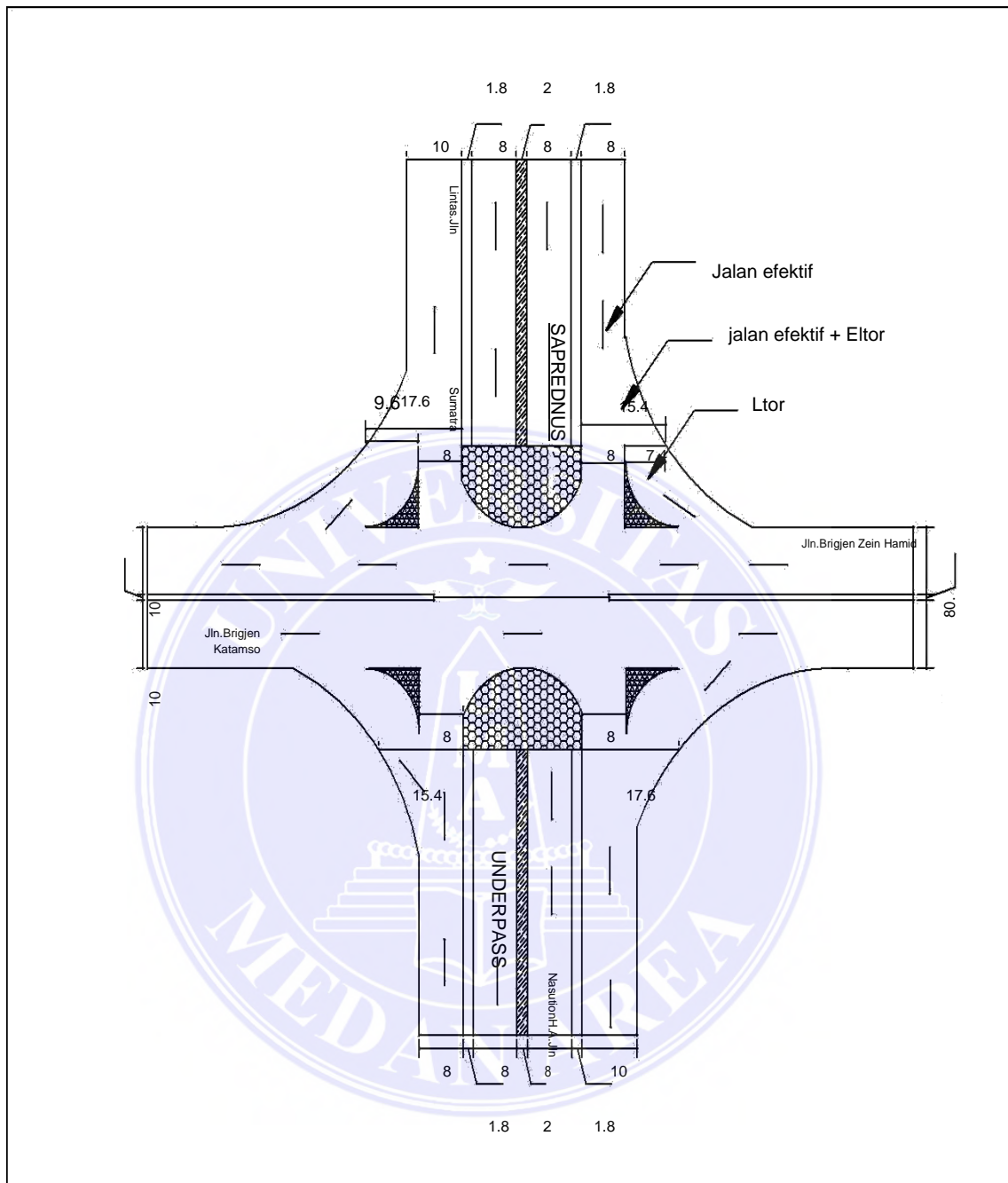
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, lokasi survey dilakukan pada kawasan simpang jalan Jenderal A.H. Nasution- Jl. Lintas Sumatera, Jl. Brigjen Katamso- Jl. Brigjen. Zein Hamid, kota Medan.



Gambar 3.1 Lokasi Survei Penelitian
Sumber : <http://maps.google.com>



Gambar 3.2 Kondisi geometrik simpang Underpass Titi Kuning
 Sumber : Data Lapangan, 2019

3.2 Tahapan Penelitian

3.2.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan penyusunan rencana agar diperoleh waktu yang efektif dan efisien dalam mengerjakan penelitian ini. Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan pendahuluan agar di dapat gambaran umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di lapangan. Lingkup pekerjaan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Studi pustaka terhadap materi terkait dengan penelitian yang dilakukan ;
- b. Menentukan kebutuhan data;
- c. Mendata instansi/ institusi yang dapat dijadikan sumber data

3.3 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses penelitian. Ada pun beberapa metode yang dilakukan yaitu antara lain :

3.3.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei yang dilakukan langsung di lapangan. Data yang diperlukan sebagai bahan analisis perhitungan lampu lalu lintas meliputi:

1. Data geometrik simpang
2. Data volume lalu lintas
3. Data sinyal
4. Hambatan samping

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari dinas terkait, seperti dinas, kantor, dan lainnya. Data sekunder yaitu data kependudukan dan peta jaringan jalan. Pengumpulan data sekunder yaitu dengan cara meminta kepada dinas/ kantor terkait.

3.4 Pengolahan Data

3.4.1 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan ini bertujuan untuk mengetahui data awal mengenai pola arus lalu lintas, lokasi survei yang akan dipilih dan jam puncak (peak hour) dan juga kondisi lingkungan di sekitar simpang.

Ada pun hal-hal yang perlu diperhatikan dari survei ini adalah :

- a. Penempatan tempat atau titik lokasi survei yang memudahkan pengamat,
- b. Penentuan arah lalu lintas dan jenis kendaraan yang disurvei,
- c. Membiasakan para pensurvei dalam menggunakan alat yang akan digunakan untuk survei, dan
- d. Memahami kesulitan yang memungkinkan muncul pada saat pelaksanaan survei dan melakukan revisi sesuai dengan keadaan lapangan serta kondisi yang mungkin dihadapi.

3.4.2 Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat

Tahapan ini dilakukan agar pelaksanaan survei dapat berjalan dengan baik. Kegiatan yang disiapkan antara lain: membuat formulir penelitian (untuk

pencacahan volume lalu lintas) dan pengujian efektif dari formulir yang digunakan, mengumpulkan sejumlah pengamat, pemberian informasi kepada pengamat tentang kegiatan yang akan dilakukan dan cara mengisi formulir, menentukan survei dan periode pengamatan, dan mempersiapkan alat-alat yang digunakan untuk penelitian.

3.4.3 Alat Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan di lapangan sebagai berikut ini :

1. Formulir survey,
2. Alat tulis,
3. Stopwatch,
4. Roll meter (alatukur),
5. Jam.

3.4.4 Jadwal Penelitian

a. Jam Puncak di Pagi Hari

Pencatatan arus lalu lintas dilakukan pada saat jam puncak dipagi hari. Waktu penelitian dilakukan pada saat jam sibuk dimana terdapat volume lalu lintas yang padat , yakni pada pukul 06.00 – 08.00 WIB.

b. Jam Puncak di Siang Hari

Pencatatan arus lalu lintas dilakukan pada saat jam puncak disiang hari. Waktu penelitian dilakukan pada saat jam sibuk dimana terdapat volume lalu lintas yang padat , yakni pada pukul 12.00 – 14.00 WIB.

c. Jam Puncak di Sore Hari

Pencatatan arus lalu lintas dilakukan pada saat jam puncak disore hari. Waktu penelitian dilakukan pada saat jam sibuk dimana terdapat volume lalu lintas yang padat , yakni pada pukul 17.00 – 19.00 WIB.

3.4.5 Pengumpulan Data Lapangan

Untuk memperoleh tujuan seperti yang telah dijelaskan sebelumnya maka dilakukan pengumpulan data. Pengumpulan data tersebut digolongkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil dari lapangan meliputi kondisi geometrik, kondisi lingkungan, hambatan samping, dan volume lalu lintas. Untuk data sekunder adalah data yang didapat dari sumber lain, sumber ini didapat dari instansi swasta dan instansi pemerintah antara lain dapat berupa laporan penelitian, laporan sensus, peta, dan foto.

a. Pengamatan geometrik simpang dan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- 1) Mencatat jumlah lajur dan arah.
- 2) Menentukan kode untuk masing-masing pendekat (Utara, Selatan, dan Barat) dan tipe pendekat (P = terlindung, O = terlawan).
- 3) Menentukan ada tidaknya median jalan.
- 4) Menentukan kelandaian jalan.
- 5) Mengukur lebar pendekat, leba rmasuk, dan lebar keluar.

b. Pengamatan kondisi lingkungan adalah dengan menentukan simpang tersebut sebagai lahan komersial, permukiman, atau daerah dengan akses terbatas.

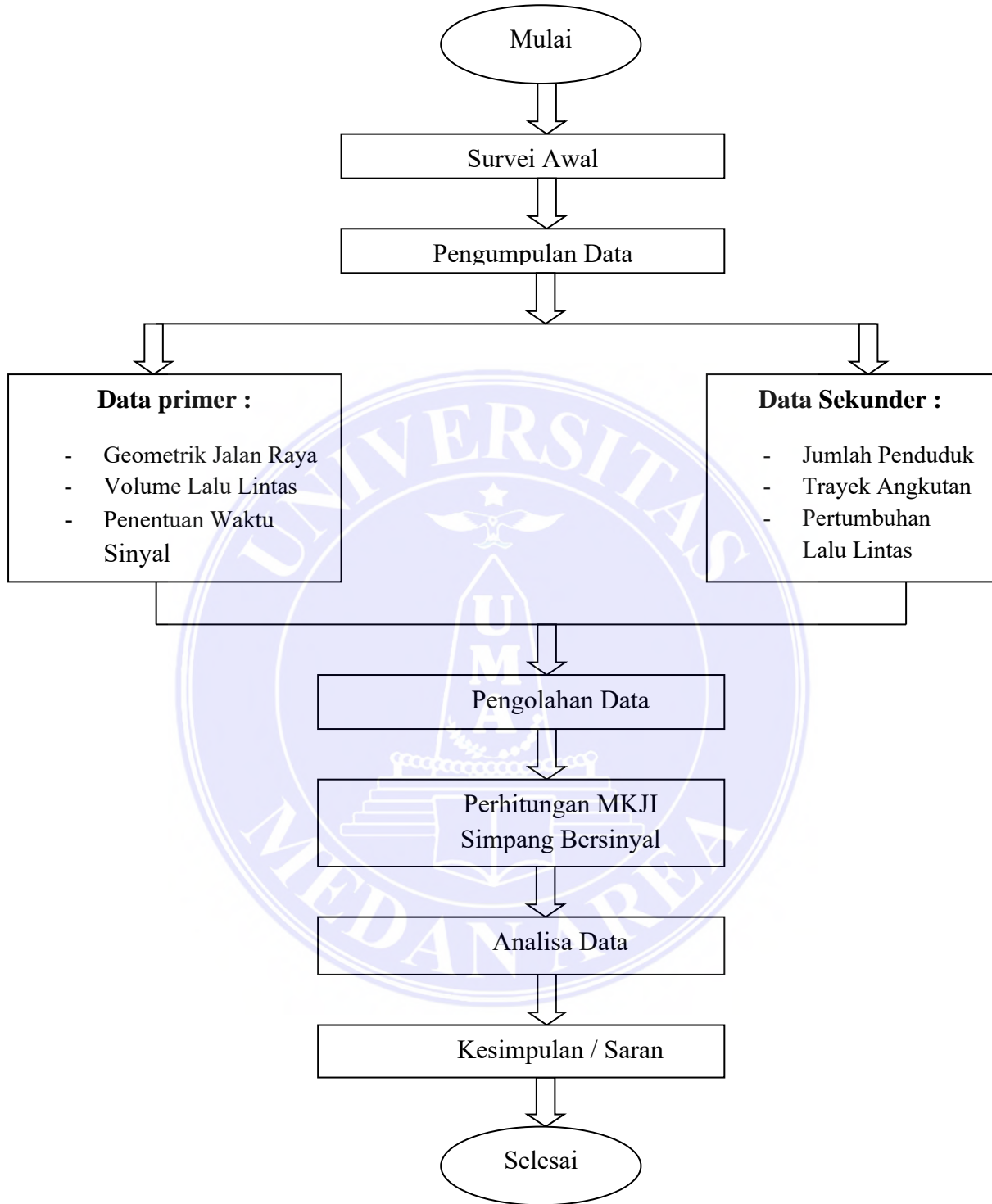
- c. Survei lalu lintas dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor jumlah kendaraan, arah gerakan waktu pengamatan dan periode jam sibuk. Setiap pengamat mencatat semua kendaraan yang melewati pendekatan (Kendaraan ringan, Kendaraan berat, dan Sepeda motor) baik untuk gerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan, serta memasukkan data tersebut kedalam formulir pencacahan yang telah diberikan. Pengumpulan data volume lalu lintas pada simpang dilakukan dengan mencatat semua kendaraan yang lewat pada dua buah titik pengamatan atau garis pengamatan pada ruas jalan dan simpang yang diamati oleh surveyor, kendaraan digolongkan kedalam tiga kategori yaitu :
- a. Sepeda Motor / Motorcycle (MC)
 - b. Kendaraanringan / Light Vehicle (LV)
 - c. Kendaraanberat / Heavy Vehicle (HV)

3.5 Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan proses pengolahan data yang diperoleh baik dari data sekunder maupun data primer yang diperoleh dari survey langsung kelapangan maupun yang didapat dari instansi terkait. Data yang dikumpulkan akan diolah sesuai dengan keperluan analisis data yang terdapat pada MKJI sebagai pembandingan, antara lain :

1. Kondisi – kondisi geometrik, dan pengendalian lalu lintas dan lingkungan
2. Data arus lalu lintas
3. Hasil perhitungan arus jenuh

Berkut ini adalah diagram alir urutan kerja penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3.6 Bagan Alir Penelitian

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh di lapangan jumlah kendaraan terbanyak yang terjadi di persimpangan Underpass Titi Kuning adalah sebanyak 10.624 kend/jam yaitu pada hari Senin (pukul 17.00 – 19.00 WIB). Data tersebut diambil pada pengambilan survey paling puncak selama survey 3 hari di lapangan.
2. Dari perencanaan pengaturan lampu lalu lintas pada tahun 2019, maka didapatkan waktu sinyal hijau, kuning dan merah , yaitu Jl. Brigjen Katamso (22, 3 dan 64 detik) , Jl. Zein Hamid (40, 3 dan 82 detik), Jl. A.H. Nasution (27, 3 dan 69 detik) dan Jl. Lintas Sumatera (18, 3 dan 60 detik).
3. Derajat kejenuhan (DS) tertinggi pada perhitungan perencanaan pengaturan lampu lalu lintas pada tahun 2019 di persimpangan jalan Brigjen Katamso, jalan Zein Hamid, jalan A.H. Nasution dan jalan Lintas Sumatera , yaitu $DS = 1,56$. Dimana kondisi tersebut sudah sangat jenuh. Berdasarkan MKJI 1997 (2-26) untuk $DS > 0,75$ dan tingkat pelayanan yang ada 'F' yaitu batas kelambatan yang sangat jenuh (II-43) dan melampaui batas kapasitas jalan yang ada (existing).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diberikan saran atau usulan sebagai berikut :

1. Untuk kendaraan umum maupun kendaraan pribadi tidak sembarangan untuk memarkirkan kendaraannya dibadan jalan.
2. Untuk kendaraan angkutan umum diharapkan tidak menaikkan dan menurunkan penumpang pada area persimpangan underpass agar tidak mengganggu arus lalu lintas.
3. Melakukan penelitian-penelitian lainnya yang masih berhubungan dengan analisis traffic light, hal ini diharapkan dapat menunjang dan mendukung serta mempunyai suatu tindak lanjut terhadap kelancaran arus lalu lintas dan dapat mengatasi masalah kemacetan dimasa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2015. Tata Cara Pelaksanaan Survei Perhitungan Lalu Lintas Cara Manual, Januari 2015, Dirjen Bina Marga Dierktorat Pembinaan Jalan Kota, Jakarta
- Anonim, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia, February 1997, Dirjen Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Anonim, 2017. Rekayasa Lalu Lintas, Direktorat Jenderal Perhubungan Darat, Cetakan Pertama, Jakarta
- Khisty, J.C dan Lall, B.K, 2005. Dasar Dasar Rekayasa Transportasi. Diterjemahkan oleh Fidel Miro. Jakarta : Erlangga
- Oglesby R, H. Clarkson dan Gary Hick. 1988. Teknik Jalan Raya. Edisi 4, Yogyakarta
- Putranto, S. Leksmono. 2013. Rekayasa Lalu Lintas. Edisi 2, Jakarta
- Shirley L. Hendarsin. 2018, Perencanaan Teknik Jalan Raya, Penuntun Praktis, Politeknik Negeri Bandung Jurusan Teknik Sipil. Bandung.
- Sukirman, Silvia. 1999. Dasar Dasar Perencanaan Geometrik Jalan
- Welss, G.R. 2016. Rekayasa Lalu-Lintas. Bhratara, Jakarta.
- WK, Sulung. 2015. Analisis Dan Evaluasi Kinerja Bundaran SMP Negeri 1 Pontianak. Skripsi. Fakultas Teknik. Universitas Tanjungpura. Pontianak.

Pendekat	Tipe kendaraan	Waktu	Arah pergerakan			Jumlah (Kend/Jam)	
			ST (Kend/Jam)	LT (Kend/Jam)	RT (Kend/Jam)		
A Brigjen Katamso (Utara)	MC	Pagi	701	370	215	1286	
		Siang	550	270	190	1010	
		Sore	814	490	280	1584	
	LV	Pagi	500	285	170	955	
		Siang	395	200	140	735	
		Sore	640	445	210	1295	
	HV	Pagi	3	5	1	9	
		Siang	1	3	1	5	
		Sore	6	8	2	16	
	Total jumlah kendaraan			Pagi 2250	Siang 1750	Sore 2895	Total arus (A) 6895
	B Zein Hamid (Selatan)	MC	Pagi	710	675	175	1560
			Siang	550	590	170	1310
			Sore	860	848	276	1984
		LV	Pagi	510	550	120	1180
			Siang	470	405	108	983
Sore			680	630	190	1500	
HV		Pagi	4	5	1	10	
		Siang	2	4	1	7	
		Sore	6	8	2	16	
Total jumlah kendaraan			Pagi 2750	Siang 2300	Sore 3498	Total arus (B) 8548	
C A.H.		MC	Pagi	25	795	315	1135
			Siang	18	550	295	863

Nasution (Barat)		Sore	35	980	326	1341	
	LV	Pagi	13	630	215	858	
		Siang	10	482	185	677	
		Sore	15	673	230	918	
	HV	Pagi	-	14	3	17	
		Siang	-	10	3	13	
		Sore	-	21	3	24	
	Total jumlah kendaraan			Pagi 2010	Siang 1553	Sore 2283	Total arus (C) 5846
	D Lintas Sumatera (Timur)	MC	Pagi	115	430	470	1015
			Siang	85	345	410	840
Sore			130	480	520	1130	
LV		Pagi	70	440	240	750	
		Siang	40	250	205	495	
		Sore	90	492	286	868	
HV		Pagi	2	15	8	25	
		Siang	1	10	4	15	
		Sore	2	20	11	33	
Total jumlah kendaraan			Pagi 1790	Siang 1350	Sore 1948	Total arus (D) 5088	

Pagi = 8800 Kend/Jam

Siang = 7300 Kend/Jam

Sore = 10624 Kend/Jam

Jam puncak terjadi pada sore hari = 10624 Kend/Jam

Pendekat	Tipe kendaraan	Waktu	Arah pergerakan			Jumlah (Kend/Jam)	
			ST (Kend/Jam)	LT (Kend/Jam)	RT (Kend/Jam)		
A Brigjen Katamso (Uara)	MC	Pagi	680	355	210	1245	
		Siang	530	251	175	956	
		Sore	715	382	220	1317	
	LV	Pagi	490	275	162	927	
		Siang	390	195	135	720	
		Sore	575	385	170	1130	
	HV	Pagi	3	4	1	8	
		Siang	1	2	1	4	
		Sore	5	6	2	13	
	Total jumlah kendaraan			Pagi 2180	Siang 1680	Sore 2460	Total arus (A) 6320
	B Zein Hamid (Selatan)	MC	Pagi	705	665	160	1530
			Siang	485	515	130	1130
			Sore	760	690	180	1630
		LV	Pagi	500	547	115	1162
			Siang	410	310	74	794
Sore			550	580	137	1267	
HV		Pagi	3	4	1	8	
		Siang	2	3	1	6	
		Sore	5	6	2	13	
Total jumlah kendaraan			Pagi 2700	Siang 1940	Sore 2910	Total arus (B) 7460	
C A.H. Nasution		MC	Pagi	20	790	315	1125
			Siang	15	535	280	830

(Barat)		Sore	30	955	300	1285	
	LV	Pagi	10	614	190	814	
		Siang	8	470	182	660	
		Sore	12	610	212	834	
	HV	Pagi	-	9	2	11	
		Siang	-	7	3	10	
		Sore	-	18	3	21	
	Total jumlah kendaraan			Pagi 1950	Siang 1500	Sore 2140	Total arus (C) 5590
	D Lintas Sumatera (Timur)	MC	Pagi	110	380	450	940
			Siang	77	360	415	852
Sore			145	465	505	1115	
LV		Pagi	60	420	230	710	
		Siang	35	270	210	515	
		Sore	80	480	290	850	
HV		Pagi	2	12	6	20	
		Siang	1	8	4	13	
		Sore	2	15	8	25	
Total jumlah kendaraan			Pagi 1670	Siang 1380	Sore 1990	Total arus (D) 5040	

Pagi = 8500 Kend/Jam

Siang = 6500 Kend/Jam

Sore = 9500 Kend/Jam

Jam puncak terjadi pada pagi hari = 9500 Kend/Jam

Pendekat	Tipe kendaraan	Waktu	Arah pergerakan			Jumlah (Kend/Jam)	
			ST (Kend/Jam)	LT (Kend/Jam)	RT (Kend/Jam)		
A Brigjen Katamso (Utara)	MC	Pagi	350	190	114	654	
		Siang	375	230	135	740	
		Sore	385	275	155	815	
	LV	Pagi	255	145	90	490	
		Siang	270	157	105	532	
		Sore	312	220	105	637	
	HV	Pagi	2	3	1	6	
		Siang	1	1	1	3	
		Sore	3	4	1	8	
	Total jumlah kendaraan			Pagi 1150	Siang 1275	Sore 1460	Total arus (A) 3885
	B Zein Hamid (Selatan)	MC	Pagi	295	320	85	700
			Siang	335	371	95	801
			Sore	385	410	110	905
		LV	Pagi	225	204	65	494
Siang			255	245	75	575	
Sore			285	280	90	655	
HV		Pagi	2	3	1	6	
		Siang	1	2	1	4	
		Sore	3	5	2	10	
Total jumlah kendaraan			Pagi 1200	Siang 1380	Sore 1570	Total arus (B) 4150	
C A.H. Nasution		MC	Pagi	13	370	155	538
			Siang	8	425	205	638

(Barat)		Sore	20	460	295	775	
	LV	Pagi	6	310	113	429	
		Siang	5	360	145	510	
		Sore	7	415	183	605	
	HV	Pagi	-	9	4	13	
		Siang	-	5	2	7	
		Sore	-	10	5	15	
	Total jumlah kendaraan			Pagi 980	Siang 1155	Sore 1395	Total arus (C) 3530
	D Lintas Sumatera (Timur)	MC	Pagi	65	195	235	495
			Siang	40	255	285	580
Sore			75	290	309	674	
LV		Pagi	30	213	120	363	
		Siang	20	287	195	502	
		Sore	50	325	210	585	
HV		Pagi	1	7	4	12	
		Siang	1	5	2	8	
		Sore	1	10	5	16	
Total jumlah kendaraan			Pagi 870	Siang 1090	Sore 1275	Total arus (D) 3235	

Pagi = 4200 Kend/Jam

Siang = 4900 Kend/Jam

Sore = 5700 Kend/Jam

Jam puncak terjadi pada sore hari = 5500 Kend/Jam

LAMPIRAN

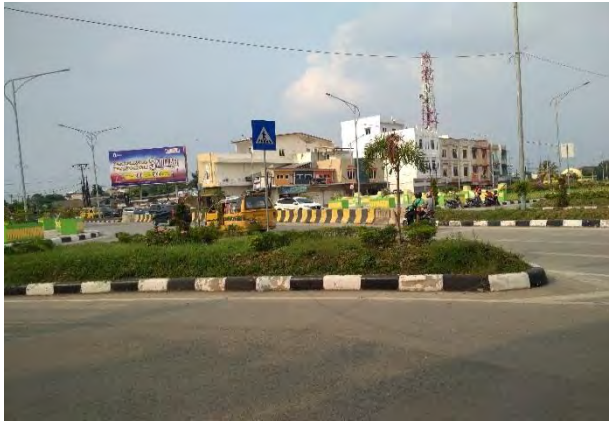




Gambar simpang Underpass Titi Kuning



Gambar simpang Underpass Titi Kuning



Gambar lapangan jalan Zein Hamid



Gambar pengukuran geometrik Jalan Katamso



Gambar pengukuran geometrik jalan A.H Nasution



Gambar pengukuran geometrik jalan Katamso



Gambar lapangan jalan Zein Hamid