

**EVALUASI PENERAPAN AREA TRAFFIC CONTROL
SYSTEM TERHADAP KINERJA PERSIMPANGAN**

SKRIPSI

**Disusun oleh :
RIO NATANAEL DALIMUNTHE
15.811.0049**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 12/16/19

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 from (repository.uma.ac.id)

LEMBARAN PENGESAHAN

**EVALUASI PENERAPAN AREA TRAFFIC CONTROL
SYSTEM TERHADAP KINERJA PERSIMPANGAN**

(PENELITIAN)

**Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana
Universitas Medan Area**

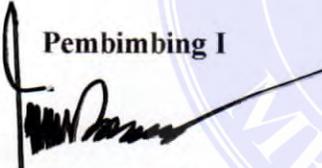
OLEH :

RIO NATANAEL DALIMUNTHE

15.811.0049

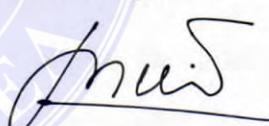
DISETUJUI OLEH :

Pembimbing I



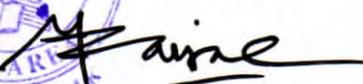
(Ir. Marwan Lubis, MT)

Pembimbing II



(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, MT)

Dekan Fakultas Teknik



(Dr Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT)

Ka. Prodi Teknik Sipil



(Ir. Namaluddin Lubis, MT)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri, adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah ditulis sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila dikemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.

Medan, Juli 2019



Rio Natanael Dalimunthe

(15.811.0049)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik Universitas Medan Area, saya yang betanda tangan di bawah ini :

Nama : Rio Natanael Dalimunthe
NPM : 15.811.0049
Program Studi : Teknik sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karta : Skripsi

Demi membangun ilmu pengetahuan, menyetujui untuk membikan kepada Universitas Medan Area Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non –exclusive Roalty-Free Right) atas karya ilmiah yang berjudul : “Evaluasi Penerapan Area Traffic Control System Terhadap Kinerja Persimpangan “ beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir skripsi 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 : 12 Oktober 2019



Rio NatanaelDalimunthe

15.811.0049

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.

Skripsi 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., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak. Dr Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT., selaku kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak, Ir. Marwan Lubis, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Nuril Mahda Rangkuti MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan survey lapangan.
8. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua saya, ayah (Alm.) dan ibu saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan 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 skripsi ini.

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

Medan, Juli 2019

Penyusun :

Rio Natanael Dalimunthe

ABSTRAK

Kemacetan adalah salah satu masalah di setiap kota saat itu. Sehubungan dengan hal itu maka perlu di lakukan penelitian dengan menggunakan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah penggunaan sinyal (traffic light) pada simpang Pelangi masih mempunyai kinerja yang baik dalam mengatasi arus lalu lintas jalan pada simpang tersebut. Perhitungan analisis dan simulasi yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan metode MKJI 1997. Data primer yang diambil dalam penelitian berupa geometrik jalan, kondisi lingkungan, jarak parkir, volume lalu lintas, dan penggunaan sinyal. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data jumlah penduduk Kota Medan. Berdasarkan hasil analisa data, maka didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) simpang sebesar 0,74 dan tundaan kendaraan sebesar 38,75 detik. Sesuai dengan nilai DS dan nilai tundaan maka kinerja simpang Pelangi berada pada kategori (*Level Of Service*) D dimana arus lalu lintasnya kurang stabil dan kadang sering menyebabkan kemacetan.

Penanganan simpang dilakukan dengan merubah waktu hilang (LTI) dan waktu hijau (g) sesuai dengan standar nilai normal waktu antar hijau di MKJI dimaksudkan agar dapat mempersingkat waktu siklus (c). Dari hasil simulasi dengan waktu siklus (c)= 130 detik dan waktu hilang (LTI) = 20 detik, didapat nilai $D_s = 0.59$ dan tundaan sebesar 15,22 detik,. Dengan hasil perhitungan simulasi tersebut, maka dapat menambah kapasitas pada simpang Pelangi dan menambah kenyamanan untuk pengguna jalan karena waktu siklus yang lebih pendek.

Kata Kunci : Analisa Simpang Bersinyal, Derajat kejenuhan, Tundaan, Tingkat Pelayanan, Penanganan Simpang.

ABSTRACT

Research was carried out at the intersection of Pelangi in Medan city because at the intersection it has a large enough density and density. In connection with this, research needs to be done using the Indonesian Road Capacity Manual 1997. This study aims to analyze whether the use of signals (traffic light) at the Pelangi intersection still has a good performance in overcoming the road traffic flow at the intersection. Calculation of analysis and simulation applied in this study uses MKJI 1997 method. The primary data taken in the research are road geometric, environmental conditions, parking distance, traffic volume, and signal usage. While the secondary data needed is data on the population of Medan City. Based on the results of data analysis, the intersection degree of saturation (DS) is 0.74 and the vehicle delay is 38.75 seconds. In accordance with DS value and delay value, the performance of Pelangi intersection is in the category (Level Of Service) D where the traffic flow is less stable and sometimes often causes congestion.

Deviation handling is done by changing the lost time (LTI) and green time (g) in accordance with the standard normal value of green intervals in MKJI intended to shorten cycle time (c). From the simulation results with cycle time (c) = 130 seconds and time lost (LTI) = 20 seconds, the value of $D_s = 0.59$ and a delay of 15.22 seconds is obtained. With the results of the simulation calculation, it can increase the capacity at the Pelangi intersection and increase comfort for road users because of shorter cycle times.

Keywords : Analysis of signalized intersection, degree of saturation, delay, service level, intersection handling.



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 12/16/19

Access From (repository.uma.ac.id)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini hingga selesai.

Skripsi 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., M.Sc., selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Bapak. Dr Faisal Amri Tanjung, S.ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Bapak Ir. Kamaluddin Lubis, MT., selaku kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Bapak, Ir. Marwan Lubis, MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Nuril Mahda Rangkuti MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini.
6. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

7. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan survey lapangan.
8. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua saya, ayah (Alm.) dan ibu saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti untuk penulis.

Dalam penyusunan 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 skripsi ini.

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

Medan, Juli 2019

Penyusun :

Rio Natanael Dalimunthe

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI.....	xviii
BAB I.....	Error! Bookmark not defined.
PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Maksud dan Tujuan.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.1. Maksud.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.2. Tujuan	Error! Bookmark not defined.
1.3 Perumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Metode Penelitian.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II.....	Error! Bookmark not defined.
TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1. Umum	Error! Bookmark not defined.
2.2 Persimpangan.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Simpang Bersinyal	Error! Bookmark not defined.
2.3.1. Karakteristik Sinyal Lalu Lintas.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.2. Efek dari Sinyal Lalu Lintas.....	Error! Bookmark not defined.
2.3.3. Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas	Error! Bookmark not defined.
2.3.4. Pengaturan Waktu Sinyal Lalu Lintas	Error! Bookmark not defined.
2.3.5. Arus Lalu Lintas.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Model Dasar.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Perencanaan Geometrik Jalan.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Titik Konflik pada Simpang	Error! Bookmark not defined.

2.7 Perhitungan Simpang Bersinyal	Error! Bookmark not defined.
2.7.1 Data masukan	Error! Bookmark not defined.
2.7.2 Penentuan waktu sinyal	Error! Bookmark not defined.
2.7.3 Kapasitas	Error! Bookmark not defined.
2.7.4 Derajat kejenuhan	Error! Bookmark not defined.
2.7.5 Panjang Antrian	Error! Bookmark not defined.
2.7.6 Angka Henti	Error! Bookmark not defined.
2.7.6 Tundaan	Error! Bookmark not defined.
BAB III	Error! Bookmark not defined.
METODOLOGI PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Umum	Error! Bookmark not defined.
3.2 Tahap Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Tahapan Persiapan	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tahap Pengumpulan Data	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Data Primer	Error! Bookmark not defined.
1.3.2 Data Sekunder	Error! Bookmark not defined.
3.4 Lokasi Survei	Error! Bookmark not defined.
3.5 Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.
3.5.1 Survei Pendahuluan	Error! Bookmark not defined.
3.5.2 Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat ...	Error! Bookmark not defined.
3.5.3 Alat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5.4 Jadwal Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.5.5 Pengumpulan Data Lapangan	Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	Error! Bookmark not defined.
ANALISA DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1. Data Masukan	Error! Bookmark not defined.
4.1.1 Kondisi Geometrik dan Lingkungan Persimpangan	Error! Bookmark not defined.
4.1.2 Data Lingkungan dan Geometrik Jalan	Error! Bookmark not defined.
4.1.3 Kondisi Sinyal atau Fase	Error! Bookmark not defined.
4.1.4 Data Volume Lalu Lintas	Error! Bookmark not defined.

4.2 Pengolahan Data	Error! Bookmark not defined.
4.2.1 Lebar Efektif	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Arus Jenuh Dasar (So).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (Fcs)	Error! Bookmark not defined.
4.2.4 Faktor Penyesuaian Kelandaian (F _G)	Error! Bookmark not defined.
4.2.5 Faktor Penyesuaian Parkir (F _P).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F _{SF})	Error! Bookmark not defined.
4.2.7 Faktor Penyesuain Belok Kanan (F _{RT}).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F _{LT}).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.8 Arus Jenuh (S).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.9 Rasio Arus (F _R)	Error! Bookmark not defined.
4.2.10 Waktu Hilang (LTI).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.11 Waktu Siklus Pra Penyesuaian (Cua)	Error! Bookmark not defined.
4.2.12 Rasio Fase (PR).....	Error! Bookmark not defined.
4.2.13 Waktu Hijau (g).....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Kapasitas	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Derajat Kejenuhan.....	Error! Bookmark not defined.
4.3.3 Panjang Antrian (NQ)	Error! Bookmark not defined.
4.3.4 Kendaraan Terhenti	Error! Bookmark not defined.
4.3.5 Tundaan.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Keperluan Untuk Perubahan.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Pembahasan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB V.....	Error! Bookmark not defined.
KESIMPULAN DAN SARAN.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN 1	
LAMPIRAN 2	

LAMPIRAN 3

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Waktu Siklus yang Disarankan	12
Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau	14
Tabel 2.3 Tipe Pendekat.....	21
Tabel 2.4 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat	24
Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal	28
Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur	33
Tabel 2.7 Tundaan Simpang Rata-Rata (LOS)	39
Tabel 4.1 Data lingkungan	52
Tabel 4.2 Data Geometrik	53
Tabel 4.3 Hasil Penelitian Fase Sinyal.....	54
Tabel 4.4 Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Medan Plaza, Medan	55
Tabel 4.5 Data Volume Lalu Lintas Dalam Satuan Smp/Jam	57
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Arus Jenuh Dasar	59
Tabel 4.7 Hasil Penelitian Factor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)	61

Tabel 4.8 Nilai Arus Jenuh.....	62
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Rasio Arus (FR)	64
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Rasio Fase	66
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Waktu Hijau (g).....	67
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Kapasitas	68
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)	69
Tabel 4.14 Panjang Antrian.....	71
Tabel 4.15 Kendaraan Henti (NSV).....	73
Tabel 4.16 Tundaan Kendaraan	74
Tabel 4.17 Nilai Waktu Hilang (LTI) Simulasi	76
Tabel 4.18 Nilai Waktu Hijau (g) Simulasi	77
Tabel 4.19 Nilai Derajat Kejenuhan (Ds) Simulasi	78
Tabel 4.20 Perbandingan Kinerja Simpang Bersinyal Pelangi	78
Tabel 4.21 Kesimpulan Hasil Akhir dari Penelitian	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang.....	6
Gambar 2.2 Jenis-jenis Simpang.....	7
Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan (Salter, 1974).....	8
Gambar 2.4 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal	9
Gambar 2.5 Peralatan Sistem Pengendali Sinyal Lalu Lintas.....	17
Gambar 2.6 Jenis-jenis Interchange	18
Gambar 2.7 Lampu Lalu Lintas	20
Gambar 2.8 Arus Jenuh yang Diamati per Selang Waktu Enam Detik	22
Gambar 2.9 Model Dasar Untuk Arus Jenuh	23
Gambar 2.10 Titik konflik pada simpang tiga lengan.....	25
Gambar 2.11 Lengan Simpang Untuk Masing-masing Pendekat	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	43
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	48
Gambar 4.1 Kondisi Geometri Simpang.....	49
Gambar 4.2 Geometrik Simpang	50
Gambar 4.3 Potongan Melintang Jalan	51



DAFTAR NOTASI

1. Kondisi Geometrik

- WA = Lebar Pendekat
- W_{masuk} = Lebar Masuk
- W_{keluar} = Lebar Keluar
- W_e = Lebar Efektif
- $Grad$ = Landai Jalan

2. Kondisi Lalu Lintas

- emp = Ekuivalen Mobil Penumpang
- smp = Satuan Mobil Penumpang
- $Type O$ = Arus Berangkat Terlawan
- $Type P$ = Arus Berangkat Terlindung
- LT (*Left Turn*) = Belok Kiri
- RT (*Right Turn*) = Belok Kanan
- ST (*Straight*) = Lurus
- $LTOR$ (*Left Turn On Red*) = Belok Kiri Langsung
- P_{RT} = Rasio Belok Kanan
- P_{LT} = Rasio Belok Kiri
- Q = Arus Lalu Lintas
- Q_{RTO} = Arus Melawan, Belok Kanan
- S = Arus Jenuh
- S_o = Arus Jenuh Dasar
- D_s = Derajat Kejenuhan
- FR = Rasio Arus
- IFR = Rasio Arus Simpang
- PR = Rasio Fase
- C = Kapasitas
- NQ = Panjang Antrian
- NSV = Kendaraan Henti
- DT = Tundaan Lalu-lintas Rata-rata

- DG = Tundaan Geometrik Rata-rata
- D = Tundaan Rata-rata

3. Kondisi Lingkungan

- COM = Komersial
- RES = Pemukiman
- RA = Akses Terbatas
- CS = Ukuran Kota
- SF = Hambatan Samping

4. Parameter Pengatur Sinyal

- I = Fase
- c = Waktu Siklus
- g (*Green*) = Waktu Hijau
- g_{max} = Waktu Hijau Maksimum
- g_{min} = Waktu Hijau Minimum
- GR (*Green Ratio*) = Rasio Hijau
- *All Red* = Waktu Semua Merah
- IG (*Inter Green*) = Antar Hijau
- LTI = Waktu Hilang

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu masalah besar dalam daerah perkotaan adalah masalah transportasi, antara lain adalah kemacetan dan tundaan pada ruas-ruas jalan terutama di persimpangan jalan. Seiring dengan perkembangan di kota Medan, arus transportasi juga makin padat terutama di persimpangan jalan. Kemacetan tersebut terjadi karena ruas jalan atau jaringan jalan tersebut sudah mulai tidak bisa menerima/mengalirkan banyaknya arus kendaraan yang datang secara lancar.

Kemacetan lalu lintas dipersimpangan pada saat-saat jam sibuk pasti akan kita temui di setiap persimpangan. Menurut Lili Anggraini, Hamzani, Zulfazli (2015), faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan adalah faktor jalan seperti lebar lajur, bahu jalan, keberadaan median, permukaan jalan, kebebasan lateral, dan trotoar, dan faktor lalu lintasnya seperti volume, komposisi lalu lintas, gangguan lalu lintas, gangguan samping, dan lain sebagainya, faktor-faktor tersebut berperan penting dalam melayani arus lalu-lintas. Salah satu penanganan yang diperlukan untuk mengatasi kemacetan tersebut adalah dengan dilakukannya pengaturan/pengendalian pada persimpangan tersebut. Cara pengaturan/pengendalian persimpangan adalah suatu upaya yang dipandang paling mudah dan paling ekonomis untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan (Ir. Iskandar Abubakar, M.Sc,

1995:41). Persimpangan dapat dipengaruhi kemampuan (Capability) jalan dalam melayani volume kendaraan dan volume pejalan kaki sebab “gangguan” kepada lalu lintas sering terjadi di persimpangan sehingga persimpangan harus dirancang sedemikian rupa, baik dari pengaturan geometriknya maupun dari pengaturan/pengendalian Traffic Light sehingga pergerakan arus lalu lintas pada persimpangan dapat terkendali aman dan nyaman (Ningsih Farida Manalu, Medis S. Surbakti, MT).

Menurut Ferli Febrian (2014) dengan penerapan operasional sinyal lampu dinamis sebagai pengatur pengendalian waktu siklus (traffic light), maka akan meningkatkan kapasitas simpang untuk melayani kebutuhan lalu lintas terutama pada jam-jam sibuk (peak hour), dan juga menjadikan waktu perjalanan yang lebih pendek, penurunan tingkat resiko kecelakaan, serta memberikan kenyamanan dan keselamatan yang lebih tinggi bagi pejalan kaki dan para pengguna jalan. Pengaturan lalu lintas meliputi penetapan kebijakan lalu lintas pada jaringan atau ruas jalan tertentu, berupa perintah, anjuran, dan larangan yang masing-masing mengandung konsekuensi hukum (Suwardjoko P. Warpani, 2002).

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik menganalisa traffic Control pada simpang Medan Plaza dan simpang Iskandar Muda – Gajah Mada, Medan, dimana arus lalu lintasnya sangatlah padat terutama pada saat peak hour (jam puncak) yang disebabkan oleh berbagai hal, seperti kapasitas persimpangan jalan, waktu siklus, manajemen persimpangannya yang kurang tepat, dan lain sebagainya.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1. Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kinerja lalu lintas jalan terhadap penerapan Area Traffic Control System pada ruas jalan dengan menganalisis kapasitas dan perilaku lalu lintas pada persimpangan jalan.

1.2.2. Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kinerja lalu lintas jalan terhadap penerapan Area Traffic Control System pada ruas jalan dengan menganalisis kapasitas dan perilaku lalu lintas pada persimpangan jalan.

a. Perumusan Masalah

2. Apakah penggunaan Traffic Control dapat mengatasi kemacetan lalu lintas jalan pada persimpangan?
3. Bagaimanakah pengaruh penggunaan Traffic Control terhadap arus lalu lintas jalan pada persimpangan?
4. Bagaimanakah tingkat kinerja simpang tersebut setelah adanya Traffic Control?

1.4 Batasan Masalah

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

1. Penelitian di lakukan di simpang Medan Plaza dan simpang Iskandar Muda – Gajah Mada, Medan

2. Pengamatan dilakukan pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari selama 3 hari dalam seminggu
3. Data diambil sebanyak tiga kali dalam satu pekan, yaitu awal pekan, tengah pekan, dan akhir pekan.
4. Waktu siklus lampu Traffic Control pada masing-masing setiap simpang .

1.5 Metode Penelitian

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengamatan dan pengumpulan data menggunakan data primer dan data sekunder, data primer adalah data yang didapat langsung di lapangan, sedangkan data sekunder adalah data yang diperlukan untuk melengkapi penelitian dari Instansi – instansi terkait.



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 12/16/19

Access From (repository.uma.ac.id)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

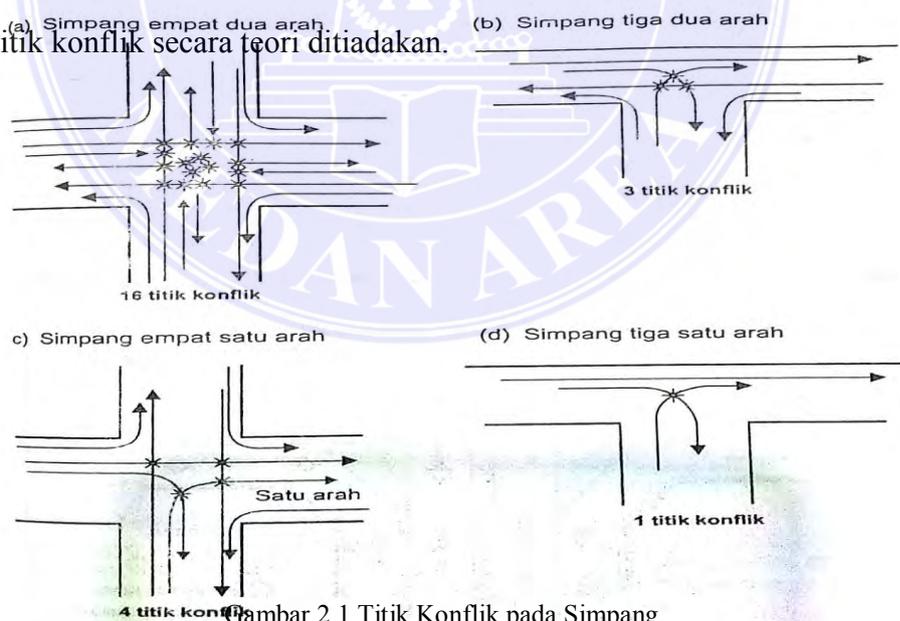
Persimpangan jalan yang sebidang merupakan bagian yang sukar dan rumit dari suatu sistem jalan raya. Terjadi pertemuan kendaraan dan pejalan kaki, yang akan menyebabkan keterlambatan, kecelakaan dan kemacetan. Persimpangan sebidang (maksudnya terletak dalam satu daratan, dan bukan simpang susun) dapat dikendalikan oleh lampu lalu lintas, persimpangan yang masyarakat kenal sebagai persimpangan berlampu-lalu lintas. Namun, persimpangan jalan 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.

Umumnya, kapasitas jalan raya itu bergantung pada kondisi geometrik jalan tersebut, bersama dengan komposisi aliran lalu lintas yang menggunakan fasilitas itu. Jadi, kapasitas jalan raya relatif stabil. Sebagai contoh, dalam hal persimpangan dengan lampu lalu lintas, kita memasuki konsep waktu, dimana lampu lalu lintas mengatur giliran bagi pergerakan lalu lintas yang menggunakan rumus yang sama. Pada persimpangan tanpa lalu lintas dikendalikan oleh rambu berhenti dan rambu pengendali kecepatan (*yield sign*), distribusi jarak pada ruas lalu lintas jalan utama, yang digabungkan dengan pertimbangan pengemudi dalam memilih jarak arus utama, akan membuat kapasitas cabang yang dikendalikan pada persimpangan itu tetap.

2.2 Persimpangan

2.2.1. Pengertian Persimpangan

Persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan dimana jalan-jalan bertemu dan lintasan kendaraan berpotongan jadi persimpangan adalah bagian terpenting dari system jaringan jalan, yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam system jaringan tersebut (Alik Ansyori Alamsyah, 2005:89). Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, menurut Suwardjoko R. Warpani, (2002:86) upaya memperlancar arus lalu lintas adalah dengan ‘meniadakan’ titik konflik ini, misalnya dengan membangun ‘pulau lalu lintas’ atau bundaran, menerapkan ‘ arus searah’, menerapkan ‘larangan belok kanan’ maka titik konflik tinggal 4 buah, dan dengan simpang susun titik konflik secara teori diiadakan.



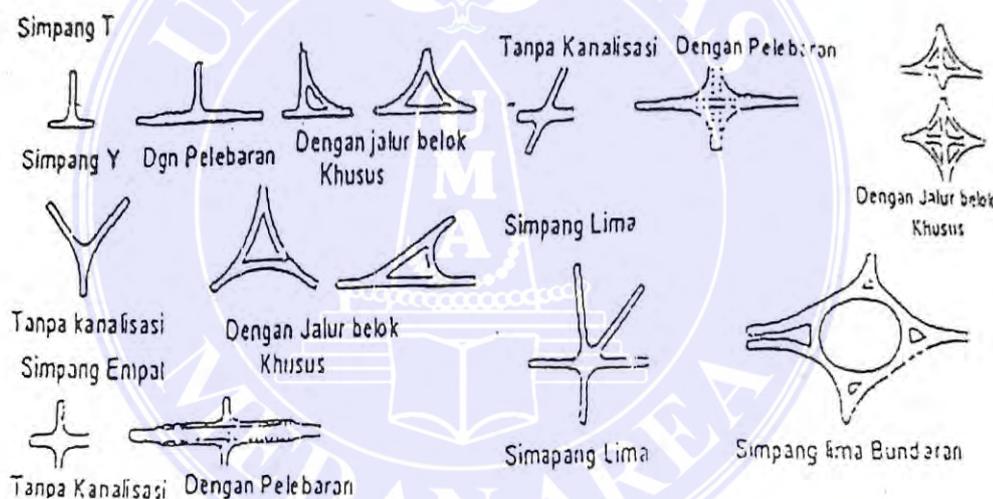
Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang
Sumber : Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2002

2.2.2. Jenis-jenis Pengaturan Persimpangan

Ada beberapa jenis pengaturan simpang (*Alik Ansyori Alamsyah, 2005:94*), yaitu :

- a. Pengaturan simpang tanpa lampu lalu lintas, dan
- b. Pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas.

Pemilihan jenis pengaturan simpang pada karakter fisik dari simpang maupun kondisi lalu lintasnya, jenis-jenis simpang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Jenis-jenis Simpang
Sumber : Rekayasa Lalulintas, 2005

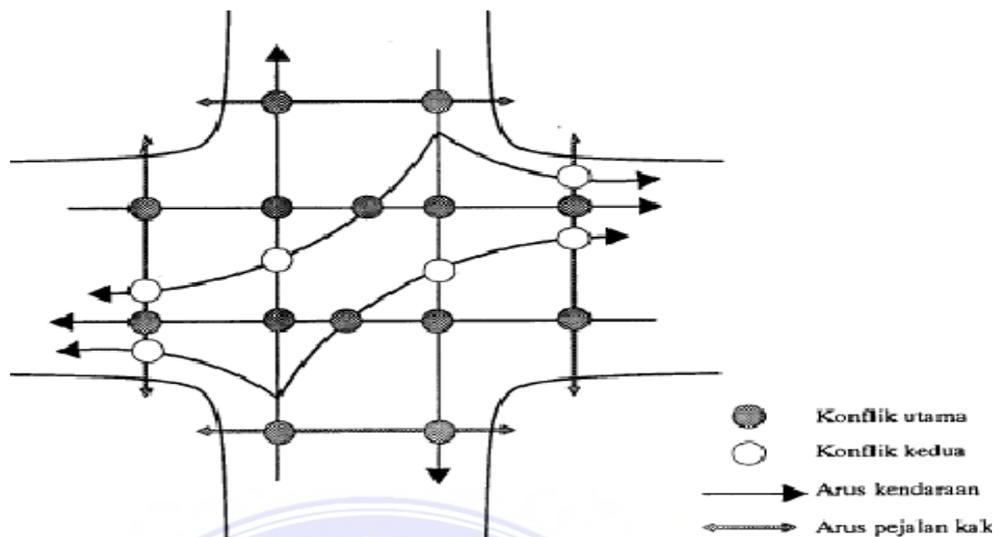
Terdapat paling tidak enam cara utama untuk mengendalikan lalu lintas di persimpangan, bergantung pada jenis persimpangan dan volume lalu lintas pada tiap aliran kendaraan. Berdasarkan urutan tingkat pengendalian, dari kecil ke tinggi, dipersimpangan, keenamnya adalah : tanpa kendali, kanalisasi, rambu pengendali kecepatan atau rambu berhenti, bundaran, dan lampu lalu-lintas (C. Jotin Khisty, B. Kent Lall (2003:278).

2.3 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 di daerah 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 (kecil) untuk /memotong jalan utama.
- c. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan.

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



Gambar 2.4 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal
Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997:2-2) ada beberapa tujuan dari pemasangan lampu lalu lintas yaitu :

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

2.3.1. Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Sinyal lalu lintas adalah alat kontrol elektris 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 dipersimpangan.

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 tergantung 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 pertimbangan 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/arah 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.
- d. Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997:2-33), ada beberapa pertimbangan pengaturan sinyal lalu lintas antara lain sebagai berikut :
- e. 1) Pengaturan waktu tetap umumnya dipilih bila simpang tersebut merupakan bagian dari sistem sinyal lalu lintas terkoordinasi.
- f. 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.
- g. 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.
- h. 4) Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan bila jarak antara simpang bersinyal berdekatan adalah kecil (kurang dari 200 m).

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

$$(GR=g/c) \dots\dots\dots(1)$$

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.

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 :

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

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.

$$LTI = \Sigma(MERAH\ SEMUA + KUNING)\ i = \Sigma IGi \dots\dots\dots(3)$$

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.

2.3.2. Efek dari Sinyal Lalu Lintas

Penerapan sinyal lampu lalu lintas dari simpang diharapkan dapat memberikan efek-efek :

- a) Peningkatan keselamatan Lalu Lintas.
- b) Pemberian fasilitas kepada penyeberangan pejalan kaki.
- c) Peningkatan kapasitas dari simpang antara dua jalan yang sibuk.

- d) Pengaturan distribusi dari kapasitas berbagi arah arus lalu lintas atau kategori arus lalu lintas (kendaraan umum, bis, dll).

Menurut Alik Ansyori Alamsyah (2005:113), operasi perencanaan yang buruk atau kurangnya pemeliharaan sinyal lampu lalu lintas dapat menyebabkan :

- a. Meningkatkan frekuensi kecelakaan
- b. Mengakibatkan tundaan
- c. Kemungkinan sinyal tidak ditaati
- d. Perjalanan menumpuk pada alternatif

2.3.3. Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas

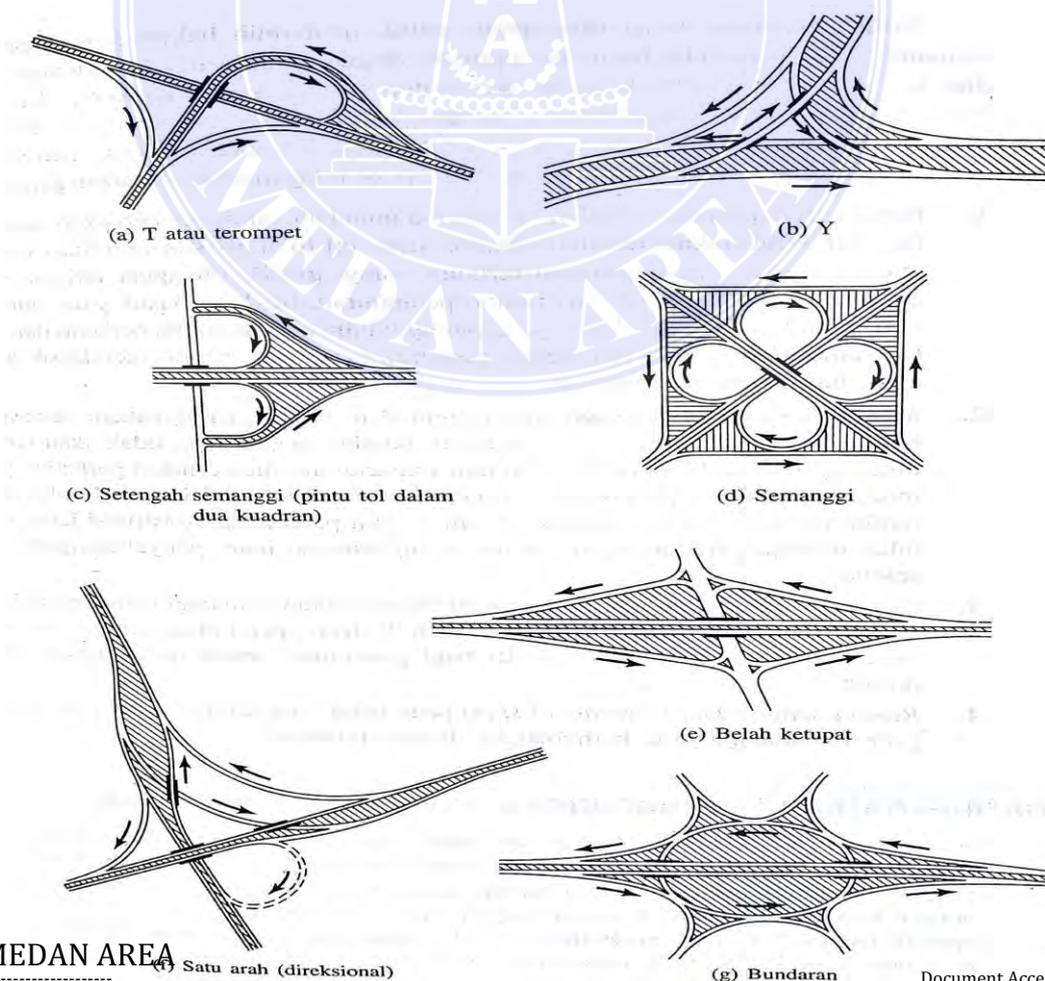
Peralatan pengendali lalu lintas meliputi rambu, penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu lintas. Sistem pengendalian sinyal lalu lintas terdiri dari peralatan-peralatan sebagai berikut :

- a. Kepala tiang,
- b. Detector untuk lalu lintas (bila otomatis),
- c. Pengendali local untuk menyalakan lampu sinyal pada persimpangan,
- d. Pengendali induk untuk mengkoordinasi beberapa pengatur lokal bila ATC,
- e. Sistem transmisi untuk menghubungkan sinyal detector pengendali lokal dan pengendali induk.

Seluruh alat tersebut dapat digunakan secara terpisah atau digabungkan bila perlu. Kesemuanya adalah sarana utama pengaturan, peringatan, atau pemanduan lalu lintas, di seluruh jalan dan jalan raya. Alat pengendalian lalu

lintas berfungsi menjamin keamanan dan keefisienan persimpangan dengan cara memisahkan aliran kendaraan yang saling bersinggungan pada waktu yang tepat (C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall, 2003:275).

Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) (FHWA, 2000) menetapkan prinsip-prinsip yang mengatur desain dan penggunaan alat pengendali lalu-lintas untuk seluruh jalan dan jalan raya yang terbuka untuk umum, terlepas dari jenis kelas atau instansi pemerintah yang memiliki kewenangan. Secara khusus, rambu lalu-lintas dan marka jalan memenuhi tujuan berikut ini : peraturan lalu-lintas (misalnya batas kecepatan), larangan memutar, member peringatan kepada pengemudi dan pejalan kaki mengenai kondisi jalan, dan memandu lalu-lintas agar tetap pada rute yang benar untuk mencapai tujuan melalui rambu dan marka jalan.



Gambar 2.6 Jenis-jenis Interchange
Sumber : Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, 2003

Tujuan ini berlaku untuk semua alat pengendali, mencakup lampu lalu lintas, marka jalan dan kanalisasi. Biasanya, supaya efektif, alat pengendali harus memenuhi persyaratan dasar berikut :

1. Memenuhi suatu kebutuhan
2. Menarik perhatian
3. Memberikan pesan yang jelas dan sederhana
4. Menghormati pengguna jalan
5. Memberikan waktu yang memadai untuk memberikan respon yang sesuai

2.3.4. Pengaturan Waktu Sinyal Lalu Lintas

Pengaturan waktu dari persimpangan dengan sinyal secara individu mencakup penentuan dari parameter-parameter utama sebagai berikut :

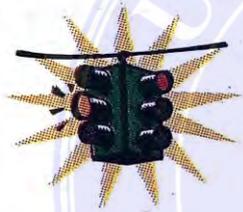
- a. Periode intergreen antara phase,
- b. Waktu siklus (cycle time)'
- c. Pembagian waktu hijau ke masing-masing phase.

Menurut Suwardjoko R. Warpani (2002:97), alat pemberi isyarat lalu lintas berfungsi untuk mengatur lalu lintas kendaraan dan atau pejalan. Alat ini terdiri dari :

- 1) Lampu tiga warna, untuk mengatur kendaraan,
- 2) Lampu dua warna, untuk mengatur kendaraan atau pejalan kaki,

- 3) Lampu satu warna, untuk member peringatan bahaya kepada pengguna jalan.

(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 2.7 Lampu Lalu Lintas

Sumber : Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2002

Lampu isyarat sebagian melekat pada kendaraan, sebagian lagi menjadi perlengkapan jalan (lampu kedip). Lampu isyarat yang melekat pada kendaraan misalnya : lampu rem, lampu isyarat membelok lampu dim. Lampu isyarat ini menjadi persyaratan teknis minimal pada setiap kendaraan yang dinyatakan laik jalan. Isyarat yang menjadi perlengkapan jalan, misalnya : lampu kedip (kelap-kelip) berwarna kuning atau merah, cahaya berwarna kuning atau merah yang bersumber dari lempeng pantul.

Prinsip-prinsip dasar untuk pengaturan waktu dapat dinyatakan sebagai berikut :

1. Tidak terdapat arus lalu lintas yang harus menunggu pada lampu merah jika dapat melewati persimpangan tanpa mengganggu arus lalu lintas lainnya.
2. Pelepasan lalu lintas selama lampu hijau dilakukan seefektif mungkin (pada tingkat arus jenuh) dalam usaha menghasilkan sekecil-kecilnya tundaan yang mungkin untuk arus lalu lintas yang mendapat arus lalu lintas.

2.3.5. Arus Lalu Lintas

Dalam MKJI (1997:2-10), perhitungan arus lalu lintas dilakukan per satuan 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 pendekatan rasio kendaraan belok kiri (PLT) dan rasio belok kanan (PRT) didapatkan dari rumus berikut :

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

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

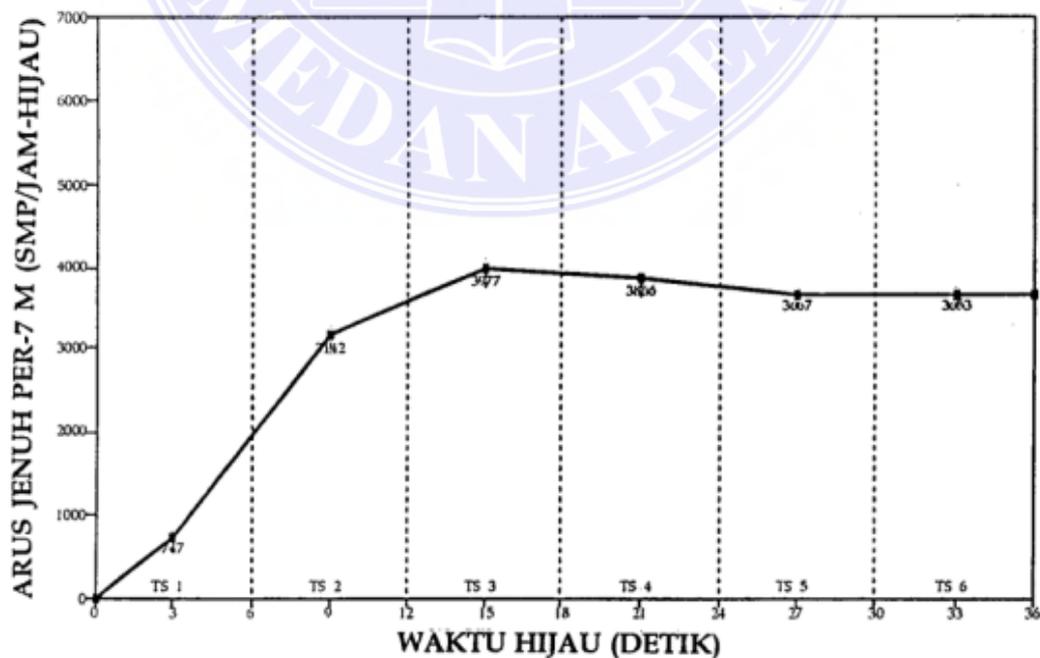
Untuk rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam didapatkan dengan rumus berikut :

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

2.4 Model Dasar

Kapasitas pendekatan simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(7)$$

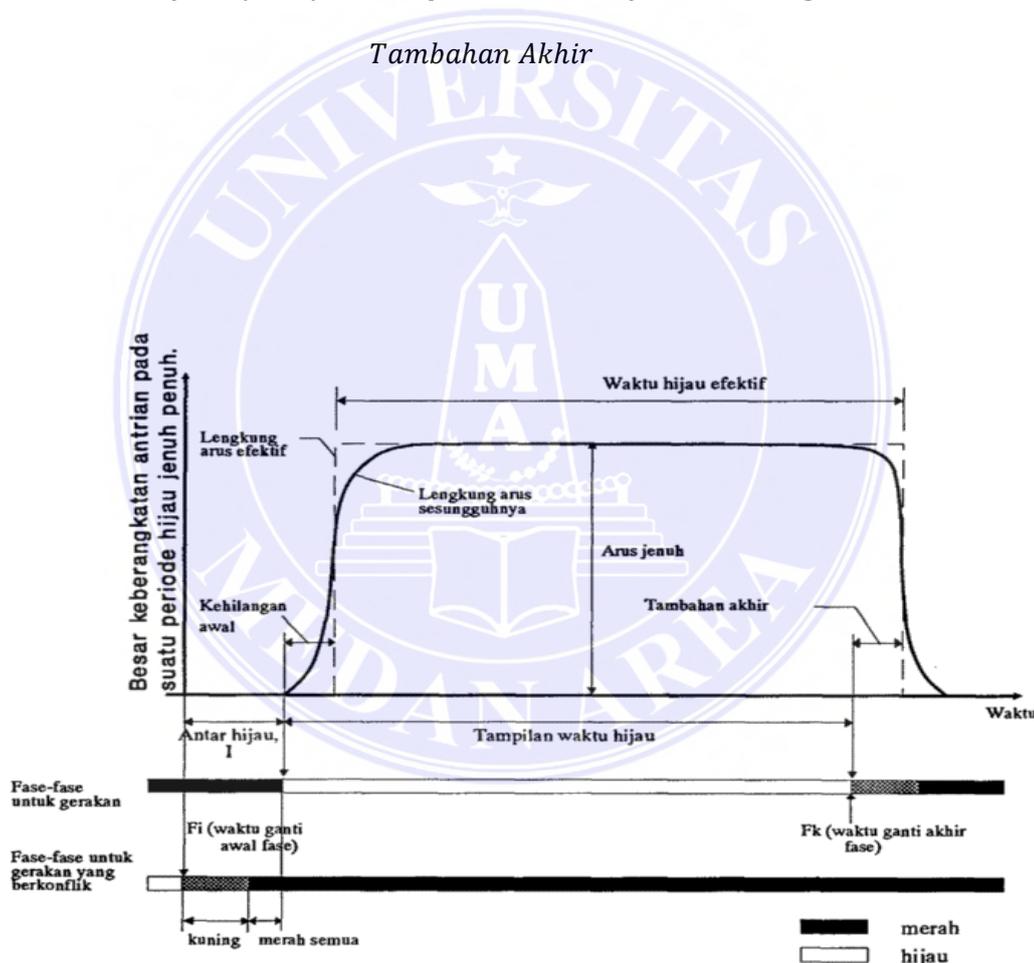


Gambar 2.8 Arus Jenuh Yang Diamati per Selang Waktu Enam Detik

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI,1997

Permulaan arus berangkat menyebabkan terjadinya apa yang tersebut sebagai ‘Kehilangan awal’ dari waktu hijau efektif, arus berangkat setelah akhir waktu hijau menyebabkan suatu ‘Tambahkan akhir’ dari waktu hijau efektif. Jadi besarnya waktu hijau efektif, yaitu lamanya waktu hijau di mana arus berangkat terjadi dengan besaran tetap sebesar S, dapat kemudian dihitung sebagai berikut :

$$\text{Waktu Hijau Efektif} = \text{Tampilan Waktu Hijau} - \text{Kehilangan Awal} + \text{Tambahan Akhir}$$



Gambar 2.9 Model Dasar Untuk Arus Jenuh
 Sumber : Simpang Bersinyal MKJI,1997

Arus jenuh dapat dinyatakan sebagai Hasil perkalian dari arus jenuh dasar (S_0) yaitu arus jenuh pada keadaan standar, dengan factor penyesuaian (F)

untuk penyimpangan dan kondisi sebenarnya, dari suatu kumpulan kondisi-kondisi (ideal) yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.5 Perencanaan Geometrik Jalan

Dalam perencanaan geometric jalan terdapat beberapa parameter yaitu sebagai berikut :

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana dalam hal ini dimensi dan radius putarnya dipakai sebagai acuan dalam perencanaan geometrik.. Untuk perencanaan geometrik jalan, ukuran lebar rencana akan mempengaruhi lebar lajur yang dibutuhkan.

b. Kecepatan

Kecepatan adalah besaran vektor yang menunjukkan seberapa cepat benda berpindah. 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 :

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 :

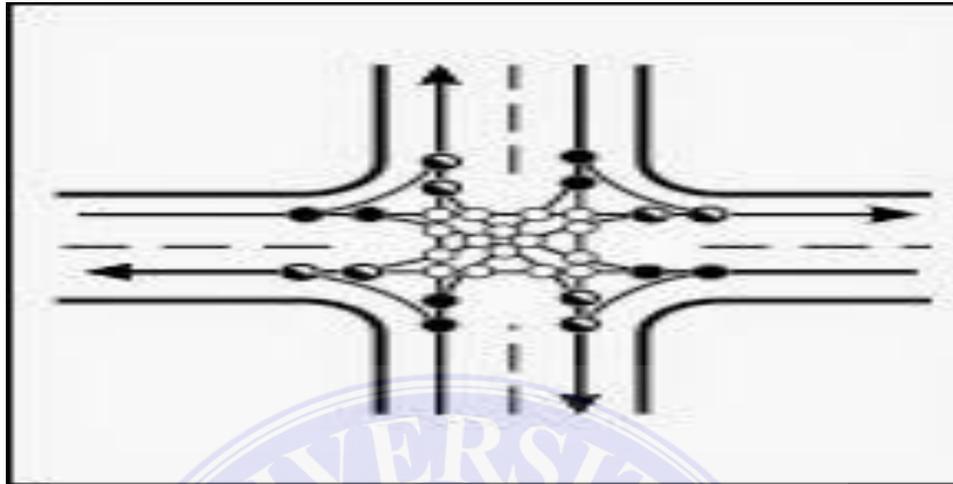
- Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD).
- Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD) dan atau terbagi(4/2D).
- Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D).
- Jalan satu arah dan lajur bebas hambatan.

2.6 Titik Konflik pada Simpang

Menurut MKJI 1997(2-2), berdasarkan sifatnya konflik yang ditimbulkan oleh manuver kendaraan dan keberadaan pedestrian dibedakan 2 tipe, yaitu :

- Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan dan,
- Konflik sekunder yaitu konflik yang terjadi karena gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu lintas membelok dari pejalan kaki yang menyeberang.

Adapun titik konflik yang terjadi pada persimpangan salah satunya dapat dilihat pada Gambar 2.10

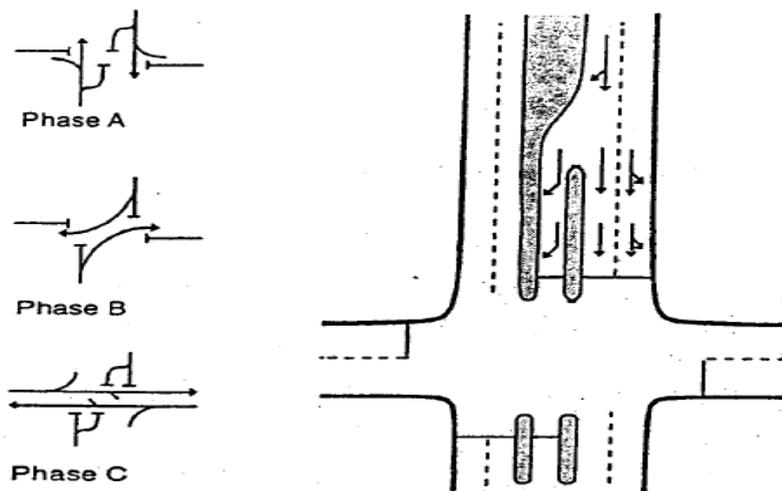


Gambar 2.10 Titik konflik pada simpang tiga lengan
Sumber : Federal Highway Administration, 2000

2.7 Perhitungan Simpang Bersinyal

2.7.1 Data masukan

Menurut MKJI 1997(2-10), kondisi geometrik pengaturan lalu lintas dan kondisi lingkungan perhitungannya dikerjakan secara terpisah untuk setiap pendekat. Satu lengan Simpang dapat terdiri lebih dari satu pendekat, yaitu dipisahkan menjadi dua atau lebih sub pendekat. Hal ini terjadi jika gerakan belok kanan dan/atau belok 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 2.11 Lengan Simping Untuk Masing-masing pendekatan
 Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

2.7.2 Penentuan waktu sinyal

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

1. Tipe pendekatan (*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 $WLTOR > 2.0$ meter, maka $We = WA - WLTOR$

Jika $WLTOR < 2.0$ meter, maka $We = WA \times (1 + PLTOR) - WTOR$

Keterangan:

WA : Lebar pendekat

WLTOR : Lebar pendekat lengan belok kiri langsung

Untuk pendekat tipe P (Terlindung)

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

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),

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

Keterangan:

S_0 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

We = Lebar jalan efektif (m)

4. Faktor Penyesuaian Arus Jenuh

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (F_{cs})

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

Tabel 2.5 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 persamaan berikut:

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

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 perhitungan simpang 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 (F_{RT}) ditentukan sebagai fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (F_{RT}). 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 kiri cenderung 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 pendekat 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:

$$IFR = \Sigma (Frcrit)$$

Keterangan:

IFR = Rasio arus Simpang

FRcrit = Rasio arus kritis

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

$$PR = FRcrit / IFR \dots\dots\dots(13)$$

Keterangan:

PR = Rasio fase

FRcrit = 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 pendekatan (det). Hitung waktu siklus sebelum penyesuaian (Cua) untuk pengendalian waktu tetap.

$$Cua = (1,5 \times LT1 + 5) / (1 - IFR) \dots\dots\dots(14)$$

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)

i. Kapasitas

Kapasitas dapat didefinisikan sebagai arus lalu lintas yang dapat dipertahankan pada suatu bagian jalan dalam kondisi tertentu dalam satuan

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 di lewatkan 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 di bawah 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 2.6 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.

Factor-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

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).

ii. 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

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*).

iii. Panjang Antrian

Jumlah rata-rata antrian smp pada awal sinyal hijau (NQ) dihitung sebagai jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (NQ₁), ditambah jumlah smp yang datang selama fase merah (NQ₂) :

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

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

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 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.

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

2.7.6 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 pendekat yang ditinjau.

iv. 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 pendekat j dihitung sebagai :

$$D_j = DT_j + DG_j \dots\dots\dots(22)$$

Dimana : D_j = Tundaan rata-rata untuk pendekat j (det/smp)

DT_j = Tundaan lalu-lintas rata-rata untuk pendekat 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 : P_{sv} = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat

P_T = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat

2.7.8 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 2.7 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)



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Metode penelitian cara untuk mencari dan mendapatkan data, serta memiliki kaitan dengan prosedur dalam melakukan penelitian dan teknis penelitian. Proses perencanaan dalam melakukan penelitian perlu dilakukan analisis yang teliti, semakin rumit permasalahan yang dihadapi semakin kompleks pula analisis yang akan dilakukan. Analisis yang baik memerlukan data atau informasi yang lengkap dan akurat disertai dengan teori atau konsep dasar yang relevan.

3.2 Tahap Penelitian

3.2.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap ini dilakukan untuk menyusun rencana agar diperoleh waktu yang efektif dan efisien dalam mengerjakan penelitian ini. Sebelum Tahap ini juga dilakukan pengamatan pendahuluan agar didapat keadaa umum dalam mengidentifikasi dan merumuskan masalah yang ada di tiap simpang . Pekerjaan - pekerjaan yang dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut:

- a. Studi pustaka terhadap materi terkait dengan penelitian yang dilakukan;
- b. Menentukan datab – data yang diperlukan ;

- c. Mencari instansi/institusi yang dapat dijadikan sumber data.

1.3 Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data adalah langkah awal setelah tahap persiapan dalam proses penelitian. Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam rangka pengumpulan data ini antara lain:

1.3.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei secara langsung di lapangan. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survey langsung pada lokasi penelitian. Mencatat secara manual kendaraan yang melintas berdasarkan jenisnya. Data yang diperlukan sebagai bahan analisis simpang bersinyal meliputi:

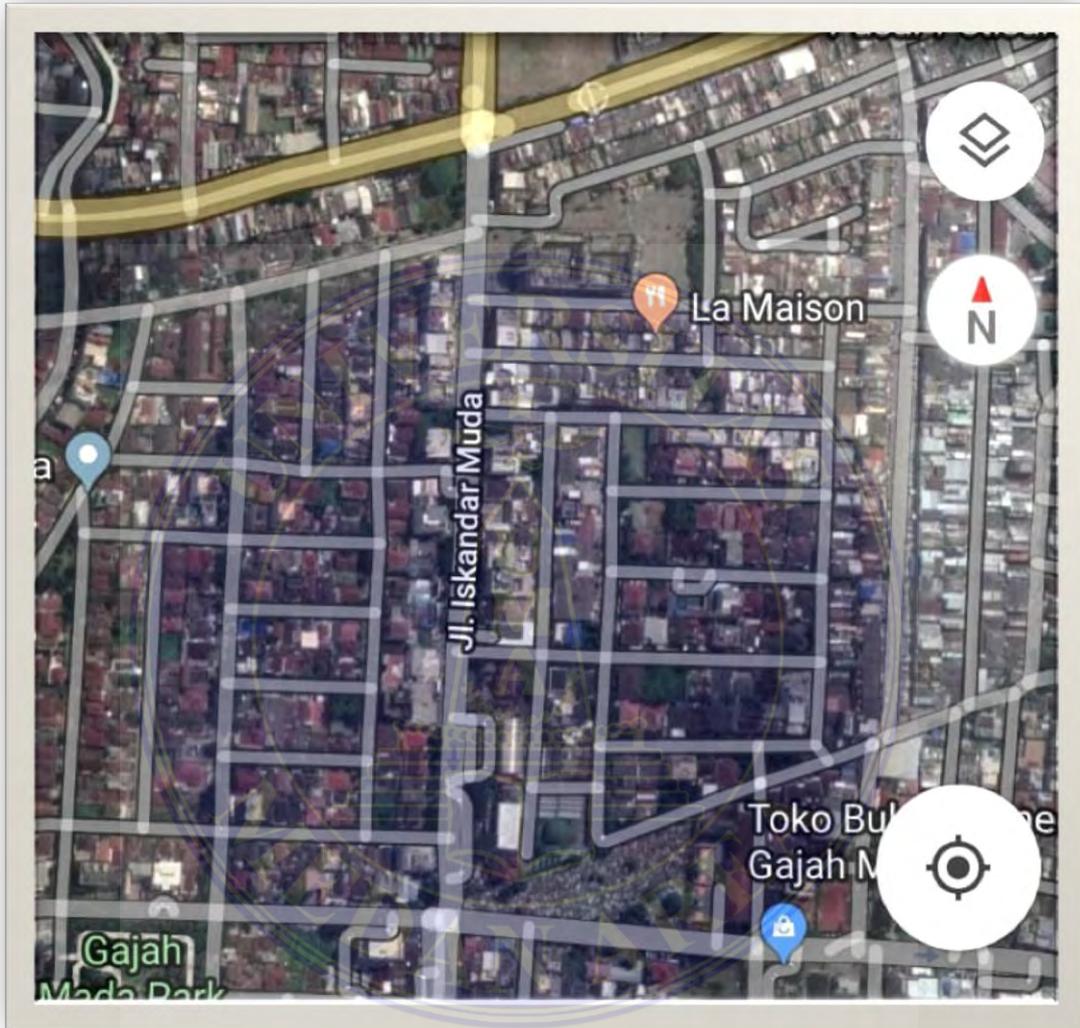
1. Data geometrik simpang,
2. Data arus lalu lintas,
3. Data sinyal,
4. Hambatan samping,

1.3.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari pihak – pihak atau Instansi – instansi terkait, seperti dinas, kantor, dan yang lainnya. Pengumpulan data skunder yaitu dengan cara meminta kepada dinas/kantor terkait.

3.4 Lokasi Survei

Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian



Sumber : <https://maps.google.com>

3.5 Pengolahan Data

3.5.1 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.

Adapun 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.

1.5.2 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.

1.5.3 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 (alat ukur),
5. Jam.

1.5.4 Jadwal Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada jam-jam puncak yaitu pagi, siang, dan sore hari. Cuaca cerah dan simpang bebas dari pengaruh luar seperti adanya kemacetan dan pengaturan lalu lintas secara manual oleh polisi.

3.5.5 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, volume lalu lintas, pencatatan waktu siklus dan fase sinyal. 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, lebar masuk, dan lebar keluar.
- b. Pengamatan kondisi lingkungan adalah dengan menentukan simpang tersebut sebagai lahan komersial, permukiman, atau daerah dengan akses terbatas.
- c. Penentuan fase sinyal dilakukan dengan cara sebagai berikut :
- 1) Mencatat lamanya waktu menyala tiap fase dengan alat pencatat waktu.
 - 2) Waktu siklus diperoleh dengan cara mencatat lamanya waktu semua fase dari saat menyala, berhenti sampai menyala kembali.
 - 3) Waktu hilang diperoleh dengan menjumlahkan fase merah semua dan fase kuning.
- d. 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 pendekat (Kendaraan ringan, Kendaraan berat, dan Sepeda motor) baik untuk gerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan, serta memasukkan data tersebut ke dalam 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 :

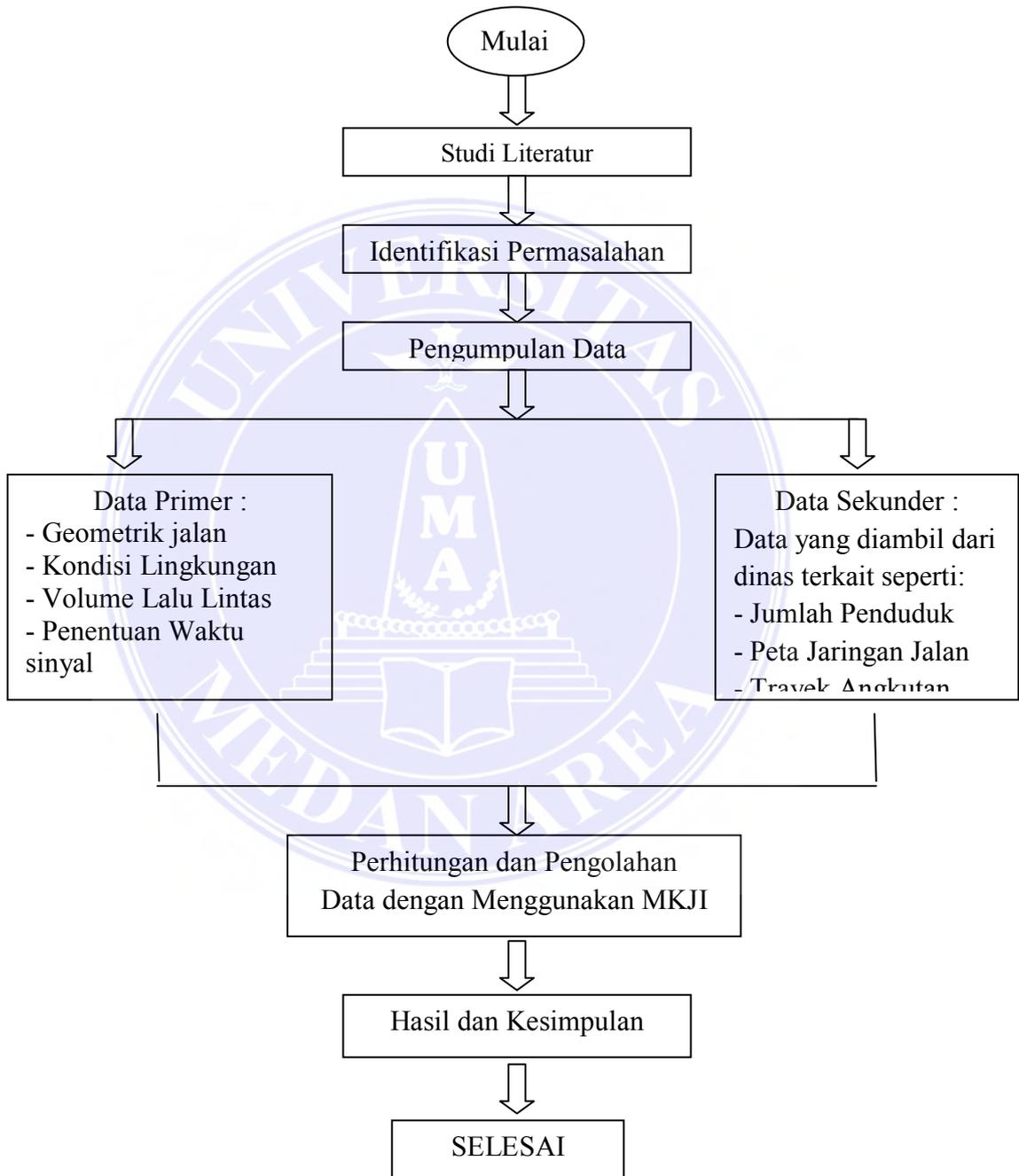
- a. Sepeda Motor / Motorcycle (MC)
- b. Kendaraan ringan / Light Vehicle (LV)
- c. Kendaraan berat / Heavy Vehicle (HV)

1.6 Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan diolah sesuai dengan keperluan analisis data yang terdapat pada MKJI sebagai perbandingan, antara lain :

1. Kondisi – kondisi geometrik, pengendalian lalu lintas dan lingkungan tertera pada formulir SIG I.
2. Data arus lalu lintas dapat dilihat pada formulir SIG II.
3. Waktu kuning dan waktu merah semua dapat dilihat pada formulir SIG III.
4. Hasil perhitungan arus jenuh ditunjukkan pada formulir SIG IV.

Berikut ini adalah diagram alur (flowchart) urutan kerja penelitian yang akan dilakukan :



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian



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 Accessed 12/16/19

Access From (repository.uma.ac.id)

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 hitungan yang diperoleh di lapangan kapasitas yang terjadi di simpang Medan Plaza dan Gajah Mada pada hari Senin (17/07/2019) pukul 17.00 – 18.00 WIB untuk masing-masing pendekatan utara, barat, selatan, dan timur adalah 1517 smp/jam, 2000 smp/jam, 1835 smp/jam, 4129 smp/jam. Data tersebut diambil pada pengambilan survey paling puncak selama survey 3 hari di lapangan.
2. Derajat kejenuhan yang terjadi di simpang PGatot Subroto pada hari Senin (17/06/2019) pukul 17.00 – 18.00 WIB untuk pendekatan utara, barat, adalah 0,80 untuk semua pendekatan yang berarti $> (0,75$ tingkat pelayanan jalannya D). Data tersebut diambil pada pengambilan survey paling puncak selama survey 3 hari di lapangan.
3. Dari hasil perhitungan di lapangan di dapat waktu siklus (c) sebesar 333 detik untuk Simpang Medan plaza dan 488,9 untuk Simpang Gajah Mada detik. Nilai tersebut tidak sesuai dengan MKJI 1997 untuk waktu siklus yang disarankan karena waktu lebih dari 80 detik untuk tipe pengaturan 2 fase.
4. Solusi penanganan untuk kinerja simpang Medan Plaz adalah dengan diberikan alternative desain geometrik jalan disertai perubahan waktu hijau.

5. Dari hasil alternatif didapat nilai waktu siklus dan waktu hilang yang lebih sedikit, yaitu waktu siklus 130 detik dan waktu hilang sebesar 20 detik. Dengan waktu siklus dan waktu hilang yang lebih singkat maka arus lalu lintas sudah mulai stabil dan lancar, sehingga kepadatan lalu lintasnya sudah mulai berkurang dan pengendara aman dalam berlalu-lintas.

5.2 Saran

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

1. Perlunya penerapan Area Traffic Control System (ATCS) terbaru pada simpang untuk pengaturan lampu lalu lintas pada jam sibuk
2. Perlunya ada petugas untuk menertibkan kendaraan agar hambatan samping di setiap simpang semakin kecil
3. Perlunya rambu larangan untuk menaikan atau menurunkan penumpang 100 meter sebelum simpang agar tundaan di setiap lengan semakin kecil
4. Perlunya halte tambahan untuk angkutan umum dan penertipan pedagang kaki lima untuk tidak berjualan di halte yg sudah ada
5. Perlunya ada himbauan menggunakan speaker dari pihak Area Traffic Control System (ATCS) kepada kendaraan untuk tidak melanggar rambu lalu lintas agar timbul rasa kesadaran setiap pengendara agar tidak melanggar lampu lagi



DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Alik. 2005. *Rekayasa Lalu-lintas*, Penerbit UMM, Malang.
- Fitts, Anthony, *Mobilitas Perkotaan dan Penerapan Area Traffic Control System di Surabaya*, Prakarsa Infrastruktur Indonesia, Jakarta, 2014
- Anonimus, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Fidel Miro. 2012. *Pengantar Sistem Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Jurnal Amir Sanjaya, Eti Sulandari, Said basalim, *Perencanaan Traffic Light pada Simpang*, Jurusan Teknik Sipil, UNTAN.
- Jurnal Lili Anggraini, Hamzani, Zulhazli, *Analisis Pengaruh Kinerja Lalu-Lintas Terhadap Pemasangan Traffic Light*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh.
- Khisty, C. Jotin and Lall, B. Kent. 2003. *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi Jilid 3*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Morlok, Edward K, 1995. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Jurnal Hermantinus Waruwu, *Analisa Traffic control pada simpang jalan pelangi Medan*, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Medan Area.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14, 2006, *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Menteri Perhubungan.
- RA, Bukhari dkk, 1997, *Rekayasa Lalu Lintas*, Fakultas Teknik Unsyiah, Banda Aceh.
- R. Warpani, Suwardjoko. 2012. *Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan*, penerbit ITB, Bandung.
- Sukirman, Silvia, 1999, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
- Tamin Z. Ofyar, 2008. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.

Lampiran 1. Dokumentasi

Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Medan Plaza, Medan senin 17 juni

Tipe	Pendekatan (Kend/Jam)											
	Iskandar Muda (Utara)			Iskandar Muda (Selatan)			Gatot Subroto (Barat)			Gatot Subroto (Timur)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	S T	RT	LT	ST	RT
LV	-	1394	-	-	1440	-	492	-	972	1104	1896	360
HV	-	8	-	-	1	-	2	-	5	3	3	2
MC	-	582	-	-	1968	-	1548	-	1080	1200	2064	528
Q		1984			3409		4094			7160		

Sumber : Hasil Survei Lapangan

Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Medan Plaza, Medan senin 17 juni siang

Tipe	Pendekatan (Kend/Jam)											
	Iskandar Muda (Utara)			Iskandar Muda (Selatan)			Gatot Subroto (Barat)			Gatot Subroto (Timur)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	S T	RT	LT	ST	RT
LV	-	1109	-	-	1322	-	401	-	899	1089	1836	354
HV	-	6	-	-	0	-	2	-	5	3	3	2
MC	-	509	-	-	1877	-	1521	-	989	1123	1904	536

Q	1624	3199	3951	6853
----------	-------------	-------------	-------------	-------------

Sumber : Hasil Survei Lapangan

Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Medan Plaza, Medan senin 17 juni pagi

Pendekatan (Kend/Jam)												
Tipe	Iskandar Muda (Utara)			Iskandar Muda (Selatan)			Gatot Subroto (Barat)			Gatot Subroto (Timur)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	S T	RT	LT	ST	RT
LV	-	1002	-	-	1222	-	412	-	709	1009	1766	209
HV	-	6	-	-	1	-	0	-	2	1	3	0
MC	-	467	-	-	1627	-	1411	-	887	1132	1809	551
Q	1475	2850	3451	4710								

Sumber : Hasil Survei Lapangan

Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Gajah Mada senin 17 juni sore, Medan

Pendekatan (Kend/Jam)												
Tipe	Iskandar Muda (Utara)			Iskandar Muda (Selatan)			Gajah Mada (Barat)			Gajah Mada (Timur)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
LV	972	436	312	671	0	112	-	600	72	-	1926	-
HV	0	0	1	1	0	0	-	0	0	-	1	-
MC	948	348	192	773	0	121	-	768	48	-	2376	-
Q	3348	1678	1488	4663								

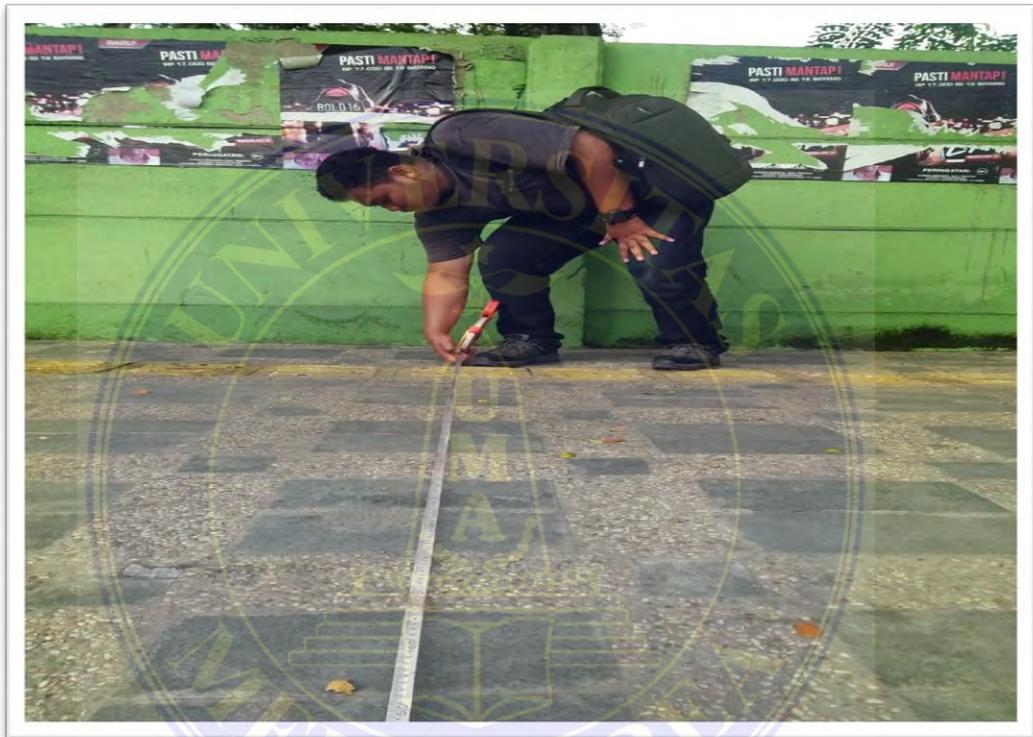
Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Gajah Mada senin 17 juni siang , Medan

Pendekatan (Kend/Jam)												
Tipe	Iskandar Muda (Utara)			Iskandar Muda (Selatan)			Gajah Mada (Barat)			Gajah Mada (Timur)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	LV	966	416	313	661	0	116	-	589	60	-	1886
HV	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-	1	-
MC	897	324	156	724	0	99	-	721	48	-	2112	-
Q	3071			1600			1418			3998		

Volume Lalu Lintas Jam Puncak Simpang Gajah Mada senin 17 juni pagi , Medan

Pendekatan (Kend/Jam)												
Tipe	Iskandar Muda (Utara)			Iskandar Muda (Selatan)			Gajah Mada (Barat)			Gajah Mada (Timur)		
	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT	LT	ST	RT
	LV	899	344	301	529	0	101	-	577	58	-	1601
HV	0	0	0	0	0	0	-	0	0	-	1899	-
MC	822	234	113	668	0	86	-	667	39	-		-
Q	2713			1384			1341			3500		

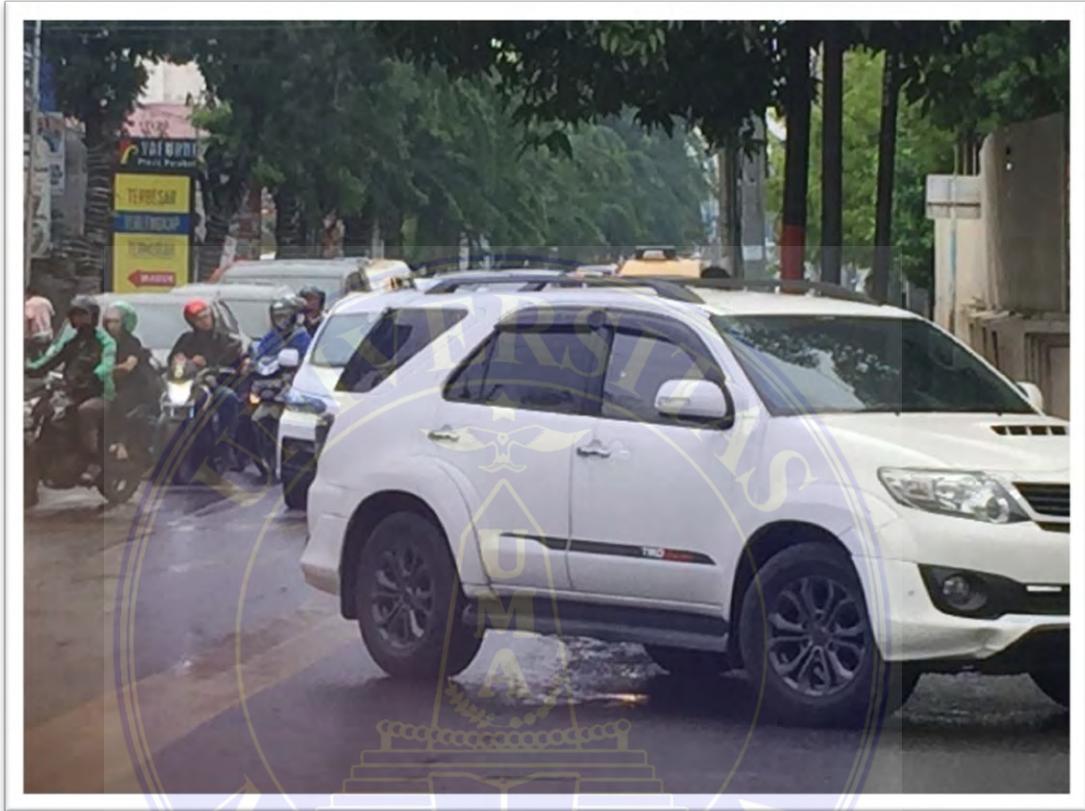
Lampiran 3. Dokumentasi



Gambar pengukuran Bahu jalan (Barat) jalan Gatot Subroto



Gambar Pencatatan Volume lalu lintas



Gambar kondisi arus lalu lintas (Selatan) Iskandar muda



Gambar pengukuran geometri jalan



Gambar kondisi lalu lintas simpang Medan Plaza



Gambar perekaman Volume Lalu lintas



Gambar pencatatan volume lalu lintas

**EVALUASI PENERAPAN AREA
TRAFFIC CONTROL SYSTEM TERHADAP
KINERJA RUAS JALAN
(Studi Kasus : Simpang Medan Plaza – Simpang Gajah
Mada)**

(PENELITIAN)

SKRIPSI

OLEH :

RIO NATANAEL DALIMUNTHE

15.811.0049



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

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 12/16/19

Access From (repository.uma.ac.id)

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2019



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 12/16/19

Access From (repository.uma.ac.id)