

**ANALISIS PANJANG ANTRIAN PADA PERSIMPANGAN
JALAN**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana

Universitas Medan Area

Disusun Oleh:

DIRJON PARULIAN NABABAN

NIM : 15.811.0050



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MEDAN AREA

2021

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 14/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/21

LEMBARAN PENGESAHAN

ANALISIS PANJANG ANTRIAN PADA PERSIMPANGAN JALAN

Diajukan Untuk Syarat Dalam Sidang Sarjana

Universitas Medan Area

Disusun Oleh;

DIRJON PARULIAN NABABAN

NIM : 15.811.0050

Disetujui :

Pembimbing I

(Ir. Nuril Mahda Rangkuti, M.T)

Pembimbing II

(Suranto, S.T. M.T)

Diketahui :

Dekan Fakultas Teknik

(Dr. Ir. Dina Maizana, M.T)

Ka. Prodi Teknik Sipil

(Susilawati S.Kom)

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 14/12/21

Access From (repository.uma.ac.id)14/12/21

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, Oktober 2021



Dirjon Parulian Nababan
(158110050)

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya mahasiswa Universitas Medan Area :

Nama : Dirjon Parulian Nababan
Nomor Mahasiswa : 158110050
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir/Tesis/Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area hak bebas royalty noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Analisis Panjang Antrian Pada Persimpangan Jalan.

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan demikian saya memberikan kepada Perpustakaan Universitas Medan Area hak untuk menyimpan, mengalihkan dalam bentuk media lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data, mendistribusikan secara terbatas, dan mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta izin dari saya maupun memberikan royalty kepada saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Medan, Februari 2021



Dirjon Parulian Nababan

(15.811.0050)

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. Ibu Dr. Ir. Dina Maizana, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
3. Ibu Susilawati S.Kom M.Kom., selaku Kaprodi Teknik Sipil Universitas Medan Area.
4. Ibu Ir. Nuril Mahda Rangkuti MT., selaku Dosen Pembimbing I yang telah skripsi ini.
5. Bapak, Suranto,S.T.MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membantu pelaksanaan skripsi ini. Seluruh Dosen dan Pegawai di Fakultas Teknik Sipil Universitas Medan Area.

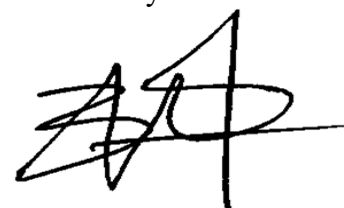
6. Ucapan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu dalam melakukan survey lapangan.
7. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga terutama kedua orang tua saya, ayah dan ibu saya yang telah banyak memberi kasih sayang dan dukungan moril maupun materi serta doa yang tiada henti 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, Februari 2021

Penyusun :

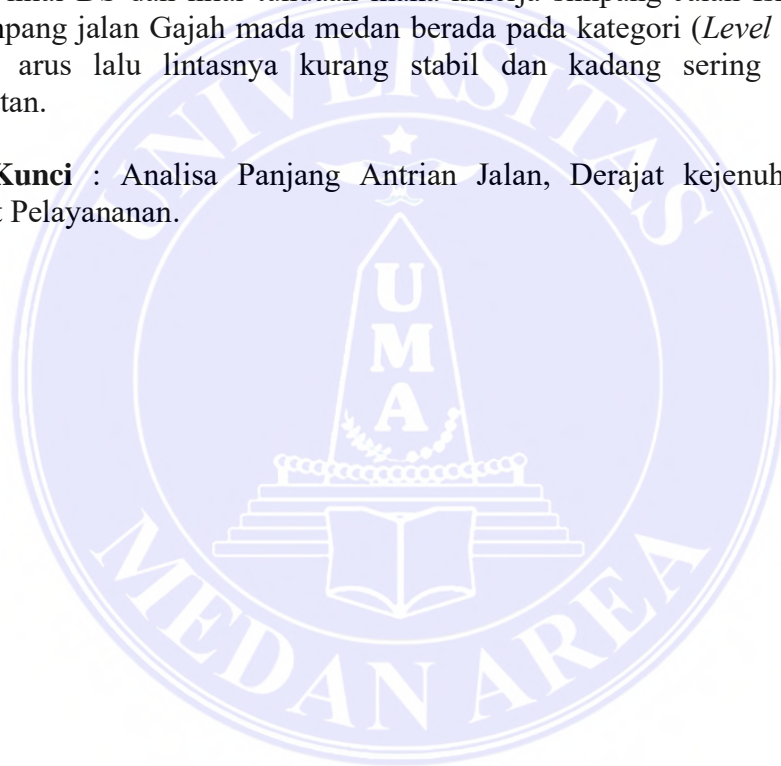


Dirjon Parulian Nababan

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di simpang Gatot Subroto-Iskandar Muda dan simpang Gajah Mada-Iskandar Muda kota Medan karena pada simpang tersebut mempunyai tingkat kepadatan dan keramaian yang cukup besar. Sehubungan dengan hal itu maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis panjang antrian yang terjadi 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 Jalan Iskandar muda dan simpang jalan Gajah mada medan berada pada kategori (*Level Of Service*) D dimana arus lalu lintasnya kurang stabil dan kadang sering menyebabkan kemacetan.

Kata Kunci : Analisa Panjang Antrian Jalan, Derajat kejenuhan, Tundaan, Tingkat Pelayanan.



ABSTRACT

The research was conducted at the Gatot Subroto-Iskandar Muda intersection and the Gajah Mada-Iskandar Muda intersection in Medan city because these intersections have a fairly large level of density and crowd. In connection with this, it is necessary to conduct research using the 1997 Indonesian Road Capacity Manual standard. This study aims to analyze the queue length that occurs at the intersection. The analysis and simulation calculations applied in this study used the 1997 MKJI method. The primary data taken in this study were road geometry, environmental conditions, parking distances, traffic volume, and signal usage. While the secondary data needed is data on the population of the city of Medan. Based on the results of data analysis, the value of the degree of saturation (DS) of the intersection is 0.74 and the vehicle delay is 38.75 seconds. In accordance with the DS value and the delay value, the performance of the Iskandar muda and Gajah mada intersection is in category (Level Of Service) D where the traffic flow is less stable and sometimes causes congestion.

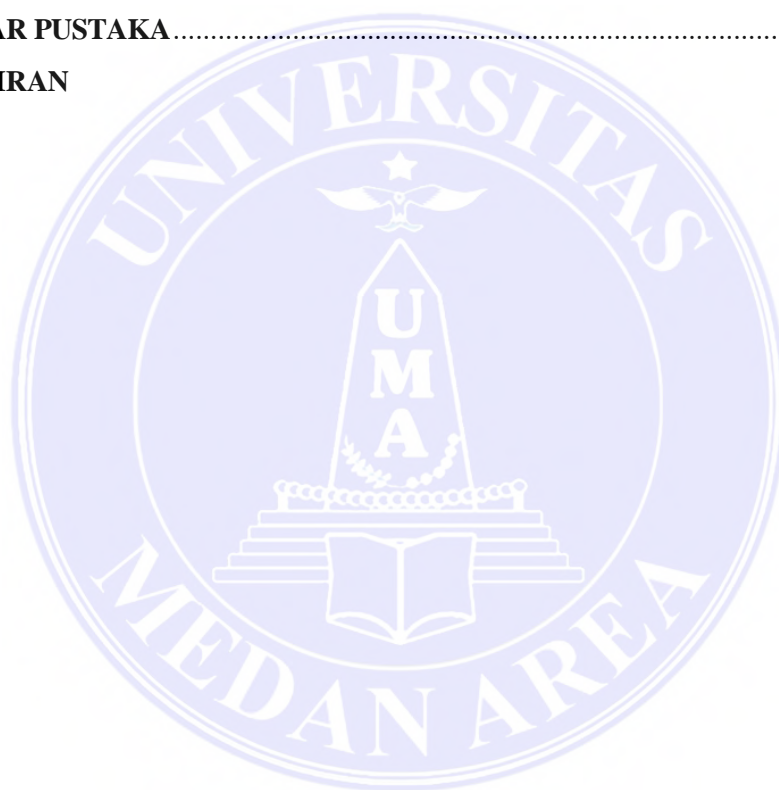
Keywords: *Analysis of Road Queue Length, Degree of Saturation, Delay, Service Level.*

DAFTAR ISI

LEMBARAN PENGESAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan.....	2
1.3 Perumusan Masalah	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Metode Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Umum	7
2.2 Persimpangan.....	7
2.2.1. Karakteristik Sinyal Lalu Lintas.....	7
2.3 Simpang Bersinyal	9
2.3.1. Arus Lalu Lintas.....	10
2.4 Perencanaan Geometrik Jalan.....	11
2.5 Perhitungan Simpang Bersinyal	14
2.5.1 Data masukan.....	14
2.5.2 Penentuan waktu sinyal.....	15
2.5.3 Kapasitas	20
2.5.4 Derajat kejenuhan.....	25
2.5.5 Panjang Antrian.....	26
2.5.6 Angka Henti.....	27
2.5.7 Tundaan.....	28
2.5.8 Level Of Service (LOS).....	29

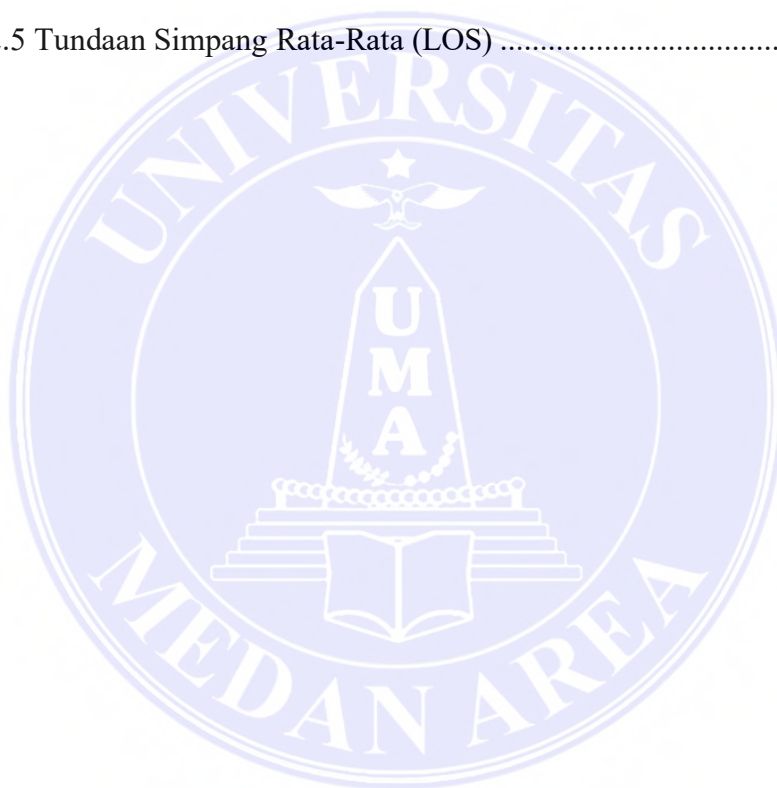
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	30
3.1 Umum	30
3.2 Tahap Penelitian.....	30
3.2.1 Tahapan Persiapan.....	30
3.3 Tahap Pengumpulan Data	31
3.3.1 Data Primer	31
3.3.2 Data Sekunder.....	31
3.4 Lokasi Survei	32
3.5 Pengolahan Data	33
3.5.1 Survei Pendahuluan.....	33
3.5.2 Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat	33
3.5.3 Alat Penelitian.....	34
3.5.4 Jadwal Penelitian.....	34
3.5.5 Pengumpulan Data Lapangan.....	34
3.6 Analisis Data	36
BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	37
4.1 Data Masukan	37
4.1.1 Kondisi Geometrik dan Lingkungan Persimpangan	37
4.1.2 Data Lingkungan dan Geometrik Jalan.....	40
4.1.3 Kondisi Sinyal atau Fase	41
4.1.4 Data Volume Lalu Lintas	42
4.2 Pengolahan Data.....	45
4.2.1 Lebar Efektif.....	45
4.2.2 Arus Jenuh Dasar (S_0).....	46
4.2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (F_{CS}).....	47
4.2.4 Faktor Penyesuaian Keandalan (F_G).....	47
4.2.5 Faktor Penyesuaian Parkir (F_P)	47
4.2.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (F_{SF}).....	47
4.2.7 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (F_{RT}).....	48
4.2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (F_{LT}).....	49
4.2.9 Faktor Jenuh (S).....	49
4.2.10 Rasio Arus (F_R)	51
4.2.11 Waktu Hitung (LTI)	52
4.2.12 Waktu Siklus Pra Penyesuaian (Cua)	52
4.2.13 Rasio Fase (PR).....	52
4.2.14 Waktu Hijau (g).....	54

4.3 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan.....	55
4.3.1 Kapasitas	55
4.3.2 Derajat Kejenuhan.....	56
4.3.3 Panjang Antrian (NQ)	57
4.3.4 Kendaraan Terhenti	59
4.3.5 Tundaan.....	60
4.4 Pembahasan.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipe Pendekat.....	12
Tabel 2.2 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat	13
Tabel 2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota pada Simpang Bersinyal.....	17
Tabel 2.4 Kapasitas Dasar Tergantung Pada Tipe Jalan Dan Jumlah Lajur.....	23
Tabel 2.5 Tundaan Simpang Rata-Rata (LOS)	30



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang.....	7
Gambar 2.2 Jenis-jenis Simpang.....	8
Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan (Salter, 1974)	9
Gambar 2.4 Konflik Lalu Lintas Persimpangan Bersinyal	11
Gambar 2.5 Titik konflik pada simpang tiga lengan.....	14
Gambar 2.6 Lengan Simpang Untuk Masing-masing Pendekat	15
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	33
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	38

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

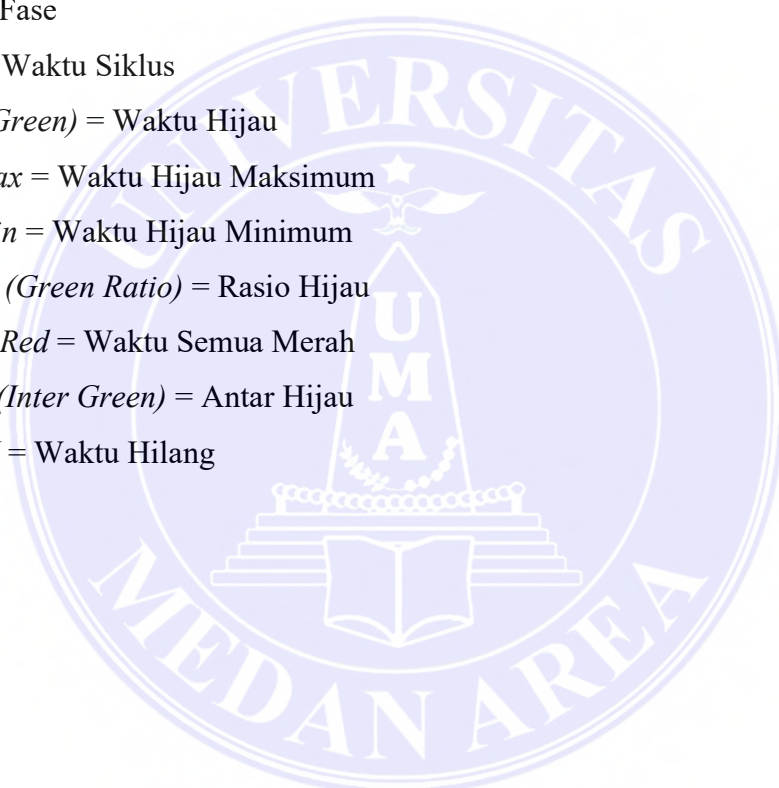
g_{min} = Waktu Hijau Minimum

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

Jalan merupakan prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada di permukaan tanah, diatas permukaan tanah, dibawah permukaan tanah atau air, serta diatas permukaan air. Jalan yang didefinisikan sebagai sistem jaringan jalan yang terdiri dari sistem jaringan jalan primer dan sistem jaringan jalan sekunder. Sistem jaringan jalan primer merupakan sistem jaringan jalan dengan dengan peranan pelayanan distribusi barang dan jasa untuk pengembangan semua wilayah ditingkat nasional, dengan menghubungkan semua simpul jasa distribusi yang berwujud pusat-pusat kegiatan.

Persimpangan merupakan bagian penting dari sistem jaringan jalan yang merupakan sebuah titik dimana dua atau lebih ruas jalan bertemu atau bersilang, lancar tidaknya pergerakan dalam suatu jaringan jalan sangat ditentukan oleh pengaturan dan pengendalian pergerakan dipersimpangan. Salah satu permasalahan lalu lintas yang dihadapi di Indonesia ini adalah kemacetan, meningkatnya pengguna kendaraan pribadi tidak sesuai dengan peningkatan jalan sehingga dampak yang terjadi adalah kemacetan di beberapa kota besar terutama apabila fasilitas jalan dan lampu lalu-lintas yang tidak mendukung akan terjadi kemacetan yang sangat panjang, dengan kemacetan yang terjadi aktivitas-aktivitas akan sangat terhambat. Hal itulah yang mendorong niat saya untuk menganalisis tempat studi kasus saya tersebut yang sering terjadi panjang antrian yang

disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya, jembatan penyebrangan yang tidak berfungsi dengan baik mengakibatkan adanya antrian saat pejalan kaki menyeberang, angkutan umum yang menaikkan dan menurunkan penumpang sembarangan, parkir dibadan jalan dan juga diakibatkan lokasi yang banyak ditemukan perusahaan-perusahaan,tempat perbelanjaan sehinga mengakibatkan banyaknya pergerakan yang mempengaruhi panjang antrian tersebut.

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang di atas penulis akan menganalisis panjang antrian persimpangan jalan pada simpang Gatot Subroto dan simpang Jl. Gajah Mada Medan, dimana arus lalu lintasnya sangatlah padat yang disebabkan oleh berbagai hal, seperti kapasitas persimpangan jalan, waktu siklus, manajemen persimpangannya yang kurang tepat, dan lain sebagainya.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis panjang antrian yang terjadi pada persimpangan Jalan Iskandar Muda dan Jalan Gajah Mada Medan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang menyebabkan antrian panjang yang terjadi pada persimpangan jalan Iskandar Muda-Gajah Mada Medan

1.3 Rumusan Masalah

1. Apakah penggunaan *Traffic Control* dapat mengatasi panjang antrian?
2. Hal-hal apa saja yang menyebabkan panjang antrian kendaraan tersebut?
3. Bagaimana teknik perhitungan panjang antrian dengan metode MKJI (Manual Kapasitas Jalan Indonesia) pada persimpangan jalan Iskandar Muda-Gajah Mada Medan

1.4 Batasan Masalah

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

1. Penelitian dilakukan di persimpangan jalan Gatot Subroto-Gajah Mada Medan, Kota Medan.
2. Pengamatan dilakukan pada jam puncak yaitu pagi, siang, dan sore hari.
3. Data diambil sebanyak tiga kali dalam satu minggu, yaitu awal minggu, tengah minggu, dan akhir minggu.

Data sebagai berikut: Data lingkungan, Volume lalu lintas, Geometrik jalan

1.5 Metode Penelitian

Dalam penelitian ini penulis melakukan pengamatan dan pengumpulan data menggunakan metode MKJI 1997, data primer dan data sekunder. Data primer didapat langsung di lapangan, sedangkan data sekunder merupakan data yang diperlukan untuk melengkapi dan dalam bentuk yang sudah jadi dari suatu badan atau instansi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

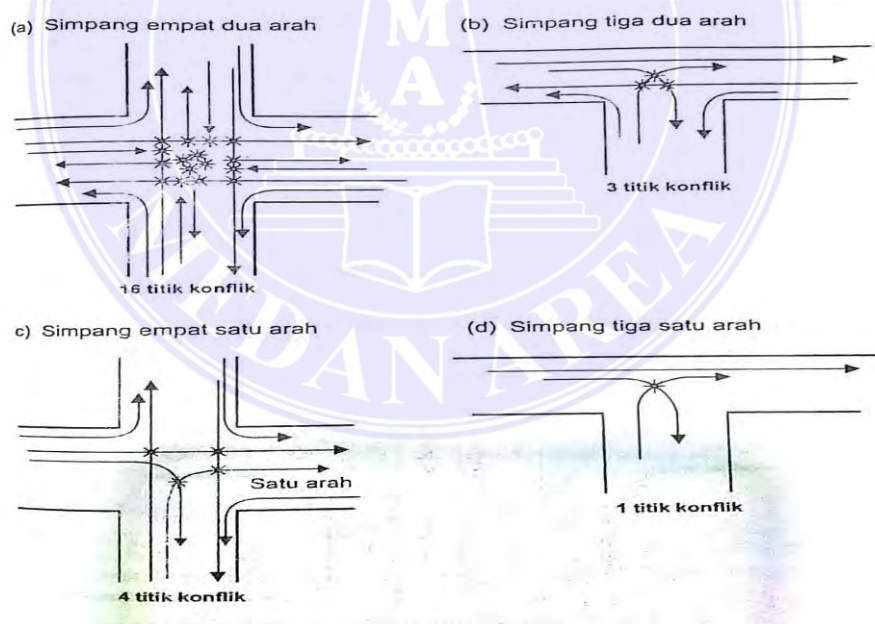
2.1 Umum

Suatu persimpangan jalan yang sebidang merupakan bagian yang sukar dan rumit dari suatu sistem jalan raya. Disinilah terjadi sebagian besar pertemuan kendaraan dan pejalan kaki, yang selalu menyebabkan keterlambatan, kecelakaan dan kemacetan. Persimpangan sebidang (maksudnya terletak dalam satu daratan, dan bukan simpang susun) dapat saja dikendalikan oleh lampu lalu lintas, persimpangan yang demikian dikenal sebagai persimpangan berlampu-lalu lintas. 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.

Umumnya, kapasitas jalan raya tergantung pada karakteristik geometri fasilitas 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. (MKJI;1997)

2.2 Persimpangan

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, 2018:89). 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, 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 ditiadakan.



Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang
(Sumber :Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2016)

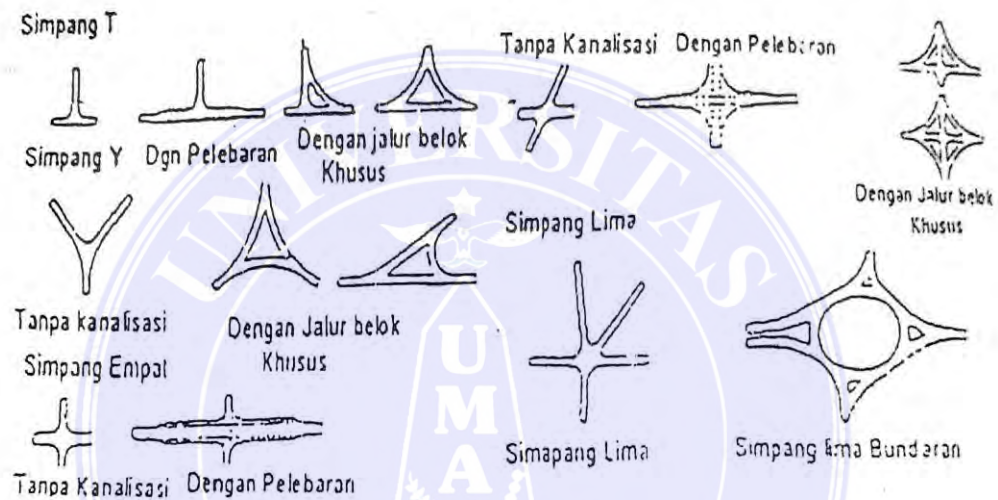
2.2.1. Jenis-jenis Pengaturan Persimpangan

Ada beberapa jenis pengaturan simpang (Alik Ansyori Alamsyah,

2018:94), yaitu :

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

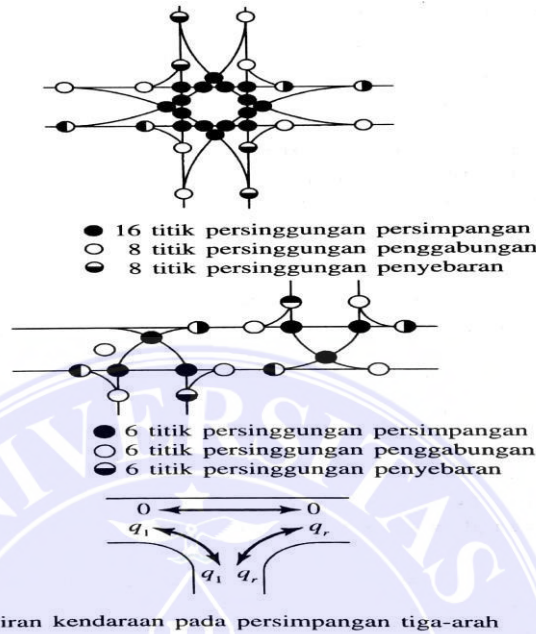
Pemilihan jenis pengaturan simpang pada karakter fisik dari simpang maupun kondisi lalu lintasnya, jenis-jenis simpang dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Jenis-jenis Simpang
(Sumber : Rekayasa Lalulintas, 2016)

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 .



Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan (Sumber : Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, 2016)

Menurut Panji Tejo Buono (2016), ada beberapa tujuan pengaturan simpang, namun secara umum tujuan pengaturan simpang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Untuk mengurangi kecelakaan.
2. Untuk meningkatkan kapasitas.
3. Meminimalkan tundaan atau antrian.

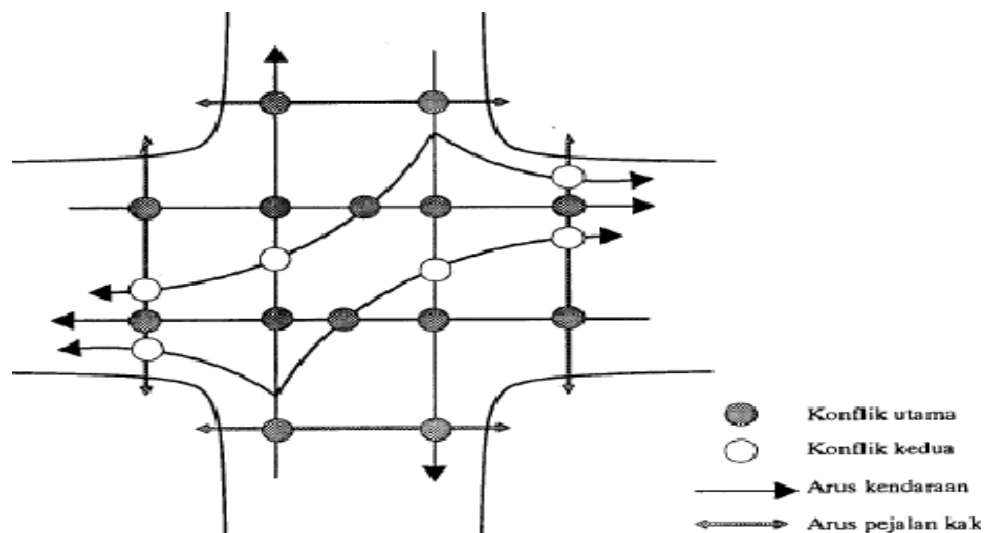
2.3 Simpang Bersinyal

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). Simbang bersinyal adalah dimana pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian sinyal lalu lintas, jadi pemakai jalannya 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 memisahkn 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. 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 pendekat terlindung dan terlawan.

Tabel 2.1 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 :

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

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

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 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 2.2 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

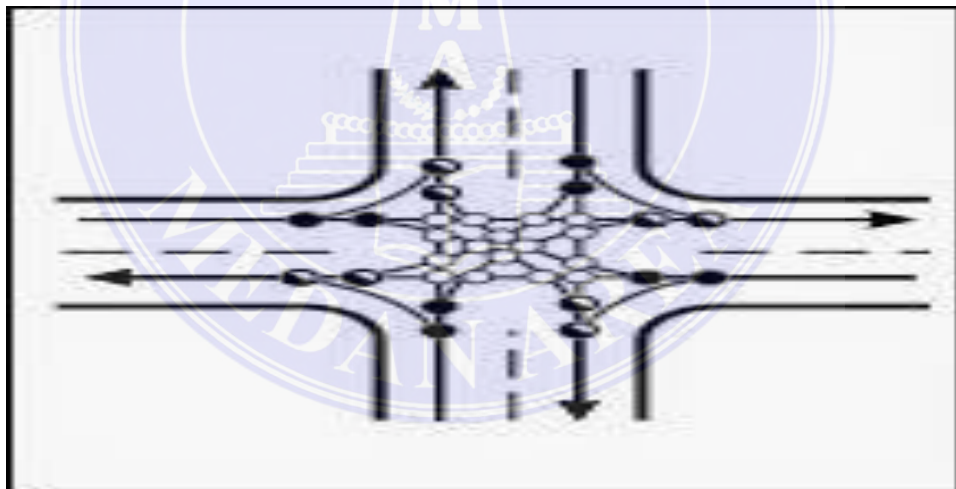
(Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997)

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.
 - a. datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan dan,
 - b. 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 2.5



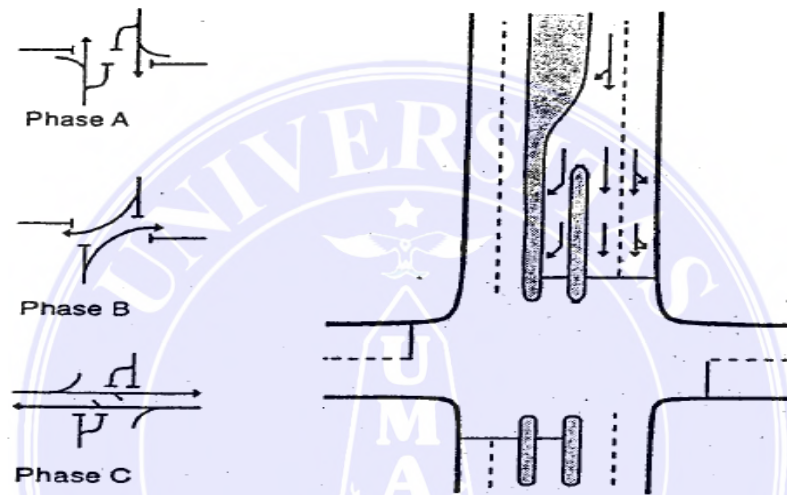
Gambar 2.5 Titik konflik pada simpang tiga lengan(Sumber : Federal Highway Administration,)

2.5 Perhitungan Simpang Bersinyal

2.5.1 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 dalampendekat.



Gambar 2.6 Lengan Simpang Untuk Masing-masing pendekat
(Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997)

2.5.2 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 = Arus jenuh dasar (smp/jam)

W_e = 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 2.3 berikut.

Tabel 2.3 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 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 (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 kiricenderung melambat dan mengurangi arus jenuh pendekattersebut. Karena arus berangkat dalam pendekat tipe O(terlawan) pada umumnya lenih lambat, maka tidak perlupenyesuaian 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:

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

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:

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

Keterangan:

gi = 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)

2.5.3 Kapasitas

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 jampublik 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 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 2.4.

Tabel 2.4 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).

2.5.4 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 analisis 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 definisi 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*).

2.5.5 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 NQ₁ = 0

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

Dimana :

NQ₁ : Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ₂ : 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.

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

2.5.6 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

2.5.7 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 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) :

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

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

2.5.8 Level of service (LOS)

Tingkat pelayanan adalah ukuran kecepatan laju kendaraan yang dikaitkan dengan kondisi dan kapasitas jalan (Suwardjoko R. Warpani.). Tujuan dari adanya tingkat pelayanan adalah untuk melayani seluruhkebutuhan lalu-lintas (*demand*) dengan sebaik mungkin. Baiknya pelayanan dapatdinyatakan 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 2.5 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))

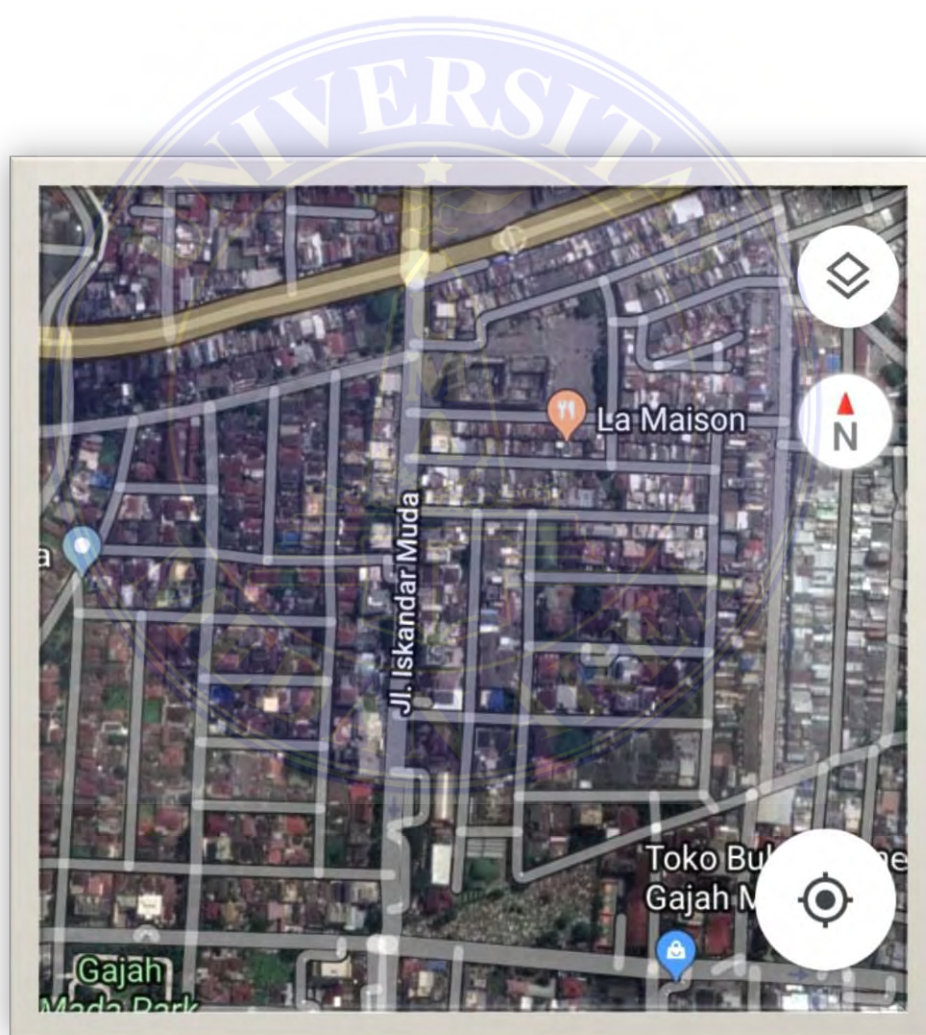
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

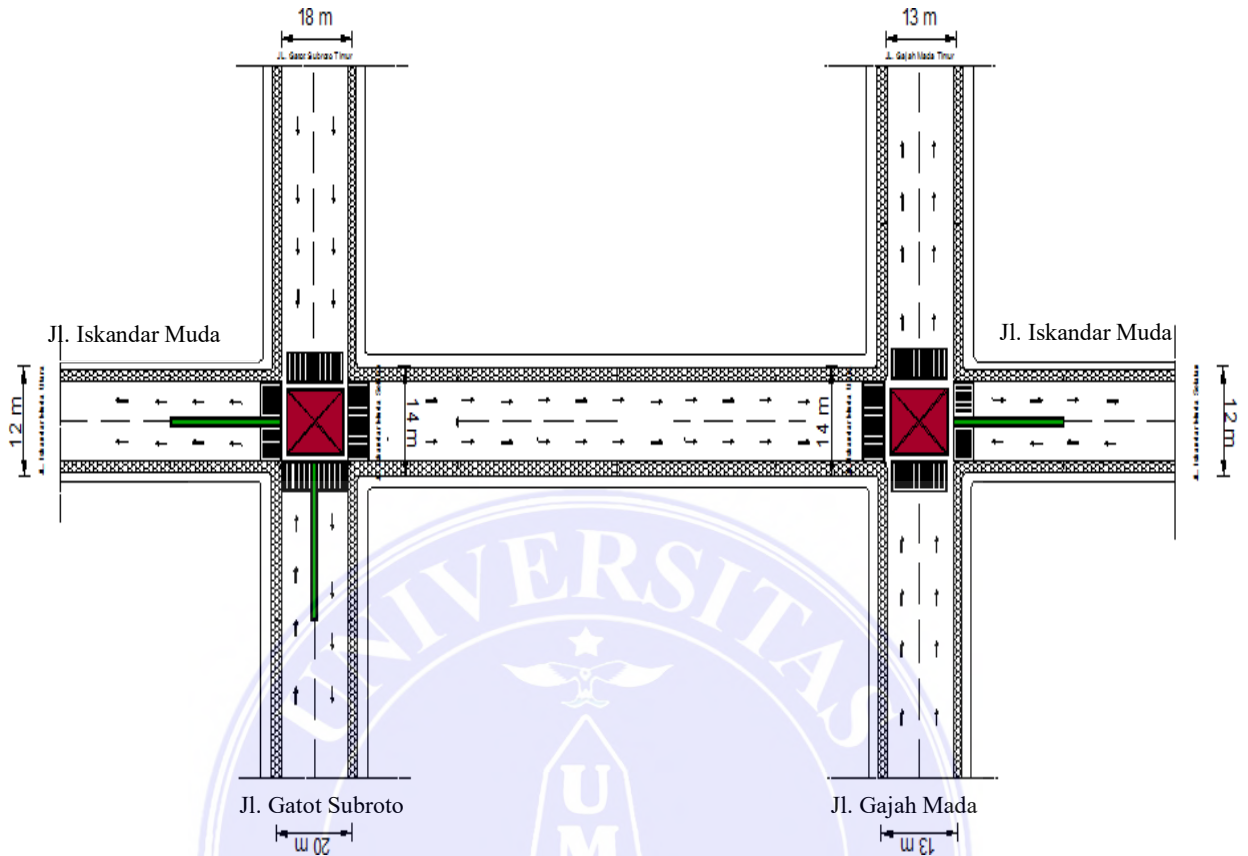
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini lokasi dilakukan pada simpang Jalan Gatot Subroto dan simpang Jalan Gajah Mada



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian



Gambar 3.2 Denah Lokasi Penelitian

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) hari yaitu pada hari senin (5 Oktober 2020), Kamis (tanggal 8 Oktober 2020), dan hari sabtu (tanggal Oktober 2020). Waktu penelitian dilakukan pada jam-jam puncak yaitu : pagi antara pukul 07.00 WIB sampai pukul 09.00 WIB, siang antara pukul 12.00 WIB sampai pukul 14.00 WIB, dan sore antara pukul 17.00 WIB sampai pukul 19.00 WIB.

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 penyusunan rencana agar diperoleh waktu yang efektif dan efisien dalam mengerjakan penelitian ini. Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan pendahuluan agar didapat 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. Adapun beberapa metode yang dilakukan dalam rangka pengumpulan data ini antara lain:

3.3.1 Data Primer

Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei secara langsung. 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,

3.3.2 Data Sekunder

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

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.

3.5.2 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.

3.5.3 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.

3.5.4 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 pendekatan (Utara, Selatan, dan Barat) dan tipe pendekatan (P = terlindung, O = terlawan).
- 3) Menentukan ada tidaknya median jalan.
- 4) Menentukan kelandaian jalan.
- 5) Mengukur lebar pendekatan, 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.

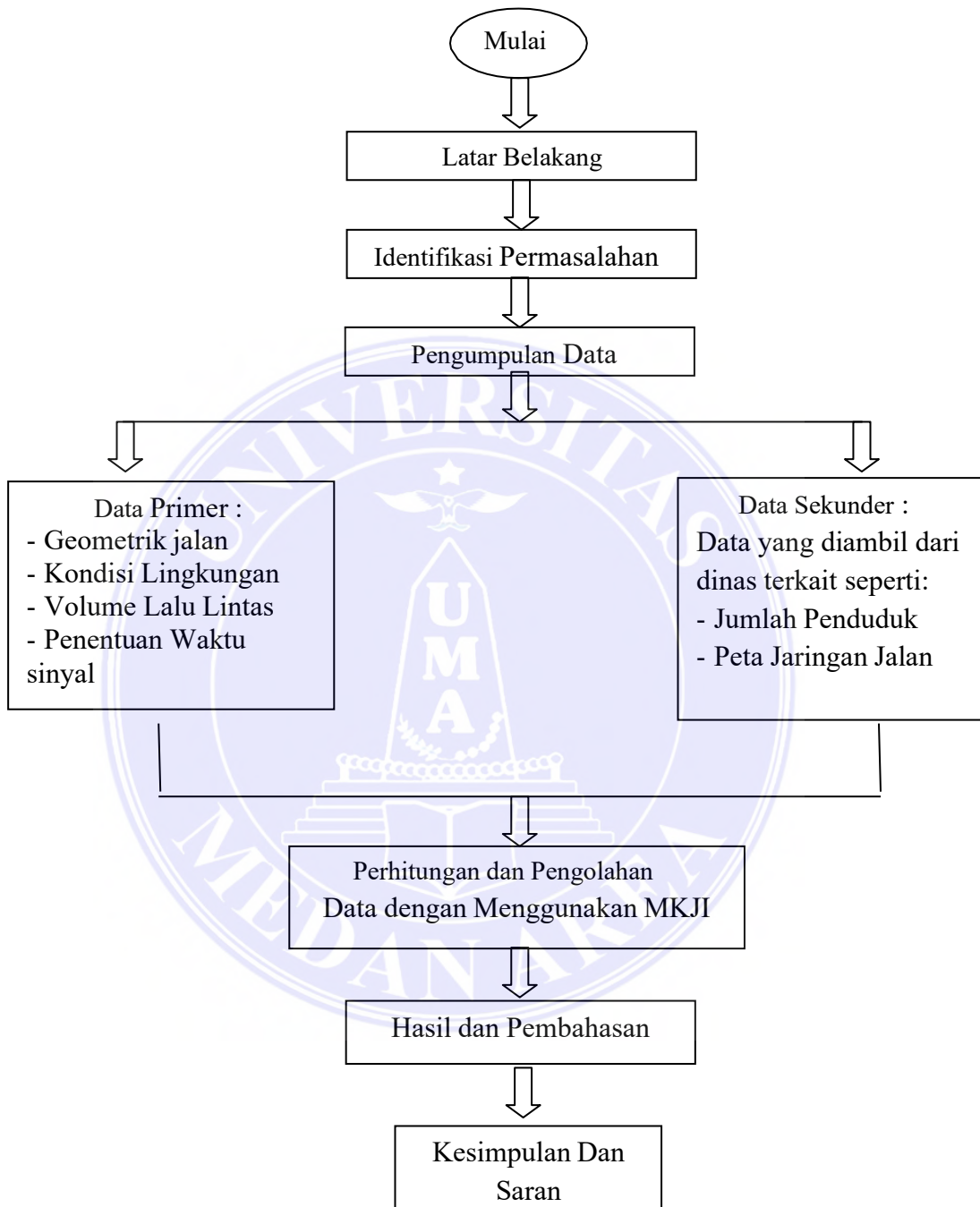
- 3) Waktu hilang diperoleh dengan menjumlahkan fase merah semua dan fase kuning.
- d. Survei lalu lintas dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor jumlah kendaraan, arah gerakan waktu pengamatan dan periode jamsibuk. Setiap pengamat mencatat semua kendaraan yang melewatipendekat (Kendaraan ringan, Kendaraan berat, dan Sepeda motor) baik untuk gerakan lurus, belok kiri, dan belok kanan, serta memasukkandata 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)

3.6 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

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis 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 Jalan Gatot Subroto dan Jalan Gajah Mada pada hari Senin (5 Oktober 2020) 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 Jalan Gatot Subroto pada hari Senin (5 Oktober 2020) 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 Jalan Gatot Subroto dan 488,9 untuk Simpang jalan 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. Berdasarkan hasil perhitungan penelitian nilai dari panjang antrian melebihi dari semua NQ Max (Panjang antrian maksimal) sebesar 80m, dengan panjang antrian terbesar yaitu 266m pada interval 17.00 s/d 18.00 pada pendekatan selatan jalan Iskandar muda-Gajah Mada.

5. Berdasarkan hasil perhitungan penelitian di simpang jalan Gatot Subroto-Iskandar Muda dan simpang jalan Iskandar Muda-Gajah Mada menyimpulkan bahwa kedua simpang mengalami kemacetan lalulintas.

6.2 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 menaik 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. 2018. *Rekayasa Lalu-lintas*, Penerbit UMM, Malang.
- 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 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, 2016. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14, 2006, *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Menteri Perhubungan.
- R. Warpani, Suwardjoko. 2012. *Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan*, penerbit ITB, Bandung.
- Sukirman, Silvia, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
- Tamin Z. Ofyar, 2008. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.

LAMPIRAN



Gambar : Pengukuran Median Jalan Iskandar Muda

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar : Pengukuran Lebar Jalan Iskandar Muda

Sumber : Hasil Penelitian



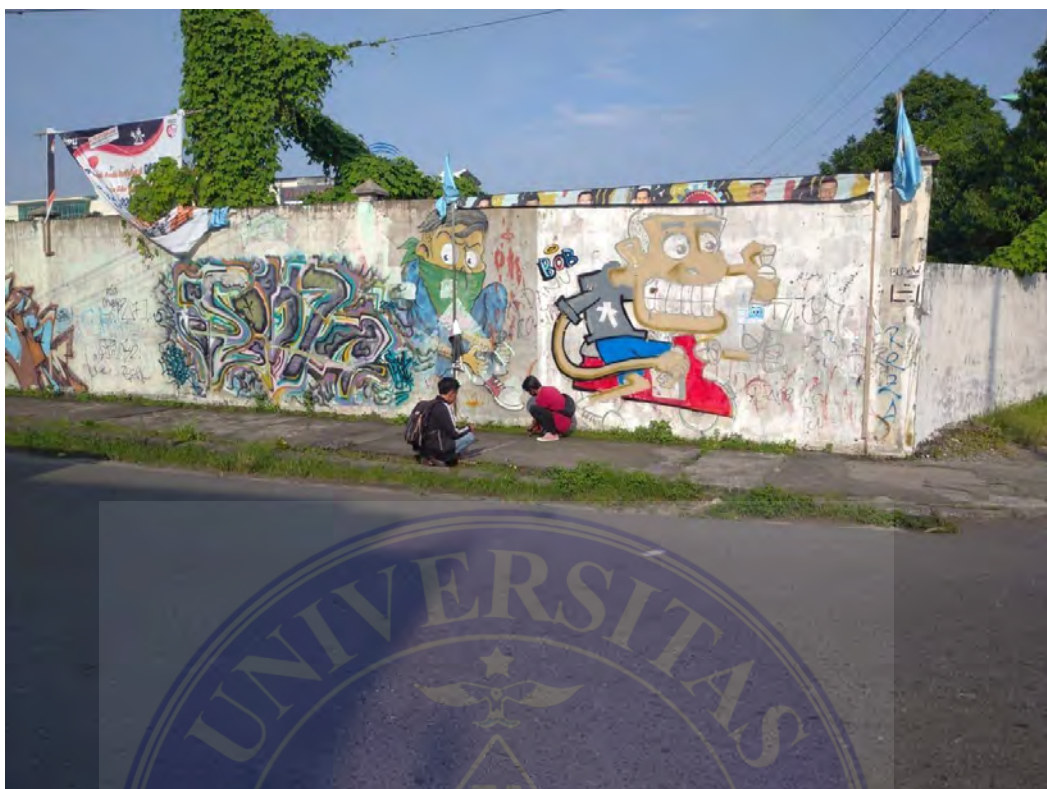
Gambar : Kondisi Lalulintas Jalan Gatot Subroto

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar : Pemantauan Simpang Jalan Iskandar Muda – Gatot Subroto

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar : Pengukuran Trotoar Jalan Iskandar Muda

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar : Kondisi Lalulintas Simpang Jalan Gatot Subroto – Iskandar Muda

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar :Pemantauan Jalan Gatot Subroto

Sumber : Hasil Penelitian



Gambar : Kondisi Lalulintas Jalan Gatot Subroto

Sumber : Hasil Penelitian