

**EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL
PADA SIMPANG JALAN GATOT SUBROTO – JALAN
T.B SIMATUPANG MEDAN**

SKRIPSI

OLEH :

SYAHILUN FAHRI TUMANGGER

14.811.0089



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MEDAN AREA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN
EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL
PADA SIMPANG JALAN GATOT SUBROTO – JALAN
T.B SIMATUPANG MEDAN

Diajukan untuk syarat dalam sidang sarjana

Universitas Medan Area

Oleh:

SYAHILUN FAHRI TUMANGGER

14 – 811- 0089

Disetujui Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Kamaluddin Lubis, MT)

(Mahliza Nasution, ST, MT)

Dekan

Kaprodi Teknik Sipil

(Dr. Hermansyah, S.Kom, M.Kom)

(Hermansyah, ST, 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 2022


Syahilun Fahri

(14.811.0089)



HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Medan Area, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama	: Syahilun Fahri Tumangger
NPM	: 148110089
Program Studi	: Teknik Sipil
Fakultas	: Teknik
Jenis karya	: Skripsi

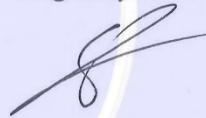
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Medan Area **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non Exclusive Royalty Free-Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : Evaluasi Kinerja Persimpangan Bersinyal Pada Simpang Jalan Gatot Subroto – Jalan T.B Simatupang Medan. Dengan hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Medan Area berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan 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 : 04 Juni 2026.

Yang menyatakan

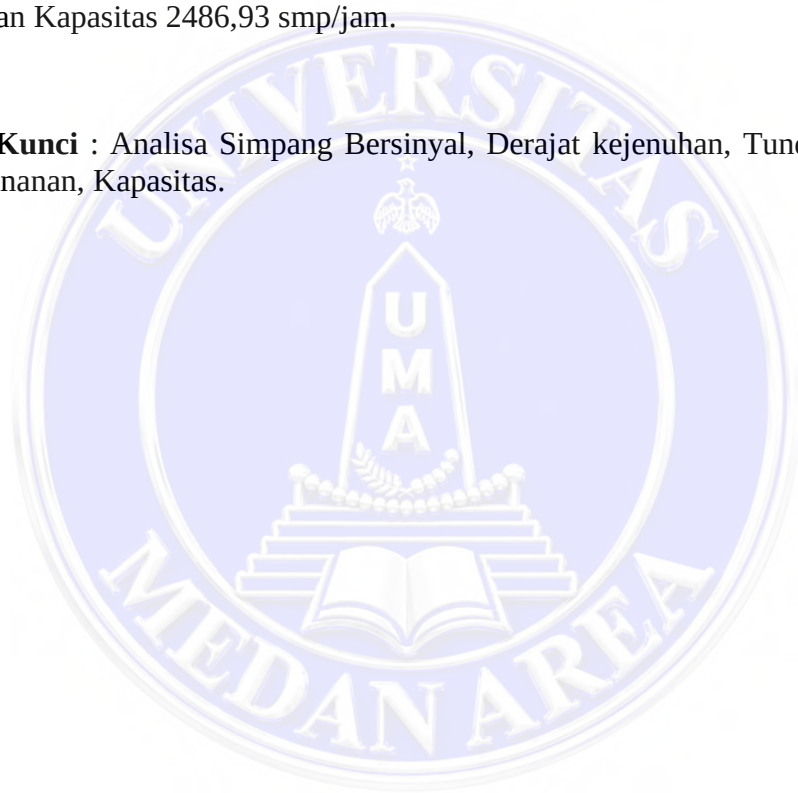


(Syahilun Fahri Tumangger)

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di Jl. Gatot Subroto - Jl. TB Simatupang Medan karena pada simpang tersebut merupakan simpang bersinyal. Sehubungan dengan hal itu maka perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis apakah penggunaan sinyal (traffic light) pada Jl. Gatot Subroto - Jl. TB Simatupang 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 kondisi lingkungan dan kapasitas volume lalu lintas. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah data jumlah penduduk Kota Medan. Berdasarkan hasil analisa data, maka didapatkan nilai derajat kejenuhan (DS) simpang sebesar 0,46 dan Kapasitas 2486,93 smp/jam.

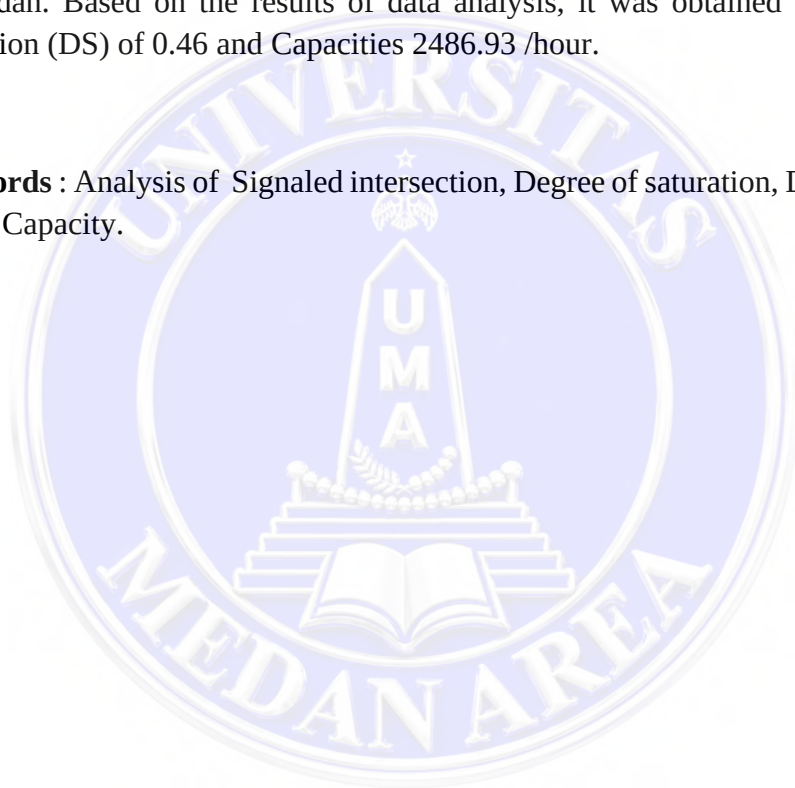
Kata Kunci : Analisa Simpang Bersinyal, Derajat kejenuhan, Tundaan, Tingkat Pelayanan, Kapasitas.



ABSTRACT

Research was conducted on Jl. Gatot Subroto - Jl. TB Simatupang Medan because at that road was signaled intersection. Therefore, it is necessary to do research using the 1997 Road Capacity Manual standard This study aims to analyze whether the use of signals (traffic light) on Jl. Gatot Subroto - Jl. TB Simatupang still has good performance at coping road traffic flows at that intersection. The calculation of the analysis and simulation applied in this study used the MKJI 1997 method. Primary data taken in the research is in the form of environmental conditions and traffic capacity. Meanwhile, the secondary data needed is the population data of the City of Medan. Based on the results of data analysis, it was obtained the degree of saturation (DS) of 0.46 and Capacities 2486.93 /hour.

Keywords : Analysis of Signaled intersection, Degree of saturation, Delay, Service Level, Capacity.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Allah SWT karna atas Rahmat-nya yang telah memberikan pengetahuan pengalaman kekuatan dan juga kesempatan kepada penulis sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.

Skripsi yang berjudul “EVALUASI KINERJA PERSIMPANGAN BERSINYAL PADA SIMPANG JALAN GATOT SUBROTO – JALAN T.B SIMATUPANG MEDAN” ini dimaksudkan adalah sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan program Strata satu (S1) Universitas Medan Area.

Dalam proses penulisan skripsi ini, penulis banyak menemukan kesulitan dan kendala yang sukar untuk dipecahkan, namun berkat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa bantuan material, dukungan, doa maupun informasi yang berhubungan dan berkaitan dengan penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih semua pihak yang telah ikut membantu dalam mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini

Penulisan menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Dadan Ramdan, M.eng, M.Sc sebagai Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Dr.Rahmad Syah, S.Kom, M.Kom selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Medan Area
3. Bapak Hermasyah ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Medan Area
4. Bapak Ir. Kamalludin Lubis, MT. selaku Dosen Pembimbing I
5. Ibu Mahliza Nasution, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II
6. Seluruh dosen dan juga sivitas akademik Fakultas Teknik Universitas Medan Area.
7. Orang tua saya dan Adik yang sangat saya cintai yang telah memberikan dukungan moril, semangat, doa serta dukungan materi.

8. Seluaruh keluarga besar saya yang selalu mendukung untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Karina Riska Kudadiri untuk doa, dukungan semangat dan dorongan yang uat untuk menyelesaikan skripsi.



DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	1
LEMBAR PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	3
1.2.1 Maksud.....	3
1.2.2 Tujuan	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Perumusan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	4

BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Umum.....	5
2.2 Persimpangan	6
2.2.1 Pengertian Persimpangan	6
2.2.2 Jenis - Jenis Persimpangan.....	7
2.3 Simpang Bersinyal	8
2.3.1. Karakteristik Sinyal Lalu Lintas	10
2.3.2. Efek dari Sinyal Lalu Lintas	16
2.3.3. Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas	16
2.3.4. Pengaturan Waktu Sinyal Lalu Lintas.....	19
2.3.5. Arus Lalu Lintas.....	20
2.4 Model Dasar	21
2.5 Perencanaan Geometrik Jalan	23
2.6 Titik Konflik pada Simpang.....	25
2.7 Perhitungan Simpang Bersinyal.....	26
2.7.1 Data masukan	26

2.7.2 Penentuan waktu sinyal.....	26
2.7.3 Kapasitas	31
2.7.4 Derajat kejenuhan.....	35
2.7.5 Panjang Antrian.....	36
2.7.6 Angka Henti	37
2.7.7 Tundaan.....	37
2.7.8 Level Of Service (LOS)	38
BAB III	40
METODOLOGI PENELITIAN.....	40
3.1 Umum.....	40
3.2 Tahap Penelitian.....	40
3.2.1 Tahapan Persiapan	40
3.3 Tahap Pengumpulan Data	41
3.3.1 Data Primer	41
3.3.2 Data Sekunder	41
3.4 Lokasi Survei	42
3.5 Pengolahan Data.....	42

3.5.1 Survei Pendahuluan.....	42
3.5.2 Persiapan Survei dan Penjelasan Kepada Pengamat.....	43
3.5.3 Alat Penelitian.....	43
3.5.4 Jadwal Penelitian.....	44
3.5.5 Pengumpulan Data Lapangan	44
3.6 Analisis Data	45
3.7 Kerangka Berpikir.....	47
BAB IV	48
ANALISA DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Data Masukan.....	48
4.1.1 Kondisi Geometrik dan Lingkungan Persimpangan	48
4.1.2 Data lingkungan dan Geometrik Jalan	49
4.1.3 Data Volume Lalu Lintas	50
4.2 Pengolahan Data.....	52
4.2.1 Lebar Efektif	52
4.2.2 Arus Jenuh Dasar (SO).....	53
4.2.3 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCS).....	54

4.2.4 Faktor Penyesuaian Kelandaian (FG)	54
4.2.5 Faktor Penyesuaian Parkir (FP)	54
4.2.6 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FSF)	55
4.2.7 Faktor Penyesuaian Belok Kanan (FRT)	55
4.2.8 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FLT).....	56
4.2.9 Arus Jenuh (S).....	56
4.2.10 Rasio Arus (FR)	58
4.2.11 Waktu Hilang (LTI)	59
4.2.12 Waktu Siklus Pra Penyesuaian (Cua).....	59
4.3 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan	59
4.3.1 Kapasitas	59
4.3.2 Derajat Kejenuhan.....	61
4.4 Pembahasan.....	62
BAB V.....	79
5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	80

DAFTAR PUSTAKA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap kota besar dihadapkan pada problem transportasi yang serius, antara lain adalah kemacetan dan tundaan pada ruas-ruas jalan terutama di persimpangan jalan. Seiring dengan perkembangan di kota Medan, maka arus transportasi juga semakin padat terutama pada persimpangan jalan. Kemacetan lalu lintas tersebut terjadi karena ruas jalan tersebut sudah mulai tidak mampu menerima/melewatkan luapan arus kendaraan yang datang secara lancar.

Fenomena kemacetan lalu lintas dipersimpangan pada saat-saat peak hour pasti akan kita jumpai di setiap persimpangan. Menurut Lili Anggraini, Hamzani, Zulfhazli (2015), faktor yang mempengaruhi tingkat pelayanan jalan adalah factor 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.

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).

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).

Oleh karena itu, berdasarkan latar belakang di atas penulis tertarik menganalisa kapasitas geometrik jalan pada persimpangan Jl. Gatot Subroto - Jl. T. B. Simatupang 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 mengevaluasi kinerja Jalan Gatot Subroto – Jalan T. B. Simatupang Medan.

1.2.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui pengaruh kinerja lalu lintas jalan terhadap adanya Area Traffic Control System dan rambu-rambu lalu lintas pada ruas Jl. Gatot Subroto – Jl. T. B. Simatupang Medan.

1.3 Batasan Masalah

Mengingat adanya keterbatasan waktu yang ada pada kami sebagai penulis.

Adapun batasan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Penelitian dilakukan di persimpangan Jl. Gatot Subroto – Jl. T. B. Simatupang Medan, Pengamatan dilakukan pada jam puncak pagi, siang, dan sore hari.
2. Waktu siklus lampu Traffic Control pada masing-masing ruas jalan tidak dihitung.

1.4 Perumusan Masalah

1. Apakah persimpangan Jl. Gatot Subroto – Jl. TB Simatupang dapat mengatasi kemacetan lalu lintas?

2. Bagaimanakah tingkat kinerja simpang tersebut setelah adanya Area Traffic Control System dengan menggunakan metode standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997?

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah:

1. Bagi penulis dapat memberikan pengetahuan dan wawasan yang bermanfaat tentang evaluasi kinerja persimpangan Jl. Gatot Subroto – Jl. T.B Simatupang Medan.
2. Bagi instansi dapat menjadi bahan masukan untuk menangani permasalahan kinerja simpang
3. Bagi akademisi dapat menjadi sebagai bahan kajian ilmu dan menambah referensi dalam dunia ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan evaluasi kinerja perimpangan bersinyal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

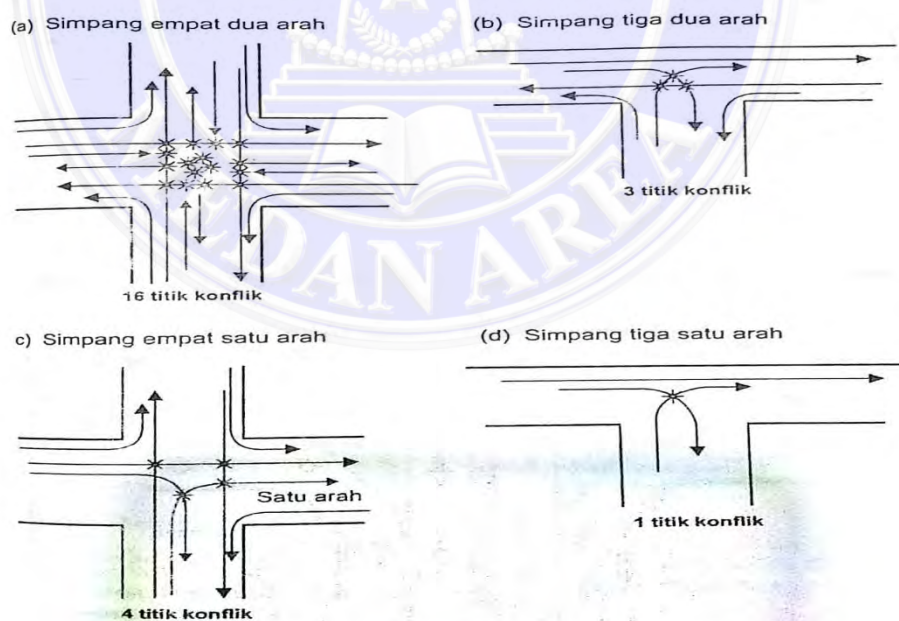
Suatu persimpangan jalan yang sebidang merupakan bagian yang sukar dan rumit dari suatu sistem jalan raya. Di sinilah terjadi sebagian besar pertemuan kendaraan dan pejalan kaki, yang selalu menyebabkan keterlambatan, kecelakaan dan kemacetan. Persimpangan sebidang (maksudnya terletak dalam satu daratan, 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.

2.2 Persimpangan

2.2.1. Pengertian 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, 2005). 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) 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.



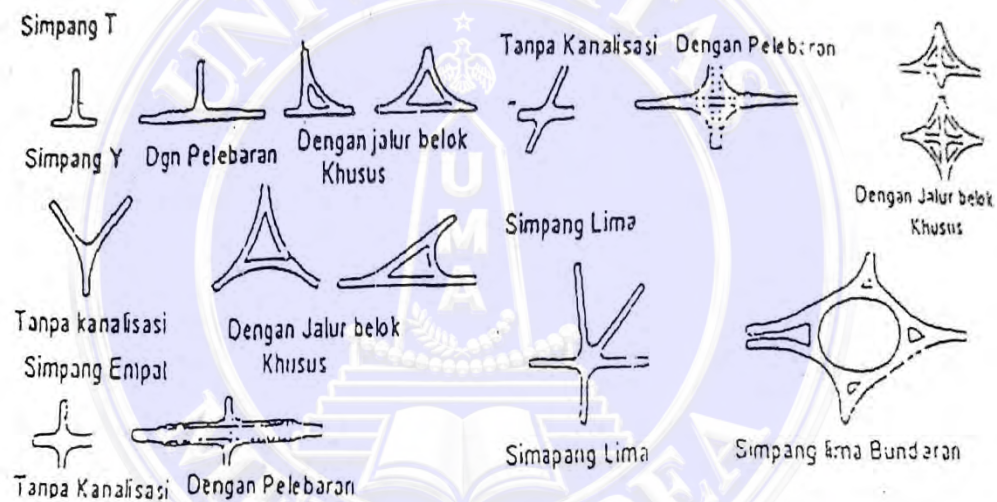
Gambar 2.1 Titik Konflik pada Simpang
Sumber : Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, 2002

2.2.2. Jenis-jenis Pengaturan Persimpangan

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

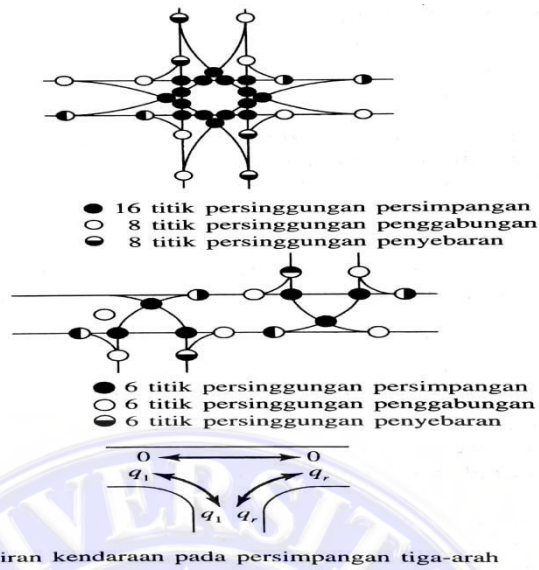
- a. Pengaturan simpang tanpa lampu lalu lintas, dan
- b. Pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas.

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).



Gambar 2.3 Aliran Kendaraan dan Laju Penggabungan, Penyebaran, dan Persimpangan (Salter, 1974)
Sumber : Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, 2003

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.

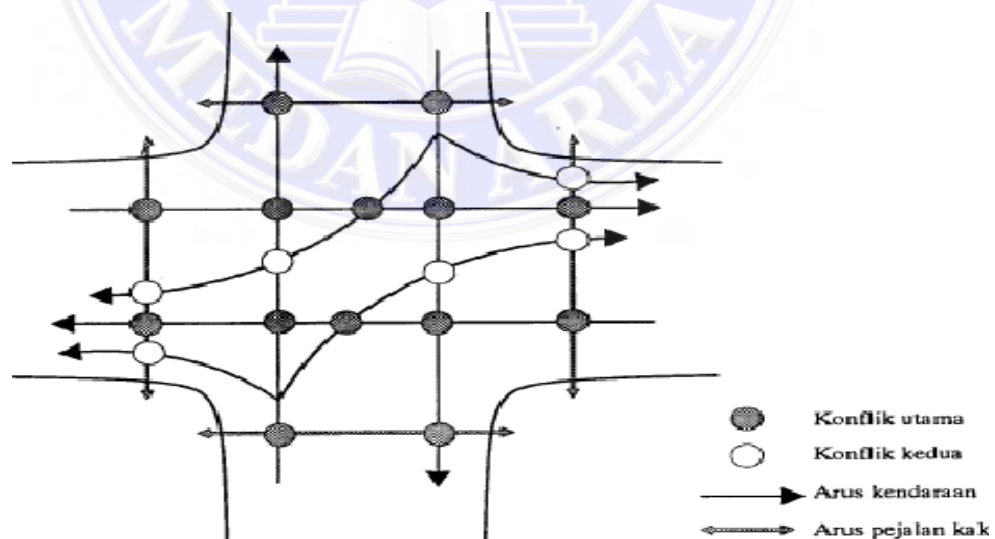
2.3 Simpang Bersinyal

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). Simpang bersinyal adalah dimana pemakai jalan dapat melewati simpang sesuai dengan pengoprasian 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 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. 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 mempertimbangkan simpang lain yang terdekat.
- b. Lampu lalu lintas terkoordinasi (*coordinated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana dalam perancangannya mempertimbangkan cakupan beberapa simpang yang terdapat pada suatu jalur/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.

Menurut MKJI 1997, dalam pengaturan dan pengoprasian 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 :

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

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

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

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

Tabel 2.2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau

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

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

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

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

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

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.

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

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).

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), 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

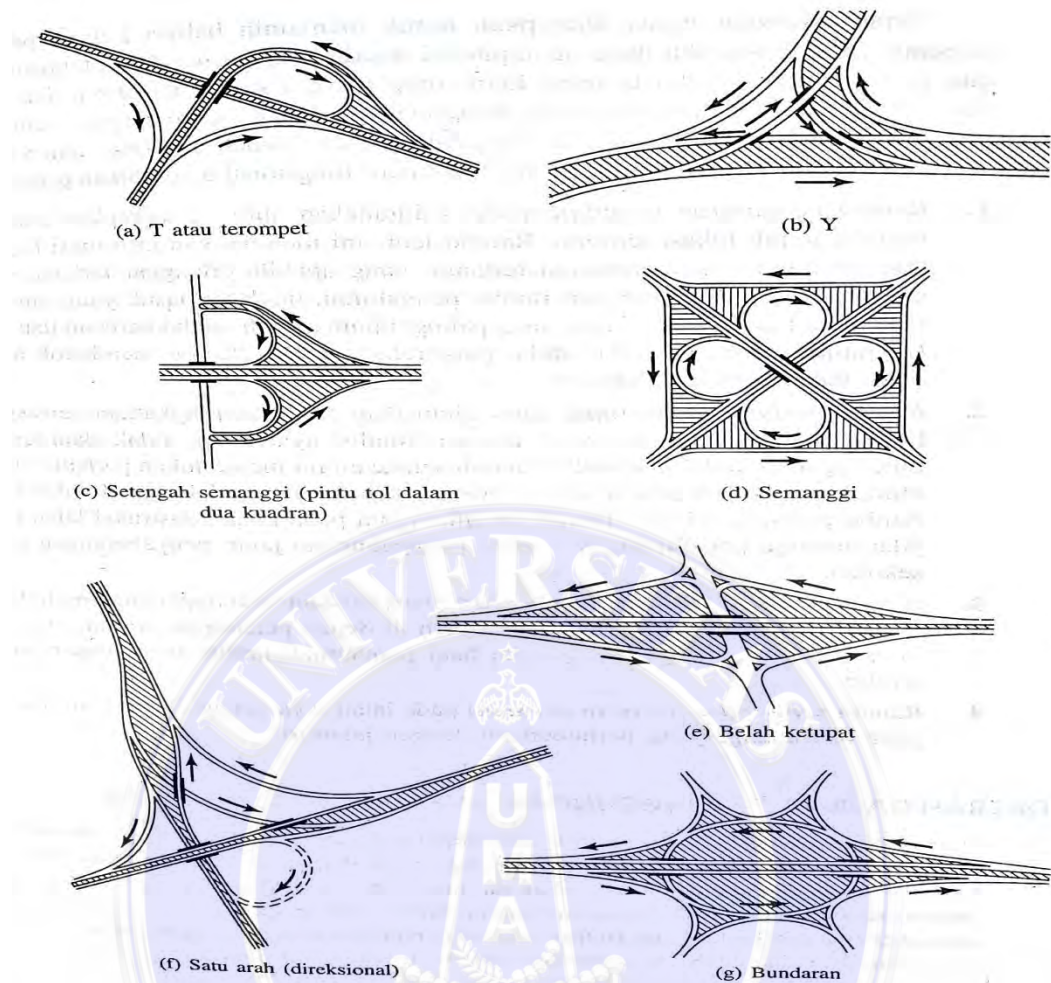
Peralatan pengendali lalu lintas meliputi rambu, penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu lintas. Sistem pengendalian sinyal lalu lintas terdiri dari peralatan-peralatan sebagai berikut :

- 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).

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), 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 ekuivalen kendaraan penumpang (emp) untuk masing-masing pendekatan terlindung dan terlawan.

Tabel 2.3 Tipe Pendekat

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

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI,1997

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

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

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

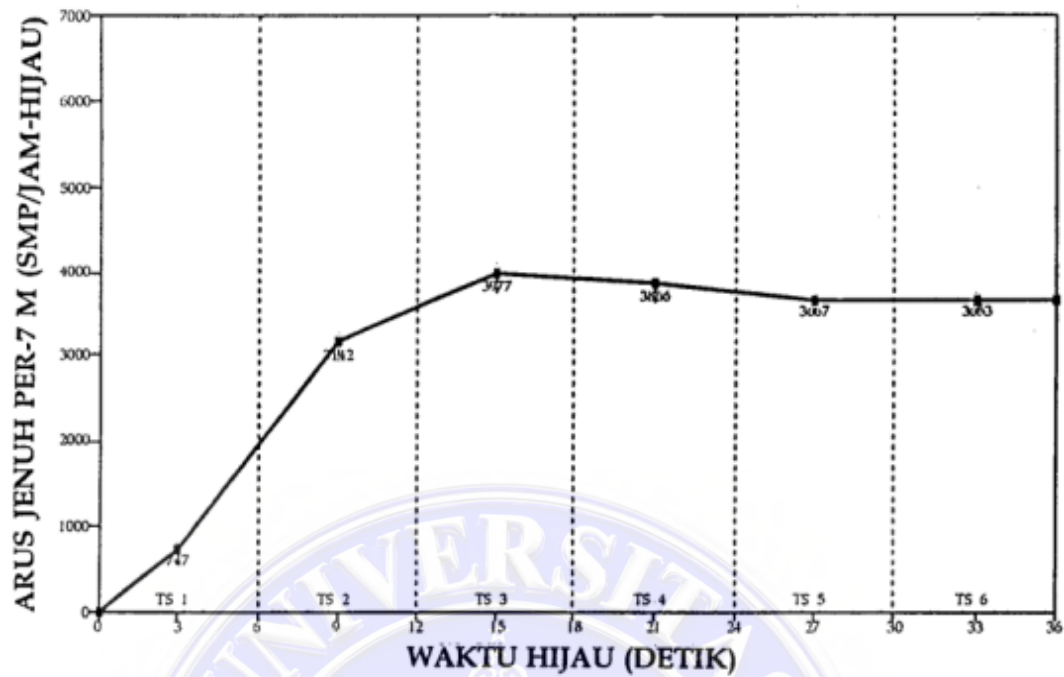
Untuk rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (QUM) kend/jam dengan arus kendaraan bermotor (QMV) kend/jam didapatkan dengan rumus berikut :

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

2.4 Model Dasar

Kapasitas pendekat simpang bersinyal dapat dinyatakan sebagai berikut :

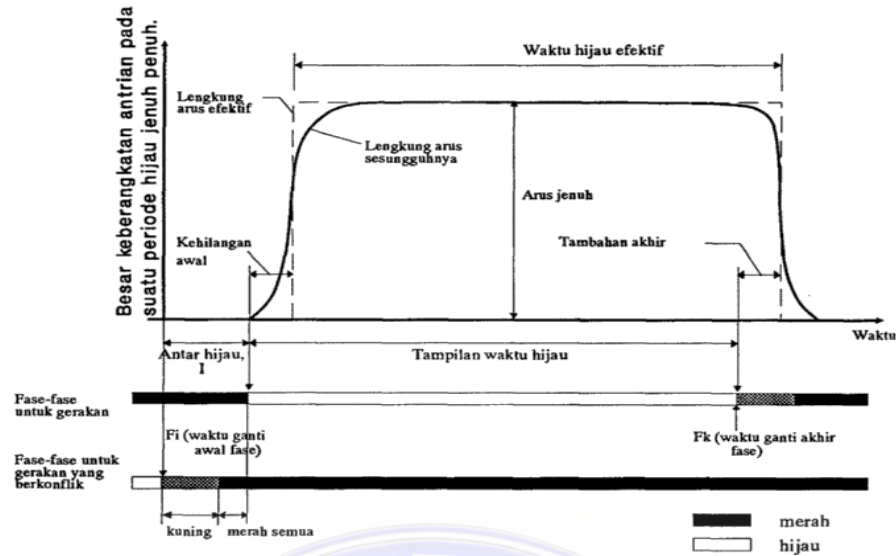
$$C = S \times g/c \dots\dots\dots(7)$$



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 ‘Tambahan 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 jenih 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 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 2.4 Penyesuaian Arus Lalu Lintas dengan Lebar Pendekat

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

Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

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

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

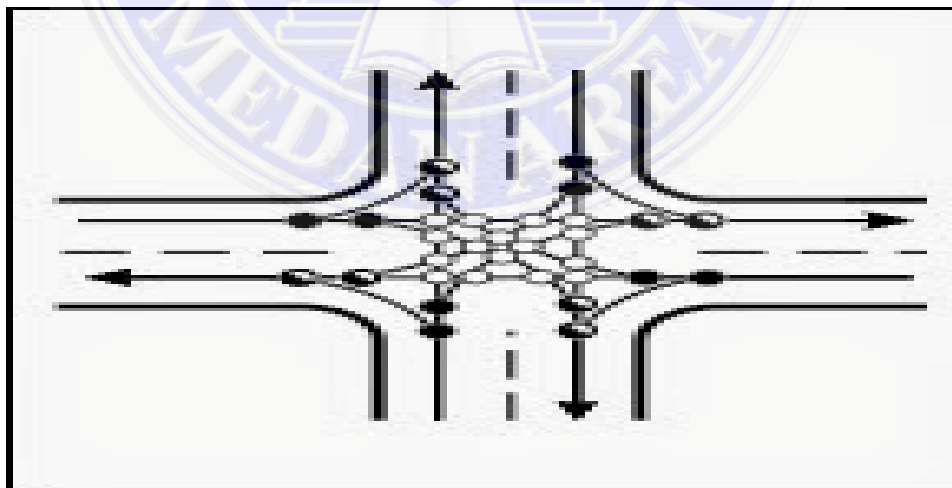
2.6 Titik Konflik pada Simpang

Keberadaan persimpangan pada suatu jaringan jalan, ditujukan agar kendaraan bermotor, pejalan kaki (pedestrian), dan kendaraan tidak bermotor dapat bergerak dalam arah yang berbeda dan pada waktu yang bersamaan.

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

- a. Konflik primer yaitu konflik yang terjadi antara arus lalu lintas yang 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 2.10

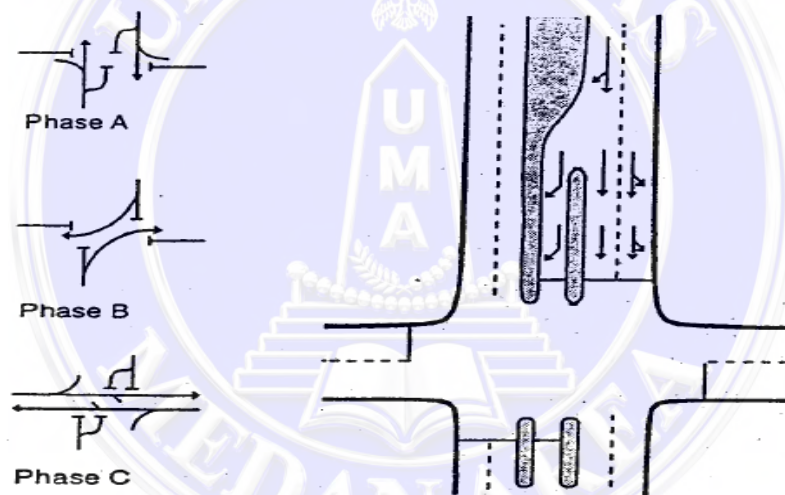


Gambar 2.10 Titik konflik pada simpang tiga lengan
Sumber : Federal Highway Administration, 2000

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 Simpang Untuk Masing-masing pendekat
Sumber : Simpang Bersinyal MKJI 1997

2.7.2 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 $W_e = W_A \times (1 + P_{LTOR}) - W_{TOR}$

Keterangan:

W_A : Lebar pendekat

W_{LTOR} : Lebar pendekat lengan belok kiri langsung

Untuk pendekat tipe P (Terlindung)

Jika $W_{keluar} < W_e \times (1 - P_{RT} - P_{LTOR})$

Keterangan:

P_{RT} : Rasio kendaraan belok kanan

P_{LTOR} : Rasio kendaraan belok kiri langsung.

3. Arus jenuh dasar (S_0)

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

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

Keterangan:

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

W_e = 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 (F_P) dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$F_P = \left[\left\{ \frac{LP}{3} - \{WA - 2\} \times \left\{ \frac{LP}{3} - g \right\} / WA \right\} / g \right] \dots \dots \dots (9)$$

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 (F_{SF}) pada perhitungan simpang bersinyal adalah fungsi dari jenis lingkungan jalan, tingkat hambatan samping dan rasio kendaraan tak bermotor.

e. Faktor penyesuaian arus belok kiri (F_{LT}) dan arus belok kanan (F_{RT}), Faktor penyesuaian untuk nilai arus jenuh dasar hanya pada pendekat tipe P (Terlindung) adalah sebagai berikut.

1. Faktor penyesuaian belok kanan (F_{RT})

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 lebih 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:

$$IFR = \sum (Fr_{crit})$$

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:

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

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 pendekat (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)

LT1 = 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 $FRCRIT / \Sigma (FRCRIT)$

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)

2.7.3 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).

2.7.4 Derajat kejenuhan

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

2.7.5 Panjang Antrian

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

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

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

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

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

Dimana :

NQ_1 : Jumlah smp yang tertinggal dari fase hijau sebelumnya

NQ_2 : Jumlah smp yang datang selama fase merah

GR : Rasio hijau

c : Waktu siklus (det)

C : Kapasitas (smp/jam)

Q : Arus lalu lintas pada pendekat tersebut

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

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

2.7.6 Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti berulang 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.

1.4.1 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 :

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

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

2.7.8 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 Lokasi penelitian

Metode penelitian merupakan cara ilmiah dalam 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 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

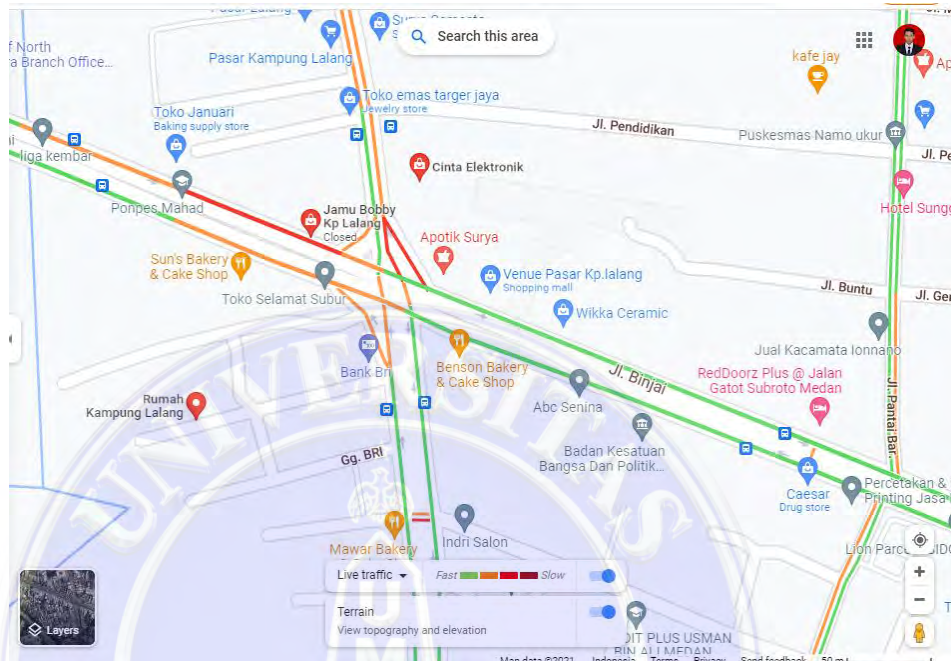
Data primer yaitu data yang diperoleh dari hasil survei secara langsung. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara survey langsung pada lokasi penelitian. Mencatat secara manual kendaraan yang melintas berdasarkan jenisnya. Data yang diperlukan sebagai bahan analisis simpang bersinyal meliputi:

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 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 pensusvei 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 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)

3.6 Analisis Data

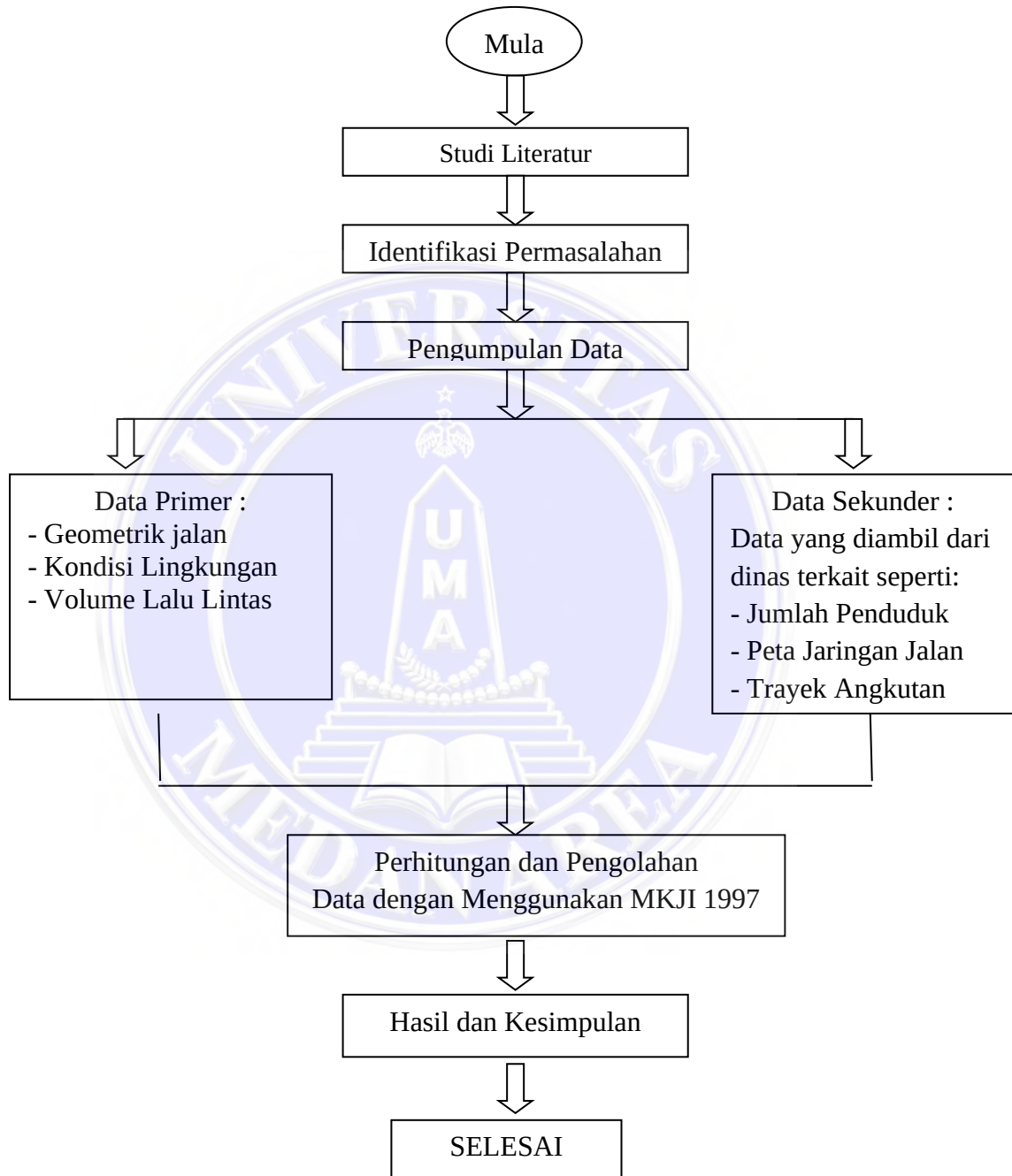
Data yang dikumpulkan akan diolah sesuai dengan keperluan analisis data yang terdapat pada MKJI sebagai perbandingan, antara lain :

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.



3.7 Kerangka Berpikir

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 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 Jl. Gatot Subroto-Jl. TB Simatupang pada hari Selasa (02/11/2021) pukul 17.00 – 18.00 WIB untuk masing-masing pendekatan utara, barat, selatan, dan timur adalah 837 smp/jam, 1584 smp/jam, 787 smp/jam, 2347 smp/jam. Data tersebut diambil pada pengambilan survey paling puncak selama survey 2 hari di lapangan.
2. Berdasarkan hasil perhitungan LHR (lalu lintas harian rata-rata) pada setiap persimpangan jalan, maka diperoleh kesimpulan bahwa :
 - Jl. Gatot Subroto merupakan Jalan kelas I dengan fungsi jalan sebagai Jalan Arteri.
 - Jl. T.B Simatupang merupakan Jalan kelas 1 dengan fungsi jalan sebagai Jalan Arteri.
 - Jl.Kelambir V merupakan Jalan kelas II dengan fungsi jalan sebagai Jalan Arteri/Kolektor.
 - Jl. Binjai merupakan Jalan kelas I dengan fungsi jalan sebagai Jalan Arteri.
3. Derajat kejenuhan yang terjadi di simpang Jl. Gatot Subroto-Jl. TB Simatupang pada hari Senin (02/11/2021) pukul 17.00 – 18.00 WIB untuk

pendekat utara, barat, adalah 0,60 untuk semua pendekat yang berarti > (0,39 tingkat pelayanan jalannya D). Data tersebut diambil pada pengambilan survey paling puncak selama survey 2 hari di lapangan.

5.2 Saran

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

1. Perlunya ada petugas untuk menertibkan kendaraan agar hambatan samping di setiap simpang semakin kecil
2. Perlunya rambu larangan untuk menaikan atau menurunkan penumpang 100 meter sebelum simpang agar tundaan di setiap lengan semakin kecil
3. 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.
- Anonimus, 1997. *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)*, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Fitts, Anthony, *Mobilitas Perkotaan dan Penerapan Area Traffic Control System di Surabaya*, Prakarsa Infrastruktur Indonesia, Jakarta, 2014
- Jurnal Amir Sanjaya, Eti Sulandari, Said basalim, *Perencanaan Traffic Light pada Simpang*, Jurusan Teknik Sipil, UNTAN.
- Jurnal Lili Anggraini, Hamzani, Zulfhazli, *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.
- K. Lubis, E. Hermanto, 2019, *Analisa Geometrik Jalan pada Daerah Perbukitan Sembah Sibolangit*, Medan
- M. Lubis, N.M Rangkuti, M.Ardan, 2019. *Evaluasi Geometrik Jalan pada Tikungan Laowomaru*, UMA, Medan
- Morlok, Edward K, 2005. *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 14, 2006, *Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas*, Menteri Perhubungan.
- RA, Bukhari dkk, 2007, *Rekayasa Lalu Lintas*, Fakultas Teknik Unsyiah, Banda Aceh.
- R. Warpani, Suwardjoko. 2012. *Pengelolaan Lalu-lintas dan Angkutan Jalan*, penerbit ITB, Bandung.
- Sukirman, Silvia, 2002, *Dasar-Dasar Perencanaan Geometrik Jalan*, Nova, Bandung.
- Tamin Z. Ofyar, 2008. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Penerbit ITB, Bandung.