

**KEMALIBAH KINERJA ALAT BEMBEKI ISYARAT LALU LINTAS
(BAPIL) PADA SUKSES J.L. ANAHANDA - J.L. DARUSSALAM
- J.L. HAYATI SURABAYA**

ITIKAD ASAS

Meningkatkan keselamatan dan kenyamanan di lingkungan jalan raya khususnya di lingkungan Kota Surabaya
melalui Program Bina Jalan (BAPIL) sebagai salah satu
kegiatan dari BINA JALAN, khususnya di Kota Surabaya

DUWAI

**KELOMPOK KERJA BINA JALAN
SURABAYA**

YANG BERHIMPUN MELAKUKAN PENYUSUNAN DAN PENYIAPAN DOKUMEN DAN TUGAS
KORPORASI BINA JALAN

KELOMPOK KERJA BINA JALAN



KELOMPOK KERJA BINA JALAN

Basim Prahara



KELOMPOK KERJA BINA JALAN

KELOMPOK KERJA BINA JALAN



KELOMPOK KERJA BINA JALAN

KELOMPOK KERJA BINA JALAN



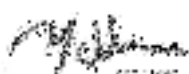
KELOMPOK KERJA BINA JALAN

Basim Prahara



KELOMPOK KERJA BINA JALAN

KELOMPOK KERJA BINA JALAN



KELOMPOK KERJA BINA JALAN

**KELOMPOK KERJA BINA JALAN
KORPORASI BINA JALAN
SURABAYA
SIA**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan pertumbuhan suatu kota yang sangat pesat dan pertumbuhan jumlah manusia, serta ruang lingkup kehidupan yang ditunjukkan dengan bertambahnya jumlah penduduk, kendaraan, penghasilan dan tenaga kerja. Oleh sebab itu permintaan akan transportasi umum juga bertambah, tingkat efisiensi dalam sektor lalu lintas dan angkutan jalan sangat dibutuhkan guna mencapai lalu lintas yang aman dan lancar, serta tertib.

Setiap kota-kota besar menghadapi masalah transportasi yang serius, antara lain adalah kemacetan serta tundaan pada setiap ruas-ruas jalan terkhusus pada persimpangan jalan. Sejalan dengan berkembangnya kota Medan, maka jumlah transportasi juga semakin banyak terkhususnya pada persimpangan jalan. Kemacetan lalu lintas ini terjadi karena disebabkan oleh ruas jalan tersebut sudah mulai tidak dapat lagi menerima atau menampung arus kendaraan yang datang secara lancar.

Peristiwa kemacetan lalu lintas pada persimpangan terutama pada saat-saat jam sibuk pasti akan kita temui disetiap persimpangan. Faktor yang mempunyai pengaruh pada tingkat pelayanan jalan sebagai berikut: faktor jalan seperti lebar lajur, bahu-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 (Lili Anggraini dkk, 2015). Salah satu bentuk evaluasi yang diperlukan untuk menanggulangi masalah kemacetan tersebut adalah dengan dilakukannya pengaturan/pengendalian pada persimpangan tersebut. Cara pengaturan/pengendalian persimpangan adalah suatu bentuk yang paling mudah dan paling ekonomis untuk menanggulangi masalah tersebut.

Menurut Ferli Febrian, (2014) dengan adanya penerapan operasional sinyal lampu dinamis sebagai alat pengatur pengendalian waktu siklus (*traffic light*), maka akan menambah kapasitas simpang untuk melayani kebutuhan lalu lintas terkhusus pada jam-jam sibuk, dan juga

menjadikan waktu perjalanan yang lebih pendek, penurunan tingkat resiko kecelakaan, serta memberikan keamanan serta kenyamanan yang lebih tinggi bagi pejalan kaki dan para pengguna jalan. Pengendalian lalu lintas ini meliputi penetapan kebijakan lalu lintas pada ruas jalan tertentu, berupa perintah, anjuran, serta larangan yang masing-masing mengandung konsekuensi hukum (Suwardjoko P. Warpani, 2002)

Persimpangan adalah daerah dimana dua atau lebih jalan bergabung atau berpotong (Hendarto,dkk 2001). Persimpangan dapat mempengaruhi kinerja jalan dalam melayani volume kendaraan dan volume pejalan kaki sebab “gangguan” terhadap lalu lintas sering terjadi pada persimpangan sehingga persimpangan harus dirancang sebaik mungkin, baik dari peraturan geometriknnya maupun dari pengaturan serta pengendalian *Traffic Light* sehingga aru-arus lalu lintas pada persimpangan tersebut dapat terkendali aman dan nyaman (Ningsih Farida Manalu 2011)

Oleh karenanya, berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan penulis tertarik menganalisa APILL pada simpang Gatot Subroto, 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 Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kinerja simpang pada Jl.Darussalam-Jl.Gatot Subroto–Jl.Ayahanda?
2. Apakah kinerja Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) eksisting sudah sesuai terhadap arus lalu lintas pada simpang Jl.Darussalam-Jl.Gatot Subroto–Jl.Ayahanda?

1.3 Tujuan penelitian

Berikut adalah tujuan dari penelitian ini:

1. Untuk mengetahui kinerja simpang pada Jl.Darussalam-Jl.Gatot Subroto–Jl. Ayahanda.
2. Untuk mengevaluasi kinerja Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL) pada simpang Jl.Darussalam-Jl.Gatot Subroto–Jl. Ayahanda.

1.4 Batasan Masalah

Berikut adalah batasan masalah pada penelitian ini:

1. Penelitian ini dilakukan pada Jl.Darussalam-Jl.Gatot Subroto–Jl. Ayahanda Kota Medan.
2. Pengumpulan data dilakukan selama 10 (sepuluh) hari pada *weekdays* dan *weekend*, *weekdays* dilakukan pada hari Senin-Selasa-Jumat dan *weekend* dilakukan pada hari Sabtu dan Minggu pukul 06.30-08.30 WIB dan 17.00-19.00 WIB.
3. Metode pengumpulan data dan pengelolaan data dipakai adalah Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997).
4. Hanya membahas tentang penerapan APILL (Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas) pada simpang Jl.Darussalam-Jl.Gatot Subroto-Jl.Ayahanda.

1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah manfaat penelitian ini:

1. Menambah pengetahuan tentang Alat Pemberi Isyarat Lalu Lintas (APILL).
2. Sebagai bahan masukan bagi pemerintah dalam mengevaluasi dan memberi solusi terhadap permasalahan yang terjadi pada simpang.
3. Dapat dijadikan sebagai informasi kepada peneliti dimasa yang akan datang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Suatu persimpangan jalan yang sebidang merupakan bagian yang sulit dan kompleks dari suatu sistem jalan. Disinilah sebagian besar pertemuan antara kendaraan dan pejalan kaki terjadi, yang pasti akan menyebabkan keterlambatan, kecelakaan, dan kemacetan. Persimpangan sebidang (yaitu pada satu daratan dan bukan pada persimpangan) dapat dikendalikan oleh lampu lalu lintas, persimpangan seperti itu disebut persimpangan berlampu-lalu lintas. Namun, persimpangan lalu lintas adalah bagian dari persimpangan sebidang disistem jalan mana pun. Hak jalan diperuntungkan bagi suatu ruas jalan dengan penggunaan rambu berhenti atau rambu pengatur kecepatan dipersimpangan tanpa lalu lintas Hermatinus Waruwu (2019).

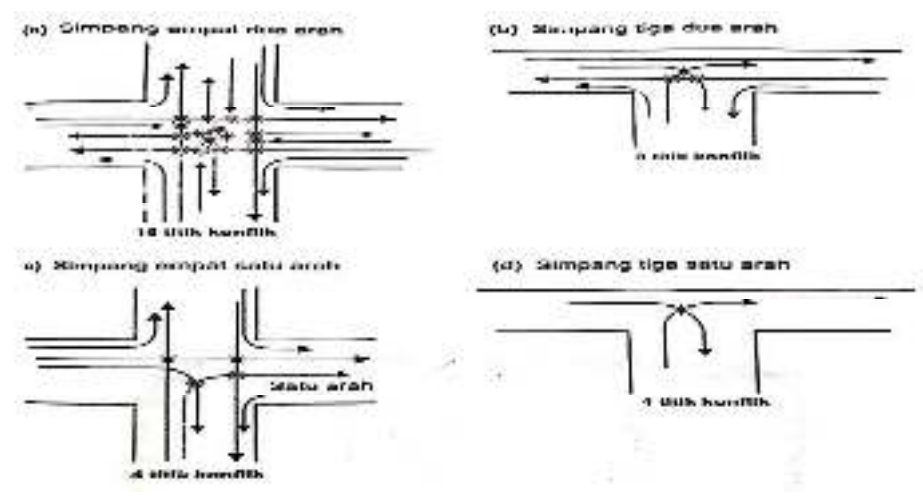
Secara umum, kapasitas suatu jalan raya bergantung pada karakteristik geometrik fasilitas dan komposisi arus lalu lintas yang menggunakan fasilitas tersebut. Oleh karena itu, kapasitas jalan raya relatif stabil. Misalnya, dalam hal persimpangan dengan lampu lalu lintas mengatur lalu lintas berbelok dengan rumus yang sama. Pada persimpangan dimana lalu lintas tidak dikendalikan oleh rambu berenti 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 tetap Hermatinus Waruwu (2019).

2.2 Persimpangan

2.2.1 Pengertian persimpangan

Persimpangan merupakan bagian terpenting dalam sistem jaringan jalan, dan secara umum kapasitas persimpangan dapat dikelola dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam sistem jaringan tersebut Alik Ansyori Alamsyah (2005). Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan akibat konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki. Oleh karena itu, menurut Suwardjoko R. Warpani (2002) upaya memperlancar arus lalu lintas dengan “menghilangkan” titik konflik tersebut, misalnya dengan membangun “pulau lalu lintas” atau bundaran, menerapkan “arus

lalu lintas searah”, menerapkan “larangan belok kanan” kini hanya ada empat titik konflik, dan dengan adanya simpang susun titik konflik secara teori ditiadakan.



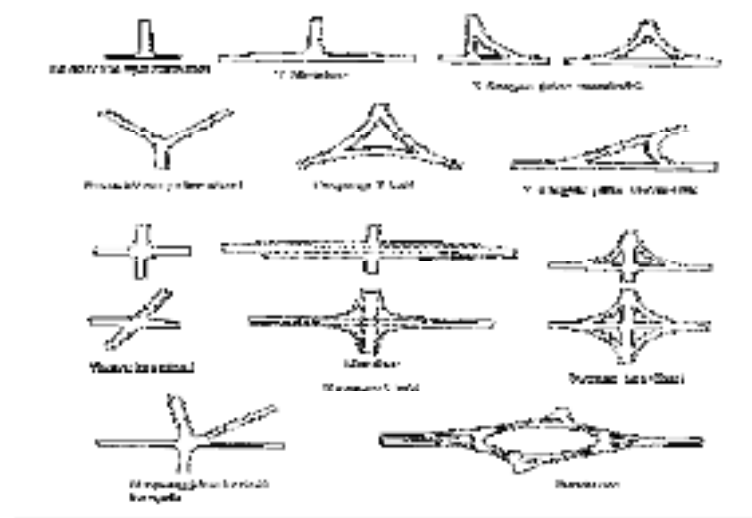
Gambar 2.1 Titik konflik pada simpang
(Sumber: *Pengelolaan Lalu-Lintas dan Angkutan Jalan*, 2002)

2.2.2 Jenis-jenis Pengaturan Persimpangan

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

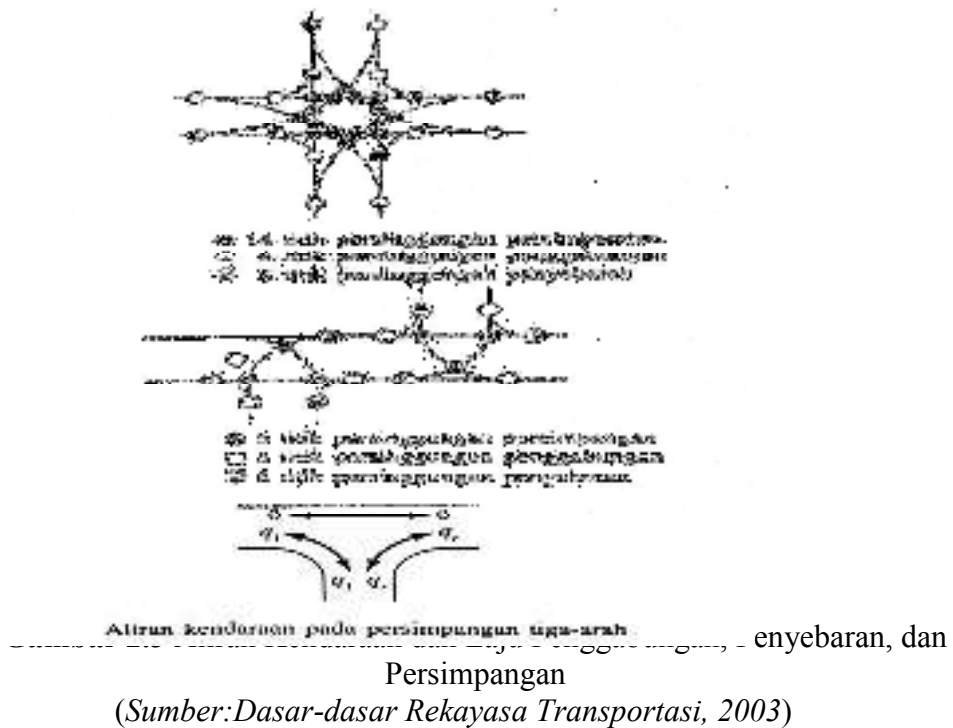
- a. Pengaturan simpang tanpa lampu lalu lintas, dan
- b. Pengaturan simpang dengan lampu lalu lintas.

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 Lalu-Lintas*, 2005)

Terdapat paling tidak enam cara utama untuk mengendalikan lalu lintas dipersimpangan, tergantung pada jenis persimpangan dan volume lalu-lintas pada tiap arus kendaraan. Berdasarkan urutan tingkat pengendalian, dari rendah ke tinggi, dipersimpangan, keenamnya adalah: tingkat kendali, kanalisasi, rambu pengatur kecepatan atau rambu berhenti, bundaran, dan lampu lalu-lintas (C. Jotin Khisty dan B. Kent Lall, 2005)



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

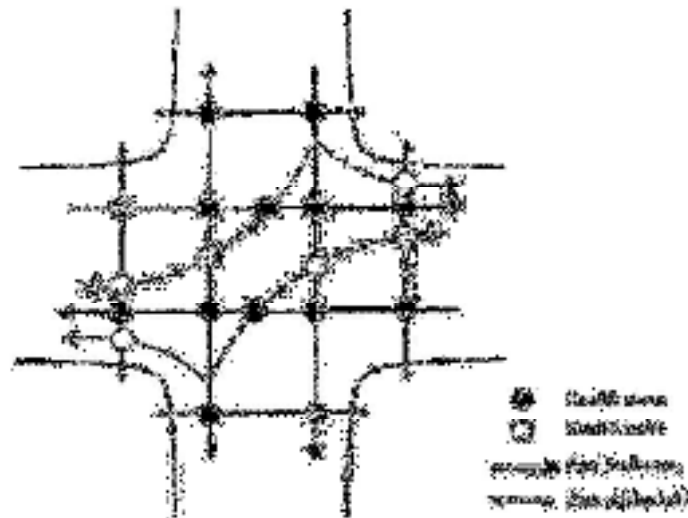
2.3 Simpang Bersinyal

Menurut MKJI 1997, persimpangan bersinyal adalah metode untuk menentukan waktu sinyal, kapasitas dan perilaku lalu lintas (tundaan, panjang antrian, dan rasio kendaraan terhenti) pada persimpangan dikawasan perkotaan dan semi perkotaan. Simpang bersinyal adalah dimana pengguna jalan dapat melewati simpang tersebut sesuai dengan pengoperasian sinyal lalu lintas,

jadi pengguna jalan hanya dapat melintasi pada saat sinyal lalu lintas digunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut (MKJI 1997)

- a. Untuk menghindari kemacetan dipersimpang akibat 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 angka kecelakaan lalu-lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

Penggunaan sinyal dengan lampu tiga warna pada *Traffic Light* (merah, kuning, hijau) dapat memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling berlawanan dalam 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 dipersimpang akibat konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi angka kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang berlawanan.

2.4 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas

Sinyal lalu lintas merupakan alat pengatur lalu lintas listrik pada persimpangan jalan yang mempunyai fungsi 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 lintas (Amir Sanjaya dkk 2016). Fungsi pemisah arus ini menjadi sangat penting karena menyatunya arus kendaraan terutama dalam volume yang cukup besar akan membahayakan kendaraan yang melewati simpang dan dapat mengganggu sistem lalu lintas dipersimpangan tersebut.

Pengendalian arus lalu lintas pada persimpangan pada dasarnya adalah untuk memungkinkan pergerakan kendaraan pada setiap kelompok kendaraan bergerak secara bergantian agar tidak mengganggu arus lalu lintas yang ada. Ada berbagai jenis pengendalian dengan menggunakan sinyal lampu lalu lintas dimana pertimbangan ini sangat tergantung pada situasi yang ada seperti volume lalu lintas dan geometrik simpang, Amir Sanjaya dkk (2016).

Berdasarkan berbagai jenis kontrol lampu lalu lintas di persimpangan dapat dikategorikan antara lain:

- a. Lampu lalu lintas terpisah (*isolated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas apabila dalam perencanaannya hanya didasarkan pertimbangan satu simpangan saja tanpa memperhitungkan simpang lain yang berdekatan.
- b. Lampu lalu lintas terkoodinasi (*coordinated traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana perancangannya memperhitungkan cakupan beberapa simpang yang terdapat pada suatu jalur/arah tertentu.

- c. Lampu lalu lintas jaringan (*networking traffic signal*): yaitu pengoperasian lampu lalu lintas dimana perancangannya memperhitungkan cakupan beberapa simpang dalam suatu jaringan jalan di suatu wilayah.

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

1. Fase sinyal, yaitu bagian dari siklus sinyal dimana lampu hijau dikhususkan bagi kombinasi pergerakan lalu lintas tertentu.
2. Waktu siklus, yaitu waktu untuk ukuran lengkap dari indikasi sinyal. Waktu siklus yang terlalu lama 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 melebihi batas yang direkomendasikan, 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	20-100
Pengaturan 4 fase	80-130

(Sumber: *Simpang Bersinyal MKJI, 1997*)

1. Waktu hijau (g), yaitu waktu nyala hijau dalam satu pendekat (detik). Waktu hijau dibedakan menjadi 2 macam yaitu:
 - a. Waktu hijau maksimum (*gmax*) adalah waktu hijau maksimal yang diijinkan dalam suatu fase untuk kendali lalu lintas aktuasi kendaraan (detik) dan,
 - b. Waktu hijau minimum (*gmin*) adalah waktu hijau minimum yang diperlukan (contoh: adanya penyebrangan pejalan kaki)

2. Rasio hijau (*green ratio*), yaitu perbandingan antara waktu hijau dengan waktu siklus dalam suatu pendekatan

$$GR = g/c$$

2.1

dimana:

GR = Rasio hijau

g = Waktu hijau (detik)

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

3. Waktu merah semua, yaitu waktu dimana sinyal merah menyala secara bersamaan dalam pendekatan-pendekatan yang dilayani oleh dua fase sinyal yaitu berurutan (detik)
4. Waktu hilang, yaitu jumlah semua periode antar hijau dalam siklus yang lengkap (detik). Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997) waktu antar hijau harus ditentukan dengan menggunakan metode yang tepat sehingga lamanya fase hijau dapat disesuaikan dengan lebar jalan yang dapat memungkinkan fase hijau efektif (tidak terlalu lama), dan
5. Waktu kuning, yaitu waktu dimana lampu kuning dinyalakan setelah hijau dalam suatu pendekatan.

Pertimbangan pengaturan sinyal lalu lintas menurut MKJI (1997), 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 penyebrangan pejalan kaki) pada umumnya simpang tersebut terisolir dan terdiri dari sebuah jalan kecil atau penyebrangan pejalan kaki dan berpotongan dengan jalan arteri. Dalam situasi ini sinyal jalan besar selalu hijau bila tidak ada kebutuhan dari jalan minor.
3. Pengaturan sinyal aktuasi penuh adalah model pengaturan yang paling efisien untuk simpang terisolir antara jalan dengan kepentingan dan kebutuhan lalu lintas yang sama atau hampir sama.
4. Pengaturan sinyal terkoordinasi umumnya diperlukan ketika jarak antara persimpangan bersinyal berdekatan kecil (kurang dari 200 m).

Untuk analisa operasional serta perencanaan dianjurkan untuk membentuk suatu perhitungan rinci waktu diantara hijau (IG) dan waktu hilang (LTI). Waktu antar hijau merupakan periode kuning + merah semua antara dua fase sinyal yang telah diurutkan (detik). Waktu hilang adalah hasil penjumlahan dari semua periode antar hijau dalam siklus (detik) MKJI (1997). Nilai normal waktu antar 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*)

Hasil dari perhitungan waktu merah semua yang dibutuhkan antar pengosongan pada ujung setiap fase harus memberikan waktu bagi kendaraan terakhir (melewati garis berhenti pada akhir sinyal kuning) pada titik yang sama. Oleh sebab itu, merah semua adalah fungsi dari kecepatan serta jarak dari kendaraan yang berangkat dan yang datang (dari garis henti hingga ke titik konflik) dan panjang dari kendaraan yang berangkat, Manual Kapasitas Jalan Indonesia (1997).

Titik-titik konflik pada masing-masing fase merupakan titik yang memiliki waktu merah semua (i) terbesar dapat dilihat pada persamaan dibawah:

$$MERAHSEMUA(i) = \frac{(L_{EV} + I_{EV})}{V_{EV}} - \frac{L_{AV}}{V_{AV}} \quad 2.2$$

Dengan:

L_{EV} , L_{AV} : Jarak dari garis berhenti ke titik konflik masing-masing pada kendaraan yang berangkat dan yang datang (m).

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

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

Perhitungan jumlah waktu hilang (LTI), didapat setelah ditetapkan periode merah semua pada masing-masing akhir fase. Waktu hilang pada simpang juga dapat dihitung sebagai jumlah dari waktu antar hijau seperti dibawah ini:

$$LTI = \Sigma (\text{MERAHSEMUA} + \text{KUNING}) I = \Sigma I/G_i \quad 2.3$$

Lama waktu kuning pada sinyal lalu lintas pada perkotaan di Indonesia durasinya adalah 3,0 detik MKJI (1997).

Lampu lalu lintas dapat dioperasionalkan dalam beberapa bentuk, tetapi tiga teknik yang paling sering digunakan adalah sistem simultan, sistem alternatif, dan sistem progresif fleksibel (C.Jotin Khisty dan B.Kent Lall, 2003).

2.4.1 Efek dari sinyal Lalu Lintas

MKJI (1997), penetapan sinyal lampu lalu lintas dari simpang diharapkan dapat memberikan dampak sebagai berikut:

- a. Naiknya tingkat keselamatan lalu lintas
- b. Fasilitas maksimal kepada penyebrang pejalan kaki.
- c. Meningkatnya jumlah dari simpang antara dua jalan yang sibus.
- d. Pengaturan distribusi dari kapasitas dari berbagi arah arus lalu lintas atau kategori arus lalu lintas (kendaraan umum, bis, dan lain-lain).

Menurut Alamsyah (2005), perencanaan yang tidak baik atau kurangnya pemeliharaan pada sinyal lampu lalu lintas dapat menimbulkan dampak:

- a. Meningkatnya jumlah kecelakaan lalu lintas.
- b. Menimbulkan tundaan.
- c. Penerobasan sinyal.
- d. Kemacetan pada jalur alternatif

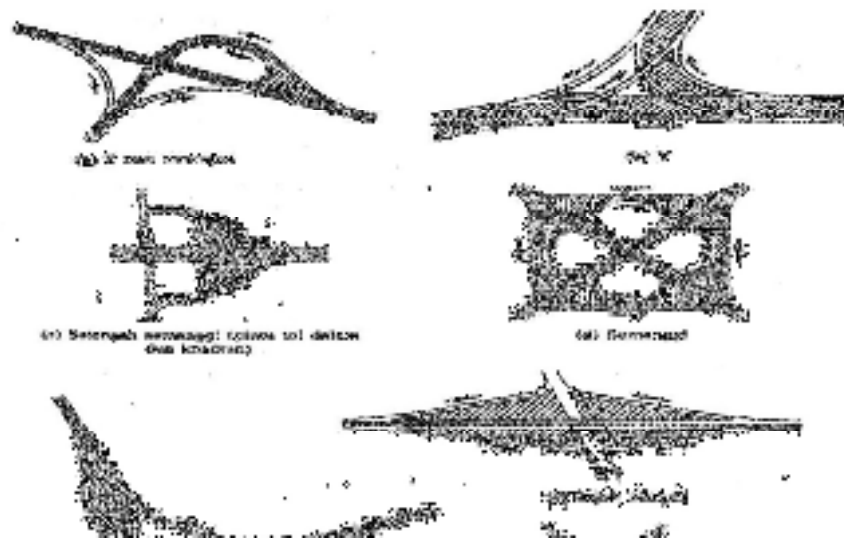
2.4.2 Peralatan Sistem Sinyal Lalu Lintas

Peralatan guna pengaturan lalu lintas diantaranya rambu, penghalang yang dapat dipindahkan, dan lampu lalu lintas, Manual Kapasitas Jalan Indonesia, (1997). Sistem pengendalian pada sinyal lalu lintas terdapat peralatan-peralatan yaitu:

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

Semua alat tersebut dapat dioperasikan secara terpisah atau digabungkan bila perlu. Kesemuanya adalah alat utama pengaturan, peringatan, atau pemanduan lalu lintas, disemua jalan dan jalan raya. Alat pengendalian lalu lintas dapat berguna menjamin keamanan dan keefesienan pada persimpangan dengan cara memisahkan aliran kendaraan yang saling bersinggung pada waktu yang tepat (C.J Khisty dan B.K Lall, 2003)

Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD) (FHWA, 2000) menetapkan prinsip-prinsip yang membuat design dan penggunaan alat pengendali lalu lintas untuk seluruh jalan dan jalan raya yang ditujukan untuk umum, terlepas dari klasifikasi atau instansi pemerintah yang mempunyai kewenangan. Secara khusus, rambu lalu lintas dan marka jalan memiliki tujuan berikut ini: peraturan lalu lintas (misalnya batas kecepatan), larangan memutar balik, memberi peringatan kepada pengguna jalan mengenai kondisi jalan, serta memandu lalu lintas agar tetap pada jalur yang benar untuk mencapai tujuan memenuhi rambu dan marka jalan.



Gambar 2.5 Jenis-jenis *Interchange*
(Sumber : *Dasar-dasar Rekayasa Transportasi, 2003*)

Maksud serta tujuan ini berlaku pada semua alat pengendali, mencakup lampu lalu lintas, marka jalan dan kanalisasi, C.J Khisty dan B.K Lall (2003), biasanya, agar maksimal alat pengendali harus memenuhi spesifikasi dasar berikut:

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

2.4.3 Pengaturan Waktu Sinyal Lalu Lintas

Menurut Warpani (2002) 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 kemasing-masing *phase*.

Menurut Warpani (2002), alat pemberi isyarat lalu lintas berguna untuk mengatur lalu lintas kendaraan serta pejalan. Alat ini terdiri dari 3 lampu:

1. Lampu tiga warna, berguna untuk mengatur kendaraan
2. Lampu dua warna, guna mengatur kendaraan atau pejalan kaki
3. Lampu satu warna, guna memberi peringatan bahaya kepada pengguna jalan.

(a) Lampu tiga warna



Banyaknya lampu dan penempatannya dibuat sedemikian rupa sehingga mudah dilihat

Gambar 2.6 Lampu Lalu Lintas

(Sumber: Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan, 2002)

Lampu pemberi isyarat sebagian menempel pada kendaraan, sebagian lagi menjadi perlengkapan jalan (lampu kedip). Lampu isyarat yang menempel pada kendaraan contohnya: lampu rem, lampu isyarat membelok lampu/lampu dim. Lampu isyarat ini jadi regulasi teknis minimal pada semua kendaraan yang dinyatakan layak jalan. Isyarat yang dijadikan perlengkapan jalan, misalnya: lampu kedip (kerlap-kerlip) memiliki warna kuning atau merah, cahaya warna kuning atau merah yang berasal dari lempengan pantul, Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan (2002), prinsip-prinsip dasar yang digunakan untuk pengaturan waktu dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Tidak memiliki arus lalu lintas yang diwajibkan menunggu pada lampu merah jika dapat melewati persimpangan tanpa memberikan gangguan arus lalu lintas lainnya.
2. Pelepasan lalu lintas ketika lampu hijau dilakukan seefisien mungkin (pada tingkat arus jenuh) dalam usaha menciptakan sekecil-kecilnya tundaan yang mungkin arus lalu lintas yang menerima arus lalu lintas.

2.4.4 Arus Lalu Lintas

Pada MKJI (1997), perhitungan jumlah arus lalu lintas digunakan persatuan jam untuk satu periode atau lebih, misalnya didasarkan pada situasi arus lalu lintas rencana jam puncak pada pagi hari, dan sore. Arus lalu lintas (Q) pada setiap gerakan (belok kiri (QLT), lurus (QST) dan belok kanan (QRT) diubahkan dari kendaraan per jam menjadi satuan penumpang (smp) per jam dengan memakai equivalen kendaraan penumpang (emp) pada setiap masing-masing pendekat 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*)

Pada masing-masing pendekat rasio kendaraan yang belok kiri (PLT) dan rasio kendaraan yang belok kanan (PRT) diketahui dari rumus berikut:

$$P_{LT} = \frac{LT \left(\frac{sm}{jam}\right)}{Total \left(\frac{sm}{jam}\right)} \quad 2.4$$

$$P_{RT} = \frac{RT \left(\frac{sm}{jam}\right)}{Total \left(\frac{sm}{jam}\right)} \quad 2.5$$

Pada rasio kendaraan tak bermotor dengan membagi arus kendaraan tak bermotor (Q_{UM}) kendaraan/jam dengan arus kendaraan bermotor (Q_M) kend/jam didapatkan dengan rumus.

$$P_{UM} = Q_{UM}/Q_M \quad 2.6$$

Keterangan:

P_{UM} : Rasio kendaraan tak bermotor.

Q_{UM} : Arus kendaraan tak bermotor.

Q_M : Arus kendaraan bermotor.

2.5 Perencanaan Geometrik Jalan

MKJI (1997), dalam perencanaan geometrik jalan terdapat beberapa parameter yaitu sebagai berikut:

a. Kendaraan Rencana

Kendaraan rencana adalah kendaraan yang merupakan perwakilan dari kelompoknya, dipakai untuk merencanakan bagian-bagian dari jalan. Untuk perencanaan geometrik

jalan, ukuran pada lebar rencana dapat mempengaruhi lebar daripada lajur yang dibutuhkan.

b. Kecepatan

Kecepatan adalah besaran yang memberitahu jarak yang dilalui kendaraan dibagi waktu tempuh. Biasanya dalam bentuk km/jam. Kecepatan rencana adalah kecepatan yang digunakan guna keperluan perencanaan pada bagian jalan raya seperti tikungan, kemiringan jalan, jarak pandang dan sebagainya.

Berdasarkan MKJI 1997, besar lebar pendekat sewajarnya harus disesuaikan dengan ketidakseimbangan dalam rasio arus antara jalan yang berpotongan dan pendekat-pendekatnya. Untuk analisa pada simpang bersinyal pada tingkat perencanaan dan perancangan maka lebar pendekat dapat dilihat pada Tabel 2.4.

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
Arus Lalu Lintas Yang Masuk ke Simpang (smp/jam)	Lebar Pendekat Rata-Rata (m)
4000-5000	10 (Lebar belok Kanan terpisah)
> 5000	Rencana lebih besar

(Sumber : *Simpang Bersinyal MKJI 1997*)

Menurut MKJI (1997) tipikal jalan dapat memberitahu perilaku berbeda pada pembebanan lalu lintas tertentu, tipe jalan dapat dilihat dengan tipe potongan melintang jalan berdasarkan jumlah lajur dan arah suatu segmen jalan, tipe jalan dapat dikategorikan sebagai berikut:

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

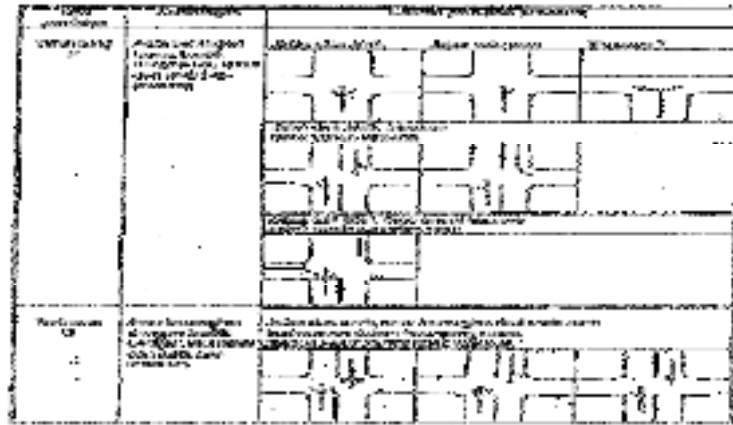
2.6 Perhitungan Simpang Bersinyal

2.6.1 Penentuan Waktu Sinyal

Menurut MKJI (1997) untuk menetapkan waktu sinyal dapat diperoleh dengan 5 pendekatan sebagai berikut:

1. Tipe pendekat (*approach*)

Pendekat adalah daerah dari satu lengan persimpangan jalan untuk kendaraan berhenti sebelum keluar melewati garis. Apabila gerakan lalu-lintas kekiri atau kekanan terpisahkan oleh pulau lalu lintas, sebuah lengan persimpangan jalan dapat memiliki dua pendekat yaitu pendekat terlindung (P) atau terlawan (O).



Gambar 2.7 Penentuan Tipe Pendekat
(Sumber: MKJI 1997)

2. Lebar pendekat efektif

Lebar efektif yaitu lebar daripada bagian pendekat yang diperkeras, yang dipakai dalam perhitungan kapasitas, yaitu dengan pertimbangan terhadap W_A , W_{masuk} dan W_{keluar} dan Gerakan lalu lintas yang membelok.

Untuk pendekat tipe O (Terlawan).

Jika $W_{L_{TOR}} > 2.0$ meter, maka $W_e = W_{TOR}$

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

Keterangan

W_A : Lebar pendekat lengan belok kiri langsung untuk pendekat tipe P (Terlindung) Jika $W_{keluar} < W_e (1 - P_{RT} - P_{L_{TOR}})$.

Keterangan

P_{RT} : Jumlah kendaraan belok kanan.

$P_{L_{TOR}}$: Jumlah kendaraan belok kiri langsung.

3. Arus jenuh dasar (So)

Arus jenuh dasar merupakan besarnya keberangkatan pada antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau). Untuk pendekat tipe P (arus terlindung),

$$So = 600 \times We \text{ smp/jam} \quad 2.7$$

Keterangan

So = Arus jenuh dasar (smp/jam).

We = Lebar jalan efektif (m).

4. Faktor penyesuaian Arus Jenuh

a. Faktor penyesuaian ukuran kota (Fcs)

Didapat 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	0,84
<0,1	0,82

(Sumber: *Simpang Bersinyal MKJI 1997*)

b. Faktor penyesuaian kelandaian (FG).

c. Faktor penyesuaian parkir (FP) dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$FP = \left[\frac{LP/3 - \{WA - 2\} \times \{LP/3 - g\}}{WA} \right] / g \quad 2.8$$

Dengan,

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

WA : Waktu hijau pada pendekat (nilai normal 26 detik).

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

Lingkungan jalan	Hambatan samping	Tipe fase	Rasio kendaraan tak bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	≥ 0,25
Komersial (COB4)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindungi	0,93	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindungi	0,94	0,92	0,89	0,88	0,86	0,82
	Rendah	Terlawan	0,95	0,90	0,86	0,81	0,76	0,72
		Terlindungi	0,95	0,93	0,90	0,89	0,87	0,83
Permukiman (RES)	Tinggi	Terlawan	0,96	0,91	0,86	0,81	0,78	0,72
		Terlindungi	0,96	0,94	0,92	0,90	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,93	0,87	0,83	0,79	0,73
		Terlindungi	0,97	0,95	0,93	0,90	0,87	0,85
	Rendah	Terlawan	0,98	0,93	0,88	0,83	0,80	0,74
		Terlindungi	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbatas (RA)	Tinggi/sedang	Terlawan	1,0	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
	/rendah	Terlindungi	1,0	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

Gambar 2.8 Faktor Penyesuaian Hambatan Samping
(Sumber : MKJI 1997)

- e. Faktor penyesuaian arus belok kiri (FLT) dan arus belok kenak (FRT), faktor disesuaikan untuk nilai arus jenuh dasar digunakan pada pendekatan tipe P (Terlindungi) adalah sebagai berikut:

1. Faktor penyesuaian belok kanan (FRT)

Faktor penyesuaian belok kanan (FRT) digunakan untuk fungsi dari rasio kendaraan belok kanan (FRT). Pertemuan jalan untuk tipe P (Terlindungi), tanpa median dan jalan dua arah dengan lebar efektif didapatkan lebar masuk dapat digunakan persamaan dibawah ini.

$$FRT=1 + PRT \times 0,26 \quad 2.9$$

2. Faktor penyesuaian belok kiri (FLT)

Faktor penyesuaian belok kiri (PLT) terhadap pendekatan terlindungi (pendekatan tipe P) tanpa adanya belok kiri langsung (LTOR) dan lebar efektif didapatkan oleh lebar masuk dapat digunakan dengan persamaan dibawah ini:

$$FLT=1- PLT \times 0,16 \quad 2.10$$

$$5. S = S_0 \times F_{cs} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT} \quad 2.11$$

6. Rasio arus/rasio arus jenuh

Rasio arus simpang adalah jumlah dari rasio arus kritis terhadap semua fase sinyal yang berurutan dalam suatu siklus. Rasio arus (FR) masing-masing pendekatan didapatkan dengan persamaan dibawah ini:

$$FR=Q/S \quad 2.12$$

Keterangan

FR = Rasio Arus.

Q = Arus lalu lintas (smp/jam).

S = Arus jenuh (smp/jam hijau).

Untuk rasio arus Simpang (IFR) didapat dengan Persamaan dibawah ini:

$$IFR = \Sigma (Frcrit)$$

Keterangan

IFR = Rasio arus simpang.

FRcrit = Rasio arus kritis.

Hitung rasio Fase (IFR) Masing-masing fase sebagai rasio antara FRCRIT dan IFR.

Untuk arus kritis didapat dengan Persamaan:

$$PR = FRcrit / IFR \quad 2.13$$

Keterangan

PR = Rasio fase

FRcrit = Rasio arus kritis

IFR = Rasio arus simpang

7. Waktu siklus dan waktu hijau

Waktu siklus merupakan 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.

$$Cua = (1,5 \times LTI + 5) / (1 - IFR) \quad 2.14$$

Keterangan

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian sinyal (det).

LTI = Waktu hilang total pada siklus (det).

IFR = Jumlah arus simpang (FRCRIT).

Menghitung waktu hijau untuk pada setiap fase yaitu menggunakan rumus dibawah ini

$$gi = (Cua - LTI) \times Pri \quad 2.15$$

Keterangan

gi = Tampilan waktu hijau pada fase I (det).

Cua = Waktu siklus sebelum penyesuaian (det).

LTI = Waktu hilang total per siklus.

$PRI = \text{Rasio fase } FRCRIT / \Sigma (FRCRIT).$

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

$$c = \Sigma g + LTI \quad 2.16$$

Keterangan

c = Waktu siklus (det).

Σg = Total Waktu hijau (det).

LTI = Waktu siklus (det).

2.6.2 Kapasitas

Menurut MKJI (1997) kapasitas adalah jumlah maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu titik tertentu di jalan dalam satuan waktu, yang dibagi dalam beberapa kategori:

1. Kapasitas Simpang

Kapasitas adalah arus lalu lintas maksimum yang masuk ke simpang yang dapat dipertahankan selama waktu paling sedikit satu jam dalam kondisi cuaca dan Geometrik yang ada pada saat itu dalam satuan kend/jam atau smp/jam, MKJI 1997.

2. Kapasitas Jalan

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

MKJI 1997, 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 2.6.

Tabel 2.6 Kapasitas Dasar Tergantung Tipe Jalan dan Jumlah Lajur

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

(Sumber : *Simpang bersinyal MKJI 1997*)

b. Kapasitas Rencana (*Design Capacity*)

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku tanpa mengakibatkan kemacetan, keterlambatan, dan bahaya yang masih dalam batas-batas yang diinginkan.

c. Kapasitas yang mungkin (*Possible capacity*)

Merupakan jumlah kendaraan atau orang maksimum yang dapat melintasi suatu penampang jalan tertentu selama satu jam pada kondisi jalan dan lalu lintas yang sedang berlaku (pada saat itu) kapasitas yang mungkin harus lebih kecil dari kapasitas rencana. Faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas jalan adalah kondisi fisik dan operasi, lingkungan, karakteristik lingkungan, tolak ukur pengendalian.

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.

$$C = S \times g/c \qquad 2.17$$

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).

2.6.3 Derajat kejenuhan

Menurut MKJI (1997) derajat kejenuhan adalah rasio arus terhadap kapasitas jalan. Biasanya digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu segmen jalan dan simpang. Berdasarkan MKJI (1997), jika analisis DS dilakukan untuk analisa tingkat kinerja, maka volume lalu lintasnya dinyatakan dalam emp.

MKJI (1997), berdasarkan definisi derajat kejenuhan, maka persamaan untuk mencari besarnya kejenuhan adalah berikut:

$$DS = Q_{smp} / C \quad 2.18$$

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

DS = Derajat kejenuhan.

C = Kapasitas jalan (smp/jam).

Berdasarkan MKJI (1997) 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*). Berdasarkan MKJI (1997), apabila nilai derajat kejenuhan sudah melebihi (1) berarti kondisi jalan tersebut sudah jenuh.

2.6.4 Panjang Antrian

Menurut MKJI (1997), 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).

$$NQ = NQ_1 + NQ_2 \quad 2.19$$

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

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

Dimana

NQ_1 = jumlah smp yang tertinggal dari fase sebelumnya.

NQ_2 = jumlah smp yang datang selama fase merah.

GR = rasio hijau.

c = waktu siklus (det).

- C = kapasitas (smp/jam).
 Q = arus lalu lintas pada pendekat tersebut.

Panjang antrian (QL) diperoleh dari perkalian (NQ) dengan luas rata-rata yang dipergunakan per smp (20 m^2) dan pembagian dengan lebar masuk.

$$QL = NQ_{\text{Max}} \times 20 / W_{\text{masuk}} \quad 2.20$$

2.6.5 Angka Henti

Angka henti (NS), yaitu jumlah berhenti rata-rata per-kendaraan (termasuk berhenti terulang dalam antrian) sebelu melewati suatu simpang MKJI (1997), dihitung sebagai:

$$NS = 0,9 \times \frac{nq}{Q_{xc}} \times 3600 \quad 2.21$$

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

2.6.6 Tundaan

MKJI (1997), 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:

$$D_j = DT_j + DG_j \quad 2.22$$

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 suatu pendekat j (det/smp).

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

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1-GR)^2}{(1-GRXDS)} + \frac{NQ1 \times 3600}{c} \quad 2.23$$

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

$$DG = (1 - Psv) \times PT \times 6 + (Psv \times 4) \quad 2.24$$

Dimana

Psv = Rasio kendaraan terhenti pada suatu pendekat.

Pt = Rasio kendaraan membelok pada suatu pendekat.

2.7 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu adalah salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Berdasarkan penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis.

Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Tabel 2.7 penelitian terdahulu

No	Sumber	Tujuan Penelitian	Kesimpulan
1.	Samuel, (2019)	a. Menghitung kinerja simpang bersinyal pada kondisi eksisting. b. Mengevaluasi penerapan ATCS pada kinerja simpang bersinyal serta perubahan yang perlu dilakukan untuk meningkatkan kinerja simpang bersinyal.	Penerapan <i>Area Traffic Control System (ATCS)</i> belum memberikan dampak pada hasil derajat kejenuhan (DS) persimpangan = 0,96, dan tundaan rata-rata persimpangan = 97,1 det/sm. <i>ATCS</i> belum berfungsi sebagaimana yang diharapkan dapat mengurangi tundaan pada persimpangan.
2.	Leonardo Sihotang, (2020)	Untuk mengetahui efektifitas penerapan <i>Area Traffic Control System</i> terhadap kinerja kapasitas Jalan, derajat kejenuhan dan simulasi waktu siklus lampu lalu lintas	Dari hasil penelitian yang telah dilakukan bahwasannya penerapan <i>Area Traffic Control System</i> pada Simpang Jalan Bambu sudah efektif dalam mengatasi kinerja kapasitas jalan, derajat kejenuhan dan simulasi waktu siklus lampu lalu lintas pada ruas jalan di simpang Jl. Bambu medan

No	Sumber	Tujuan Penelitian	Kesimpulan
3.	Irfansur Ilham, (2022)	<p>a. Mengetahui volume lalu lintas, antrian kendaraan, waktu tunda dan kejenuhan dari alternatif-alternatif yang diberikan pada simpang Tugu Adipura.</p> <p>b. Memberikan solusi yang tepat untuk meningkatkan efisiensi operasional simpang Tugu Adipura.</p>	<p>Berdasarkan perhitungan persimpangan bersinyal untuk kondisi eksisting diketahui bahwa simpang Tugu Adipura di Kota Payakumbuh termasuk persimpangan dengan kode simpang 324 dimana mempunyai 3 lengan simpang, 2 lajur jalan simpang (minor) dan 4 lajur jalan utama (mayor). Kapasitas jalan (C)=4106 smp/jam, Derajat kejenuhan (DS)=0,24<0,6 simpang tersebut arus lalu lintasnya lancar, tundaan total semua simpang (Dtot)=4,66 dtk/smp dan peluang antrian tertinggi yaitu 13,61%</p>

(Sumber: Hasil analisis, 2024)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

3.2 Tahap Penelitian

3.2.1 Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan merupakan rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengelolaan 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 dilapangan. 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 survei langsung pada lokasi penelitian. Manfaat 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.

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 langsung kepada dinas/kantor terkait.

3.4 Lokasi Survei

Adapun lokasi penulis dalam melakukan penelitian berlokasi pada simpang 4 Jl. Gatot Subroto-Jl. Ayahanda-Jl. Darussalam, kota Medan



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian
(Sumber: Google maps, 2024)

3.5 Pengelolaan Data

3.5.1 Survei Pendahuluan

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

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan pada survei ini adalah:

- a. Penempatan titik pada lokasi survei yang memudahkan pengamat.
- b. Penentuan arah lalu lintas dan jenis kendaraan yang disurvei.
- c. Membiasakan para surveyor dalam menggunakan alat yang akan digunakan pada melakukan survei.
- 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 efektifitas pada formulir yang digunakan, mengumpulkan sejumlah pengamat, pemberian informasi kepada pengamat tentang kegiatan yang akan dilakukan dan cara-cara mengisi formulir, menentukan survei dan periode pengamatan, mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan untuk penelitian.

3.5.3 Alat Penelitian

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

- a. Formulir survei
- b. Alat tulis.
- c. *Stopwatch*.
- d. *Roll meter* (alat ukur).
- e. Jam.

3.5.4 Jadwal Penelitian

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

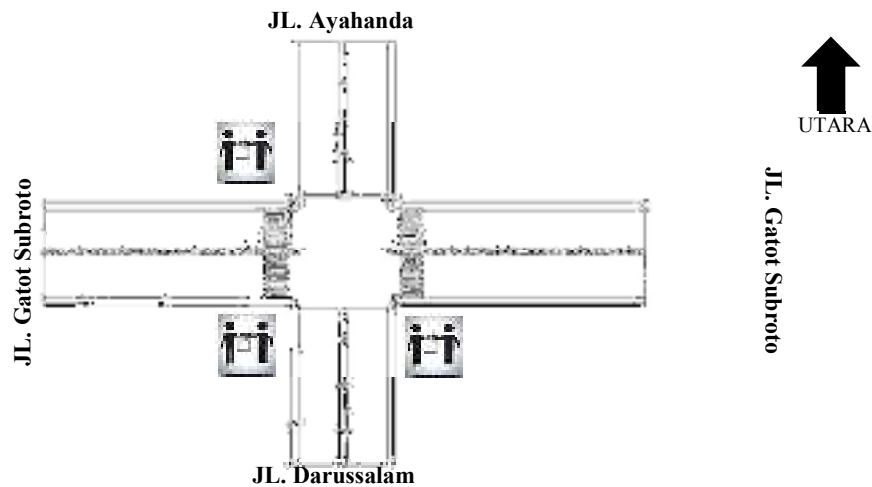
3.5.5 Pengumpulan Data Lapangan

Untuk memperoleh tujuan 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 geometrick, 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 berupa laporan penelitian, laporan sensus, peta, dan foto.

- a. Pengamatan geometrik simpang dan pengukuran geometrik simpang dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 1. Mencatat jumlah jalur 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, lebar keluar.
- b. Pengamatan kondisi lingkungan adalah dengan menentukan simpang tersebut sebagai lahan komersial, pemukiman, atau daerah dengan akses terbatas.
- c. Penentuan fase sinyal dilakukan dengan cara sebagai berikut:
 1. Mencatat lamanya waktu menyala tiap fase dengan alat pencatat.
 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. Survey 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:

- a. Sepeda motor / *Motorcycle* (MC).
 - b. Kendaraan ringan / *Light Vehicle* (LV).
 - c. Kendaraan berat / *Heavy Vehicle* (HV).
- e. Tugas masing – masing surveyor



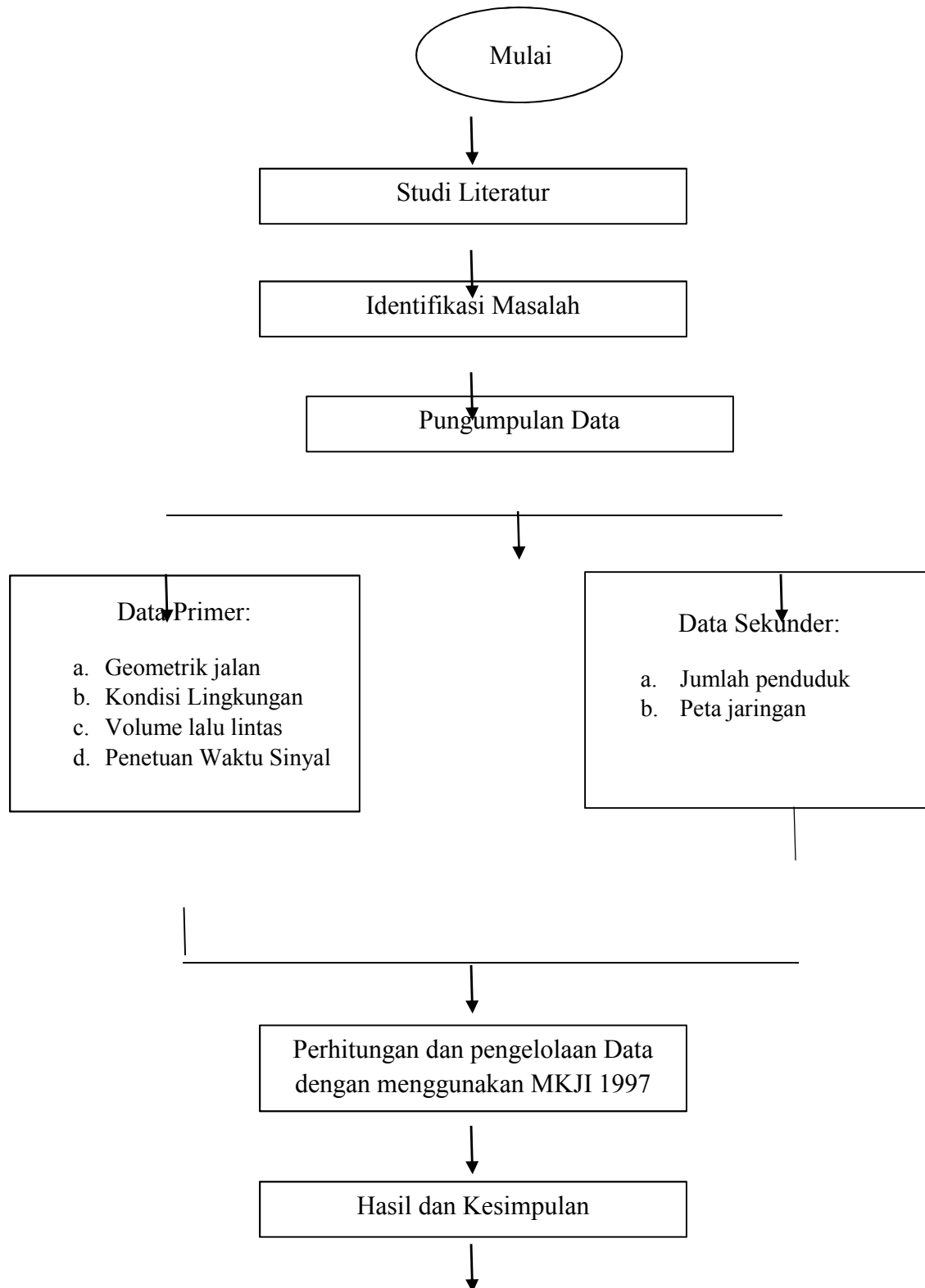
Gambar 3.2 Posisi Surveyor
(Sumber: Hasil Data Penelitian, 2024)

- a. Surveyor 1 : Menghitung volume kendaraan pada lengan Utara (arah lurus dan belok kiri).
- b. Surveyor 2 : Menghitung volume kendaraan pada lengan Timur (arah lurus dan belok kiri).
- c. Surveyor 3 : Menghitung volume kendaraan pada lengan Selatan (arah lurus dan belok kiri).
- d. Surveyor 4 : Menghitung volume kendaraan pada lengan Barat (arah lurus dan belok kiri).
- e. Surveyor 5 : Menghitung volume kendaraan pada lengan Utara dan lengan Barat (arah belok kanan).

- f. Surveyor 6 : Menghitung volume kendaraan pada lengan selatan dan lengan timur (arah belok kanan).

3.6 Bagan Alur Penelitian

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





Gambar 3.3 Bagan Alir Penelitian