

**ANALISA PANJANG ANTRIAN DENGAN TUNDAAN PADA  
SIMPANG BERSINYAL DI JL. GUNUNG KRAKATAU  
JL. BILAL – JL. BILAL UJUNG  
(STUDI KASUS)**

**TUGAS AKHIR**

*Ditujukan untuk melengkapi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1)  
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas HKBP Nommensen Medan*

Disusun Oleh :

**BERKAT SYUKUR ZAI**  
**20310031**

Telah diuji dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 23 September 2024 dan dinyatakan telah lulus sidang sarjana

Disahkan Oleh :

Dosen Pembimbing I



Nurvita Insani M. Simanjuntak, ST., MSc.

Dosen Pembimbing II



Ir. Partahi Lumbangaol, M.Eng., Sc

Dosen Penguji I



Humisar Pasaribu, ST., MT

Dosen Penguji II

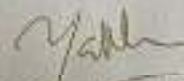


Bartholomeus, ST., MT

Ketua Program Studi



Dr. Trihang Pangaribuan, MT



Ir. Yetty Riris Saragi, ST., MT., IPU., ACPE

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34, 2006). Jalan sebagai bagian sistem transportasi nasional mempunyai peranan penting terutama dalam mendukung bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan dan dikembangkan melalui pendekatan pengembangan wilayah agar tercapai keseimbangan dan pemerataan pembangunan antar daerah, membentuk dan mengukuhkan kesatuan nasional, serta membentuk struktur ruang dalam rangka mewujudkan sasaran Pembangunan nasional.

Jalan raya adalah jalur-jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran dan jenis konstruksinya sehingga dapat digunakan untuk menyalurkan lalu lintas orang, hewan dan kendaraan yang mengangkut barang dari suatu tempat ke tempat lainnya dengan mudah dan cepat (Charkson, 1999).

Dengan perkembangan serta kemajuan teknologi di Indonesia, tentunya mengakibatkan semakin meningkatnya kebutuhan akan transportasi yang dipergunakan untuk membantu kegiatan masyarakat di Kota Medan. Dalam meningkatnya jumlah transportasi di Kota Medan akan menimbulkan kepadatan dan panjang antrian di persimpangan jalan yang menjadi penghambat berjalannya kegiatan - kegiatan masyarakat di Kota Medan.

Persimpangan ialah bagian yang sangat penting dalam sistem jaringan jalan dimana merupakan sebuah titik pertemuan dua buah atau lebih ruas jalan. Hal yang sering kita temui di persimpangan jalan adalah kemacetan. Kemacetan yang sangat panjang merupakan salah satu permasalahan lalu lintas yang terjadi di persimpangan Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung.

Dalam mengatasi masalah panjang antrian dan tundaan yang terjadi di persimpangan Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung, maka penulis melakukan penelitian di persimpangan jalan bersinyal tersebut.

### **Rumusan Masalah**

1. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi panjang antrian di simpang bersinyal (Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung)?

2. Berapa nilai panjang antrian dengan tundaan disimpang bersinyal (Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung)?

### **Tujuan Penelitian**

1. Untuk mengetahui faktor apa yang mempengaruhi panjang antrian dengan tundaan di simpang bersinyal (Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung).
2. Untuk mengetahui nilai panjang antrian dan mengetahui hubungan antara panjang antrian dengan tundaan yang diperoleh dari di persimpangan (Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung).

### **Batasan Penelitian**

Supaya penelitian ini dapat berfokus pada rumusan masalah pada tempat penelitian, maka dibuat batasan-batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan pada simpang bersinyal Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal - Jl. Bilal Ujung.
2. Waktu perhitungan data diambil pada jam puncak padat kendaraan yaitu pagi dan sore hari. Dengan menggunakan waktu survei yang sudah ditentukan pada hari *weekdays* dihari Senin, Rabu, Jumat dan *Weekend* dihari Sabtu. Juga dengan ketentuan waktu yg dilaksanakan pada pagi dan sore yang dimana pagi dijam 07.00 – 09.00 WIB, dan sore di jam 17.00 - 19.00 WIB.
3. Data yang diambil yaitu volume lalu lintas dan geometrik jalan. Metode pengumpulan data dan pengolahan data dilakukan dengan menggunakan standar Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997).
4. Arus lalu lintas yang dihitung pada persimpangan dengan cara manual mewakili: kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), kendaraan bermotor (MC).

### **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat memberikan pemahaman tentang kinerja simpang bersinyal yang terjadi di Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung.
2. Sebagai alat mengamplifikasikan ilmu yang telah diperoleh di perguruan tinggi dan menambah pengetahuan serta kepustakaan dalam jalan yang berhubungan dengan Analisa Panjang antrian dengan tundaan di simpang Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung.

3. Menambah pemahaman yang lebih mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi panjang antrian dengan tundaan di persimpangan di Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **Persimpangan**

Persimpangan jalan adalah suatu daerah umum dimana dua atau lebih ruas jalan saling bertemu atau berpotong yang mencakup fasilitas jalur jalan dan tepi jalan, dimana lalu lintas dapat bergerak di dalamnya (Hariyanto, 2004).

Menurut Departemen Perhubungan Direktorat Jenderal Perhubungan Darat (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 34, 2006), persimpangan adalah simpul pada jaringan jalan di mana jalan-jalan bertemu dan lintas kendaraan kendaraan berpotongan. Lalu lintas pada masing masing kaki persimpangan bergerak secara bersama-sama dengan lalu lintas lainnya. Persimpangan-persimpangan merupakan faktor-faktor yang paling penting dalam menentukan kapasitas dan waktu perjalanan pada suatu jaringan jalan, khususnya di daerah-daerah perkotaan.

Persimpangan adalah bagian terpenting dari system jaringan jalan, yang secara umum kapasitas persimpangan dapat dikontrol dengan mengendalikan volume lalu lintas dalam system jaringan tersebut (Alamsyah, 2018). Persimpangan merupakan tempat yang rawan terhadap kecelakaan karena terjadinya konflik antara kendaraan dengan kendaraan lainnya, ataupun kendaraan dengan pejalan kaki.

#### **Jenis-jenis Simpang**

Secara umum simpang terbagi 2 (dua) jenis, yaitu :

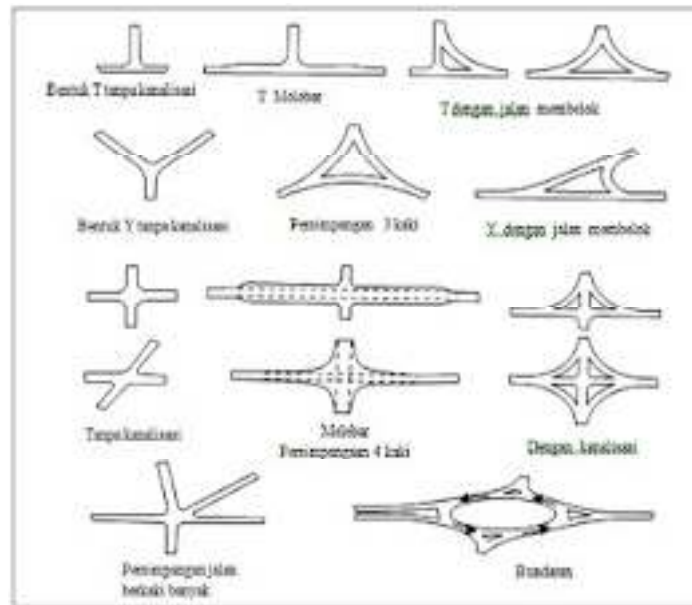
##### 1. Persimpangan Jalan Sebidang (*Intersection at Grade*)

Simpang sebidang adalah pertemuan dua ruas jalan atau lebih secara sebidang tidak saling bersusun. Pertemuan ini direncanakan dengan tujuan untuk mengalirkan atau melewati lalu lintas dengan lancar serta mengurangi kemungkinan terjadinya kecelakaan atau pelanggaran sebagai akibat dari titik konflik yang ditimbulkan dari adanya pergerakan antara kendaraan bermotor, pejalan kaki, sepeda dan para pengguna jalan lain. Selain itu memberikan kemudahan, kenyamanan dan ketenangan terhadap pemakai jalan yang melalui persimpangan tersebut (Hariyanto, 2004).

Jenis sistem pengendaliannya yaitu:

- a. Jenis tanpa pengaturan lalu lintas (*uncontrolled*).
- b. Jenis pengaturan berhenti atau prioritas (*stop*).
- c. Jenis pengaturan dengan lampu pengatur lalu lintas (*traffic light*).

d. Jenis pengaturan dengan bundaran lalu lintas(*roundabout*).



Gambar 2. 1 Jenis persimpangan sebidang  
(Sumber : Morlok, 1991)

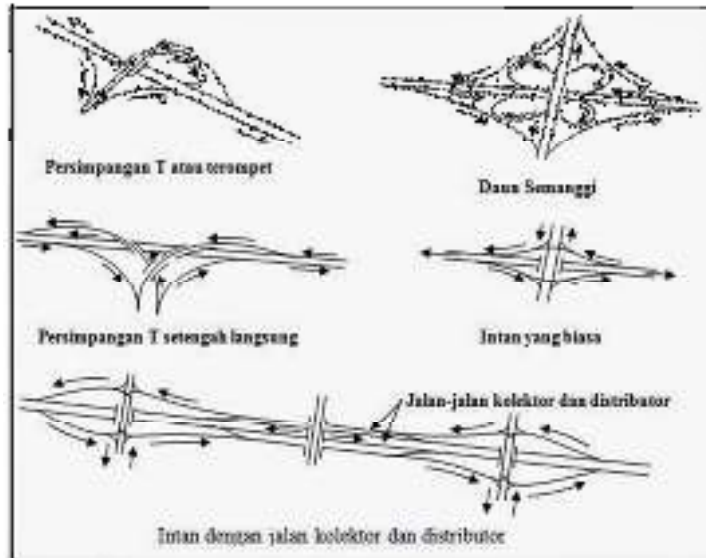
Persimpangan Jalan Sebidang merupakan persimpangan dimana dua jalan raya atau lebih bergabung pada satu bidang datar. Persimpangan sebidang dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

- Simpang bersinyal (*signalised intersection*) adalah persimpangan jalan lalu lintas yang pergerakan atau arus lalu lintas dari setiap pendekatnya diatur oleh lampu sinyal lalu lintas agar kendaraan melewati persimpangan secara bergantian.
  - Simpang tak bersinyal (*unsignalised intersection*) adalah persimpangan jalan yang tidak menggunakan pengaturan sinyal lalu lintas pada pengaturannya.
2. Persimpangan Jalan Tidak Sebidang (*Interchange*).

Simpang tak sebidang adalah pertemuan dua arus atau lebih saling bertemu tidak dalam satu bidang tetapi salah satu ruas berada diatas atau dibawah ruas jalan yang lain (Hariyanto, 2004).

Perencanaan pertemuan tidak sebidang dilakukan bila volume lalu lintas yang melalui suatu pertemuan sudah mendekati kapasitas jalan – jalannya, dimana arus lalu lintas tersebut harus bisa melewati pertemuan tanpa terganggu atau tanpa berhenti, baik itu merupakan arus menerus atau arus yang membelok. Pada pertemuan tidak sebidang ini

ada kemungkinan untuk membelok dari jalan yang satu ke jalan yang lain dengan melalui jalur-jalur penghubung.



Gambar 2. 2 Jenis simpang tak sebidang  
(Sumber : Morlok, 1991)

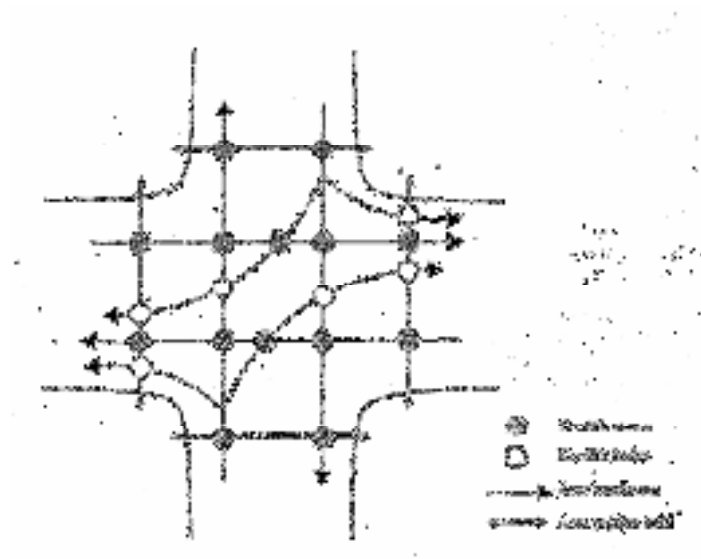
### Simpang Bersinyal

Simpang bersinyal merupakan persimpangan yang dilengkapi dengan beberapa lengan, dimana setiap lengan dilengkapi dengan pengaturan sinyal lalu lintas (*traffic light*) untuk mengatur arus lalu lintas dari setiap pendekatnya (Aryandy, 2017)

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997), penggunaan sinyal lampu lalu lintas pada persimpangan dipergunakan untuk satu atau lebih alasan berikut ini :

1. 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.
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama.
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan- kendaraan dari arah yang bertentangan.

Titik Konflik yang sering terjadi pada persimpangan bersinyal empat lengan adalah sebagai berikut :



Gambar 2. 3 Konflik yang terjadi pada simpang bersinyal empat lengan  
(Sumber : Manual kapasitas jalan indonesia, 1997)

### Prinsip Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997)

Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) akan menjadi dasar dalam pengolahan data yang dilakukan pada penelitian yang dilakukan di persimpangan bersinyal.

### Tipe Pendekat

Menurut Aryandy (2017) penentuan tipe pada masing-masing pendekat (lengan) ditentukan dengan dua tipe :

- a. Tipe terlindung (P), merupakan tipe lengan yang tidak bertentangan dengan pada arus lalu lintas dari arah lain.
- b. Tipe terlawan (O), merupakan tipe arus lalu lintas yang bertentangan atau berlawanan dengan arus lalu lintas dari arah lain.

Berikut gambar untuk menentukan tipe pendekat melalui arah masing-masing lengan berdasarkan MKJI :



Tipe pendekatan	Keterangan	Contoh pola-pola pendekatan
Terlindung P	Arus bergerak tanpa bertukar dengan arus yang datang dari arah berlawanan	Jalan satu arah: Jalan satu arah Simpang T
		Jalan dua arah, persimpangan satu arah
Terlawan O	Arus bergerak dengan bertukar dengan arus yang datang dari arah berlawanan	Jalan dua arah, arus bergerak dari arah yang berlawanan dalam fase yang sama. Simpang belok kanan tidak terakasi.
		Jalan dua arah, arus bergerak berlawanan arah

Gambar 2. 4 Penentuan tipe pendekatan  
(Sumber : Manual kapasitas jalan Indonesia, 1997)

### Volume Arus Lalu Lintas

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) volume arus lalu lintas yang dihitung pada penelitian ini merupakan arus lalu lintas yang belok kiri (LT), lurus (ST), dan belok kanan (RT) dikonversi dari kendaraan per-jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan ekivalen penumpang (emp) untuk masing masing lengan. Berikut nilai yang digunakan dalam mengekivalenkan mobil penumpang berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) untuk agar mendapat nilai Q (arus lalu lintas) dalam satuan smp/jam :

Tabel 2. 1 Nilai ekivalen mobil penumpang

Jenis kendaraan	Tipe	
	Terlindung	Terlawan
Kendaraan Ringan (LV)	1,0	1,0
Kendaraan Berat (HV)	1,3	1,3

Sepeda Motor (MC)	0,2	0,4
-------------------	-----	-----

(Sumber : Manual kapasitas jalan indonesia, 1997)

### Rasio Belok

- a. Rasio untuk lalu lintas belok kiri

$$P_{LT} = \frac{LT}{Q} \quad 2.1$$

Keterangan :

$P_{LT}$  = Rasio kendaraan belok kiri

LT = Total kendaraan belok kiri (smp/jam)

Q = Total arus lalu lintas (smp/jam)

- b. Rasio untuk lalu lintas belok kanan

$$P_{RT} = \frac{RT}{Q} \quad 2.2$$

Keterangan :

$P_{RT}$  = Rasio kendaraan belok kanan

RT = Total kendaraan belok kanan (smp/jam)

Q = Total arus lalu lintas (smp/jam)

### Lebar Pendekat Efektif

Penentuan lebar pendekat efektif ( $W_e$ ) ditentukan berdasarkan data dari lebar masuk ( $W_A$ ), apabila pada suatu lengan tidak terjadi belok kiri langsung ( $W_{LOR}$ ), maka  $W_e$  sama dengan  $W_A$  dan pada saat pada suatu lengan terjadi belok kiri langsung, maka akan terjadi pertimbangan sebagai berikut :

- a. **Jika  $W_{LOR} \geq 2m$**  : Dalam hal ini dianggap bahwa LOR dapat mendahului kendaraan lurus dan belok kanan dalam pendekat selama sinyal merah.

**Langkah 1:** Keluarkan total arus kiri langsung ( $Q_{LOR}$ ) dari hitungan, dengan  $Q = Q_{ST} + Q_{RT}$  tentukan lebar efektif dengan rumus berikut:

$$W_e = \text{Min} \left\{ \begin{array}{l} W_A - W_{LOR} \\ W_{MASUK} \end{array} \right. \quad 2.3$$

Keterangan :

$W_e$  = Lebar efektif (m)

$W_A$  = Lebar pendekat (m)

$W_{LOR}$  = Lebar belok kiri langsung (m)

$W_{MASUK}$  = Lebar masuk (m)

**Langkah 2 :** Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe terlindung). Jika  $W_{KELUAR} < W_e \times (1-P_{RT})$ ,  $W_e$  sebaiknya diberi nilai baru sama dengan  $W_{KELUAR}$  dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja dengan  $Q = Q_{ST}$

b. **Jika  $W_{LTOR} < 2m$  :** Dalam hal ini dianggap bahwa kendaraan LTOR tidak dapat mendahului kendaraan lurus atauun belok kanan.

**Langkah 1 :** Sertakan  $Q_{LTOR}$  pada perhitungan selanjutnya selama sinyal merah.

$$W_e = \text{Min} \begin{cases} W_A \\ W_{MASUK} + W_{LTOR} \\ W_A \times (1 + P_{LTOR}) - W_{LTOR} \end{cases} \quad 2.4$$

Keterangan :

$Q$  = Total arus lalu lintas (smp/jam)

$W_e$  = Lebar efektif (m)

$W_A$  = Lebar pendekat (m)

$W_{LTOR}$  = Lebar belok kiri langsung (m)

$W_{MASUK}$  = Lebar masuk (m)

$P_{RT}$  = Rasio kendaraan belok kiri

$P_{LTOR}$  = Rasio kendaraan belok kiri langsung

**Langkah 2 :** Periksa lebar keluar (hanya untuk pendekat tipe P)

Jika  $W_{KELUAR} < W_e \times (1-P_{RT}-P_{LTOR})$ ,  $w_e$  sebaiknya diberi nilai baru yang sama dengan  $W_{KELUAR}$  dan analisa penentuan waktu sinyal untuk pendekat ini dilakukan hanya untuk bagian lalu lintas lurus saja, dengan  $Q = Q_{ST}$

### Arus Jenuh

Menurut Pignataro (1973) arus jenuh merupakan besarnya keberangkatan antrian didalam pendekat selama kondisi ideal (smp/jam hijau).

Menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) untuk tipe pendekat P dan tipe pendekat Q.

$$S = S_0 \times F_{CS} \times F_{SF} \times F_G \times F_P \times F_{RT} \times F_{LT}$$

2. 5

Keterangan :

S = Arus jenuh (smp/jam hijau)

S<sub>0</sub> = Arus jenuh dasar (smp/jam)

F<sub>CS</sub> = Faktor koreksi untuk ukuran kota

F<sub>SF</sub> = Faktor koreksi untuk hambatan samping

F<sub>G</sub> = Faktor koreksi untuk kemiringan jalan

F<sub>P</sub> = Faktor koreksi untuk parkir kendaraan

F<sub>RT</sub> = Faktor koreksi untuk kendaraan belok kanan

F<sub>LT</sub> = Faktor koreksi untuk kendaraan belok kiri

### Arus jenuh dasar

Arus jenuh dasar menurut Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) adalah arus maksimum kendaraan yang dapat melewati suatu pendekat pada persimpangan.

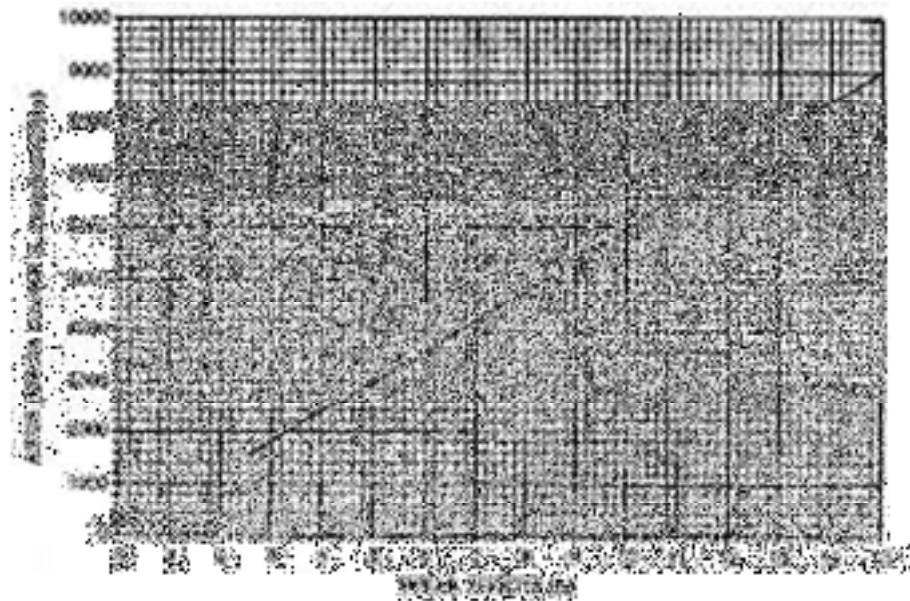
$$S_0 = 600 \times W_e$$

2. 6

Keterangan :

S<sub>0</sub> = Arus jenuh dasar

W<sub>e</sub> = Lebar efektif (m)



Gambar 2. 5 Arus jenuh dasar untuk pendekat tipe P

(Sumber : MKJI, 1997)

## Faktor Penyesuaian

Untuk menghitung arus jenuh ( $S$ ) diperlukan faktor penyesuaian diantaranya ukuran kota, hambatan samping, kelandaian dan parkir. Untuk faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ ) dan faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ ) hanya untuk tipe pendekat P.

### a. Faktor penyesuaian ukuran kota ( $F_{CS}$ )

Tabel 2. 2 Faktor penyesuaian ukuran kota

Jumlah Penduduk (juta jiwa)	Faktor Koreksi Ukuran Kota ( $F_{CS}$ )
> 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 : MKJI, 1997)

### b. Faktor penyesuaian untuk hambatan samping ( $F_{SF}$ )

Tabel 2. 3 Faktor penyesuaian untuk lingkungan jalan

Lingkungan Jalan	Hambatan Samping	Tipe Fase	Rasio Kendaraan Tak Bermotor					
			0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	>0,25
Komersial (COM)	Tinggi	Terlawan	0,93	0,88	0,84	0,79	0,74	0,70
		Terlindung	0,93	0,91	0,88	0,87	0,85	0,81
	Sedang	Terlawan	0,94	0,89	0,85	0,80	0,75	0,71
		Terlindung	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
		Terlindung	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
		Terlindung	0,96	0,94	0,92	0,89	0,86	0,84
	Sedang	Terlawan	0,97	0,92	0,87	0,82	0,79	0,73
		Terlindung	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

		Terlindung	0,98	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86
Akses terbata (RA)	Tinggi/ Sedang/ Rendah	Terlawan	1,00	0,95	0,85	0,85	0,80	0,75
		Terlindung	1,00	0,98	0,95	0,93	0,90	0,88

(Sumber : MKJI, 1997)

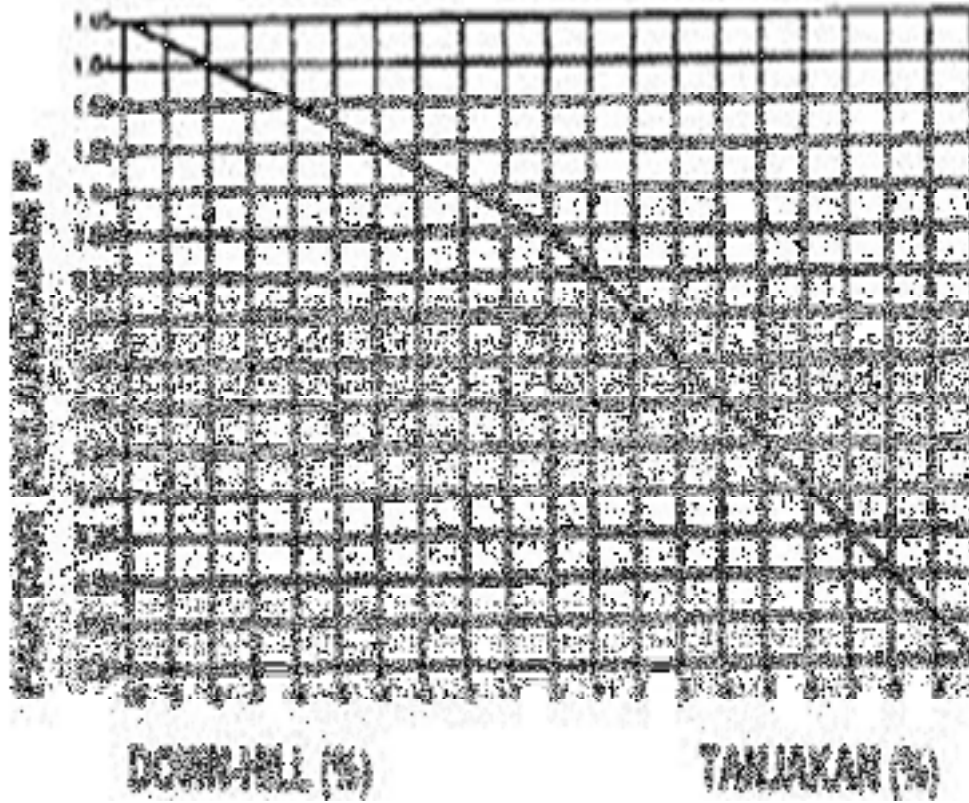
Faktor penyesuaian hambatan samping diklasifikasikan kedalam lima kelas seperti yang terdapat pada tabel berikut ini :

Tabel 2. 4 Tabel kelas hambatan samping

Kelas Hambatan Samping (SFC)	Kode	Jumlah berbobot per 200 meter perjam (2 sisi)	Kondisi Khusus
Sangat Rendah	VL	< 100	Daerah pemukiman : jalan samping tersedia
Rendah	L	100-299	Daerah pemukiman : beberapa angkutan umum dan sebagainya
Sedang	M	300-499	Daerah industri ; beberapa toko disisi jalan
Tinggi	H	500-899	Daerah komersial ; aktivitas di sisi jalan tinggi
Sangat Tinggi	VH	> 900	Daerah komersial ; aktivitas pasar di sisi jalan

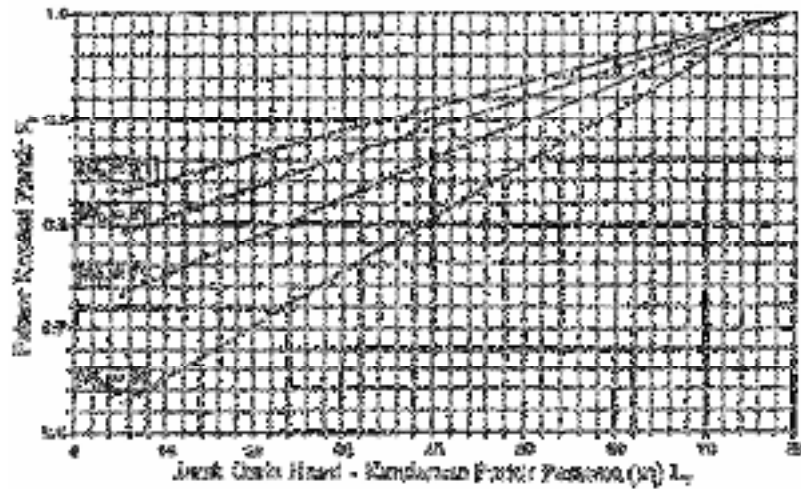
(Sumber : MKJI, 1997)

c. Faktor penyesuaian kelandaian



Gambar 2. 6 Faktor koreksi untuk kelandaian simpang ( $F_G$ )  
 (Sumber : MKJI, 1997)

d. Faktor penyesuaian parkir ( $F_P$ )



Gambar 2. 7 Faktor penyesuaian pada parkir ( $F_P$ )  
 (Sumber : MKJI, 1997)

e. Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ )

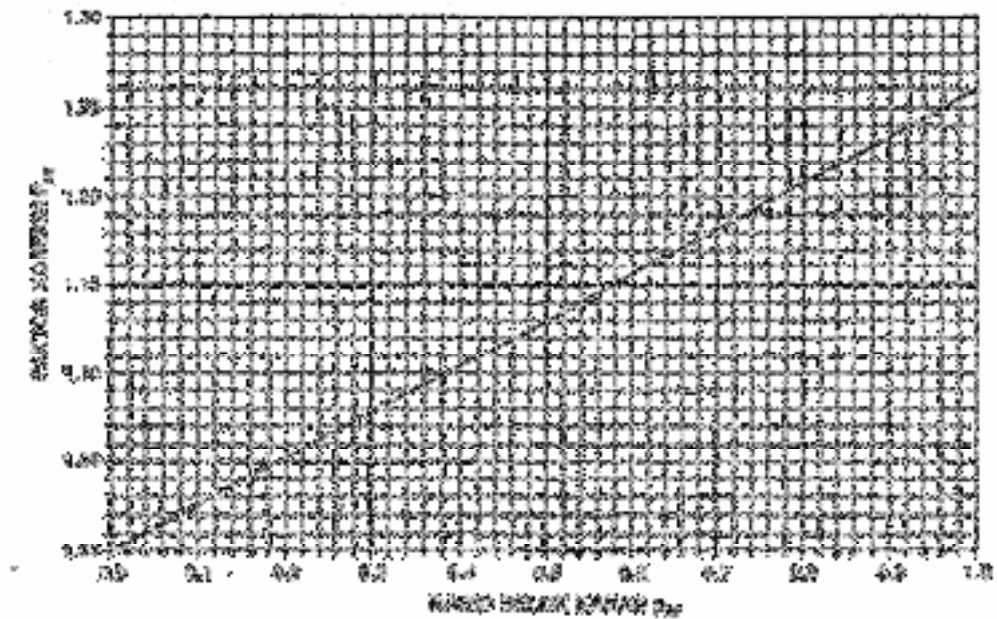
$$F_{RT} = 1,0 + P_{RT} \times 0,26$$

2. 7

Keterangan :

$F_{RT}$  = Faktor penyesuaian belok kanan

$P_{RT}$  = Rasio belok kanan



Gambar 2. 8 Faktor penyesuaian belok kanan ( $F_{RT}$ )

(Sumber : MKJI, 1997)

f. Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ )

$$F_{LT} = 1,0 - P_{LT} \times 0,16$$

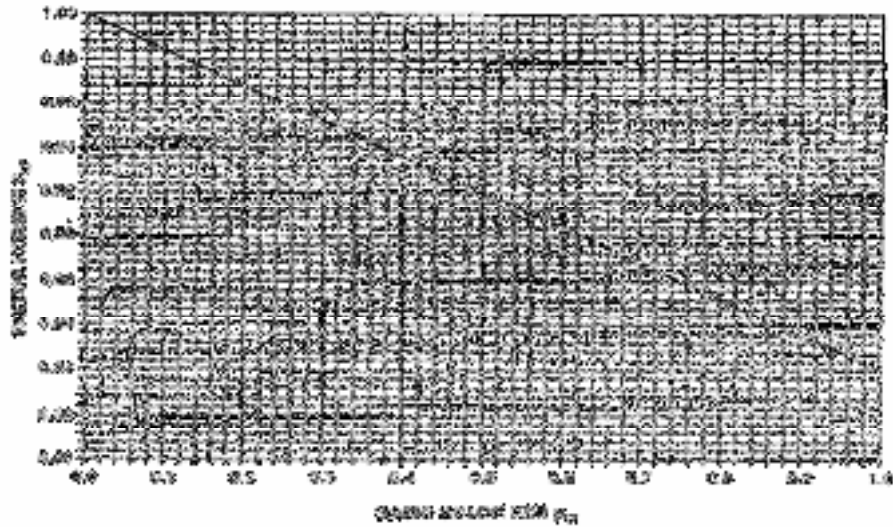
2. 8

Keterangan :

$F_{LT}$  = Faktor penyesuaian belok kiri

$P_{LT}$  = Rasio belok kiri





Gambar 2. 9 Faktor penyesuaian belok kiri ( $F_{LT}$ )  
(Sumber : MKJI, 1997)

### Rasio Arus

Dalam perhitungan rasio arus pada masing-masing pendekatan menggunakan rumus :

$$FR = \frac{Q}{S} \quad 2.9$$

Keterangan :

FR = Rasio arus

Q = Total arus lalu lintas (smp/jam)

S = Arus Jenuh (smp/jam hijau)

### Waktu Siklus dan Waktu Hijau

Waktu siklus di hitung sesuai dengan hasil pengamatan dilapangan

$$c = \sum g + LTI \quad 2.10$$

Keterangan :

c = waktu siklus (det)

g = Waktu hijau (det)

LTI = Waktu total hilang persiklus (det)

### Kapasitas (C)

Dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) kapasitas (C) dapat dihitung dengan rumus :

$$C = S \times g/c \quad 2.11$$

Keterangan :

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus (det)

$$GR = g/c$$

2. 12

Keterangan :

GR = Rasio hijau

g = Waktu hijau (det)

c = Waktu siklus (det)

### Derajat Kejenuhan

Sesuai dengan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) derajat kejenuhan dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$DS = Q/C$$

2. 13

Keterangan :

DS = Derajat kejenuhan

Q = Total arus lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas jalan (smp/jam)

Berikut standar nilai derajat kejenuhan :

Tabel 2. 5 Klasifikasi derajat kejenuhan

Derajat Kejenuhan	Rasio Q/C	Karakteristik
A	< 0,6	Arus bebas, volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi memilih kecepatan yang dikehendaki.
B	$0,60 < V/C < 0,70$	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas, pengemudi masih dapat bebas dalam memilih kecepatannya.
C	$0,70 < V/C < 0,80$	Arus stabil, kecepatan dapat dikontrol.
D	$0,80 < V/C < 0,90$	Arus mulai tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.
E	$0,90 < V/C < 1$	Arus tidak stabil, kecepatan rendah dan berbeda-beda, volume mendekati kapasitas.
F	> 1	Arus yang terhambat, kecepatan yang rendah, volume diatas kapasitas, sering terjadi kemacetan dalam waktu

		yang cukup lama.
--	--	------------------

(Sumber : MKJI, 1997)

### Panjang Antrian

Panjang antrian merupakan panjangnya kendaraan yang antri selama sinyal hijau arah pada suatu lengan. Untuk perhitungan panjang antrian dalam Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1997) dihitung dengan persamaan-persamaan berikut :

$$NQ_1 = 0,25 \times C \times \left[ (DS - 1) + \sqrt{(DS - 1)^2 + \frac{8 \times (DS - 0,5)}{C}} \right] \quad 2.14$$

Keterangan :

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

$C$  = Kapasitas jalan (smp/jam)

$DS$  = Dearajat kejenuhan

$$NQ_2 = c \times \frac{1-GR}{1-GR \times DS} \times \frac{Q}{3600} \quad 2.15$$

Keterangan :

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang pada fase sinyal merah (smp)

$c$  = Waktu siklus (det)

$GR$  = Rasio hijau

$DS$  = Dearajat kejenuhan

$$NQ_{MAX} = NQ_1 + NQ_2 \quad 2.16$$

Keterangan :

$NQ_{MAX}$  = Jumlah rata-rata antrian pada awal fase sinyal hijau (smp)

$NQ_1$  = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

$NQ_2$  = Jumlah smp yang datang pada fase sinyal merah (smp)

$$QL = \frac{NQ_{MAX} \times 20}{W_{MASUK}} \quad 2.17$$

Keterangan :

$QL$  = Panjang antrian (m)

$NQ_{MAX}$  = Jumlah rata-rata antrian pada awal fase sinyal hijau (smp)

$$W_{\text{MASUK}} = \text{Lebar masuk (m)}$$

### **Tundaan Lalu Lintas Rata-rata**

Hitungan tundaan lalu lintas rata-rata setiap lengan (MKJI, 1997) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$DT = c \times \frac{0,5 \times (1 - GR)^2}{(1 - GR \times DS)} + \frac{NQ_1 \times 3600}{C} \quad 2. 18$$

Keterangan :

DT = Tundaan lalu lintas rata-rata (smp/jam)

c = Waktu siklus (det)

GR = Rasio hijau

DS = Dearajat kejenuhan

NQ<sub>1</sub> = Jumlah smp yang tersisa dari fase hijau sebelumnya (smp)

### **Tundaan Geometrik Rata-rata**

Tundaan geometrik rata-rata masing-masing pendekat (MKJI, 1997) dihitung dengan persamaan :

$$NS = 0,9 \times \frac{NQ_{\text{MAX}}}{Q \times c} \times 3600 \quad 2. 19$$

P<sub>SV</sub> = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat = Min (NS,1)

P<sub>T</sub> = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat (PLT+PRT)

Q = Total arus lalu lintas (smp/jam)

c = Waktu siklus (det)

NQ<sub>MAX</sub> = Jumlah rata-rata antrian pada awal fase sinyal hijau (smp)

$$DG = (1 - P_{SV}) \times PT \times 6 + (P_{SV} \times 4) \quad 2. 20$$

Keterangan :

DG = Tundaan geometrik rata-rata (det/smp)

P<sub>SV</sub> = Rasio kendaraan terhenti pada pendekat

P<sub>T</sub> = Rasio kendaraan berbelok pada pendekat

## Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 6 penelitian terdahulu

No	Nama	Tujuan	Kesimpulan
1	(Muchtar, 2022)	<p>a. Untuk melihat kinerja operasional pada simpang bersinyal.</p> <p>b. Untuk mengetahui faktor yang berpengaruh pada persimpangan.</p>	Setelah dilakukan perhitungan, panjang antrian yang mempengaruhi terhadap tundaan. Dengan beberapa faktor yaitu: fase hijau, fase merah, waktu henti, dan jumlah kendaraan
2	(Dharmayanto & Ismail, 2019)	<p>a. Dengan rambu lalu lintas variabel kinerja persimpangan dianalisis.</p> <p>b. Dengan menggunakan MKJI variabel kinerja simpang di analisis yang dilakuka dalam kondisi terbangun untuk waktu puncak dan kondisi awal pada waktu puncak siang dan sore.</p>	Arah utara panjang antrian sebesar 2576 smp/jam, arah timur sebesar 2368 smp/jam, arah selatan sebesar 4708 smp/jam dan arah barat sebesar 4891 smp/jam. Dari tundaan dapat diketahui tingkat pelayanan persimpangan, nilai tundaan di setiap lengan adalah seperti berikut: arah utara 21,43 det/smp, timur 19,75 det/smp, selatan 17,98 det/smp dan arah barat 20,87 det/smp.
3	(Aryandy, 2017)	<p>a. Untuk mengetahui unsur-unsur yang mempengaruhi kapasitas pada simpang bersinyal di Jl. Prof HM. Yamin SH - Jl. Gaharu - Jl. Jawa Medan.</p> <p>b. Untuk mengetahui nilai panjang antrian dan mengetahui hubungan panjang antrian dengan tundaan yang diperoleh di persimpangan Jl. Prof HM. Yamin SH - Jl. Gaharu - Jl. Jawa Medan</p>	Berdasarkan penelitian didapat nilai panjang antrian untuk Jl. Prof. HM. Yamin = 189,172 meter, tundaan = 440 detik/smp Jl. Gaharu = 109,314 meter, tundaan = 64 detik/smp Jl. Jawa = 116 meter, tundaan = 58 detik/smp. Sehingga diambil kesimpulan dari bahwa banyaknya kendaraan yang antri maka semakin lama kendaraan di setiap lengan.

(Sumber : Google, 2024)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada simpang bersinyal Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal - Jl. Bilal Ujung Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara.



Gambar 3. 1 Lokasi penelitian  
(Sumber : Google maps, 2024)

#### Pengumpulan Data

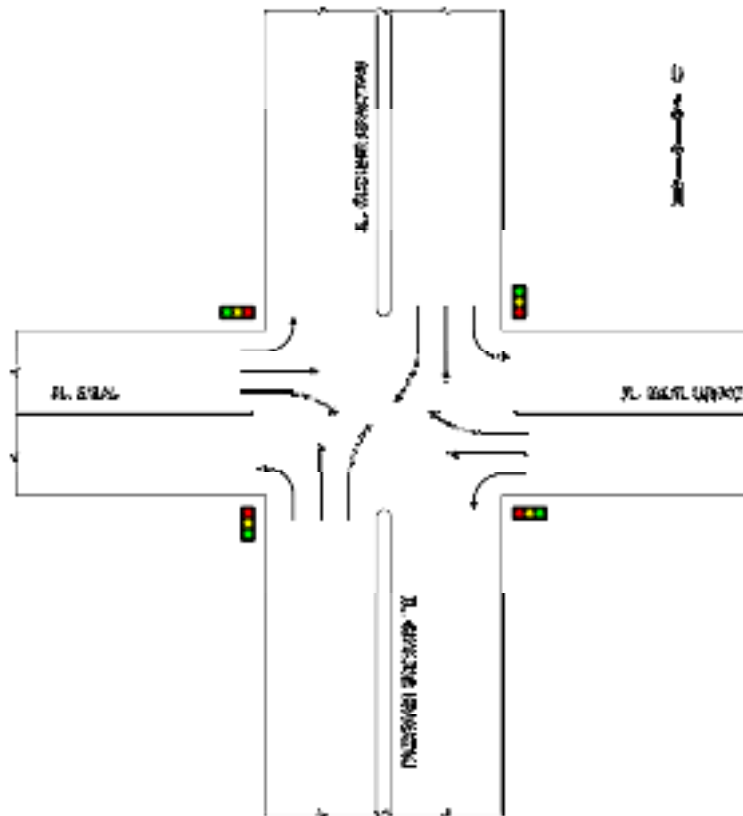
Pada pengumpulan data penelitian ini, sebelumnya perlu direncanakan apa-apa saja data yang akan diambil di lapangan. Sebelum penelitian ini dilaksanakan, penulis telah melakukan survei jam padat kendaraan sampai pada jam 21.00 WIB. Waktu yang akan diambil untuk melakukan survei, penentuan lokasi survei, dan peralatan yang akan digunakan.

Adapun beberapa data yang dikumpulkan selama melaksanakan penelitian antara lain :

1. Data arus lalu lintas kendaraan; menghitung Kendaraan Ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan Sepeda Motor (MC).
2. Data geometrik jalan; mengukur lebar jalan, lebar lajur dan lebar median.

3. Data sinyal masing-masing lengan; menghitung waktu hijau (det), waktu merah (det), dan lampu kuning (det) dengan stopwatch.

Berikut gambar geometri pada simpang bersinyal di Jl. Gunung Krakatau-Jl. Bilal-Jl. Bilal Ujung :



Gambar 3. 2 Geometrik simpang  
(Sumber : Gambar pribadi, 2024)

### Pengambilan Data

Pengambilan data pada penelitian ini, terbagi beberapa bagian antara lain :

Waktu pengambilan data arus lalu lintas di lakukan dalam 4 (empat hari) Yakni:

- a. *Weekdays* = Senin, rabu, jumat.
- b. *Weekend* = Sabtu.

Dengan ketentuan waktu yang ditentukan:

- a. Pagi = 07.00 WIB – 09.00 WIB
- b. Sore = 17.00 WIB – 19.00 WIB

Penelitian yang dilakukan pada hari Senin, Rabu, Jumat dan Sabtu mewakili variasi pola arus lalu lintas pada satu minggu. Hari senin dan Jumat merupakan hari dengan aktivitas

paling padat karena permulaan dan akhir pekan kerja. Hari Rabu digunakan sebagai titik tengah untuk analisis, dimana hari kerja stabil tidak terlalu awal atau terlalu akhir dari minggu kerja. Sedangkan hari Sabtu mewakili arus lalu lintas pada akhir pekan yang berbeda dengan hari kerja.

Jam 07.00-09.00 merupakan jam puncak pagi ketika banyak orang berangkat ke kantor, sekolah, atau kegiatan rutin mereka sedangkan jam 17.00-19.00 menjadi jam puncak sore hari dimana orang-orang pulang kerja atau sekolah.

Data mengenai jenis kendaraan yang lewat dibedakan menjadi 3 jenis kendaraan, yaitu:

1. Kendaraan ringan *LV (Light Vehicle)*. Termasuk mobil, mini bus, pick up, dan angkutan umum.
2. Kendaraan berat *HV (Heavy Vehicle)*. Termasuk mikro bus, bus besar, truk 2 as, truk 3 as dan truk gandengan semi trailer.
3. Sepeda motor *MC (Motor Cycle)*. Termasuk sepeda motor roda dua dan becak mesin.

### **Pelaksanaan survei**

Pada pelaksanaan pengambilan data yang dilakukan pada simpang bersinyal di Jl. Gunung Krakatau-Jl. Bilal-Jl. Bilal Ujung telah dibentuk sebuah tim survei yang terdiri dari 8 orang anggota, dimana setiap lengan atau pendekat terdiri dari dua orang peserta survei.

### **Peralatan yang digunakan pada penelitian**

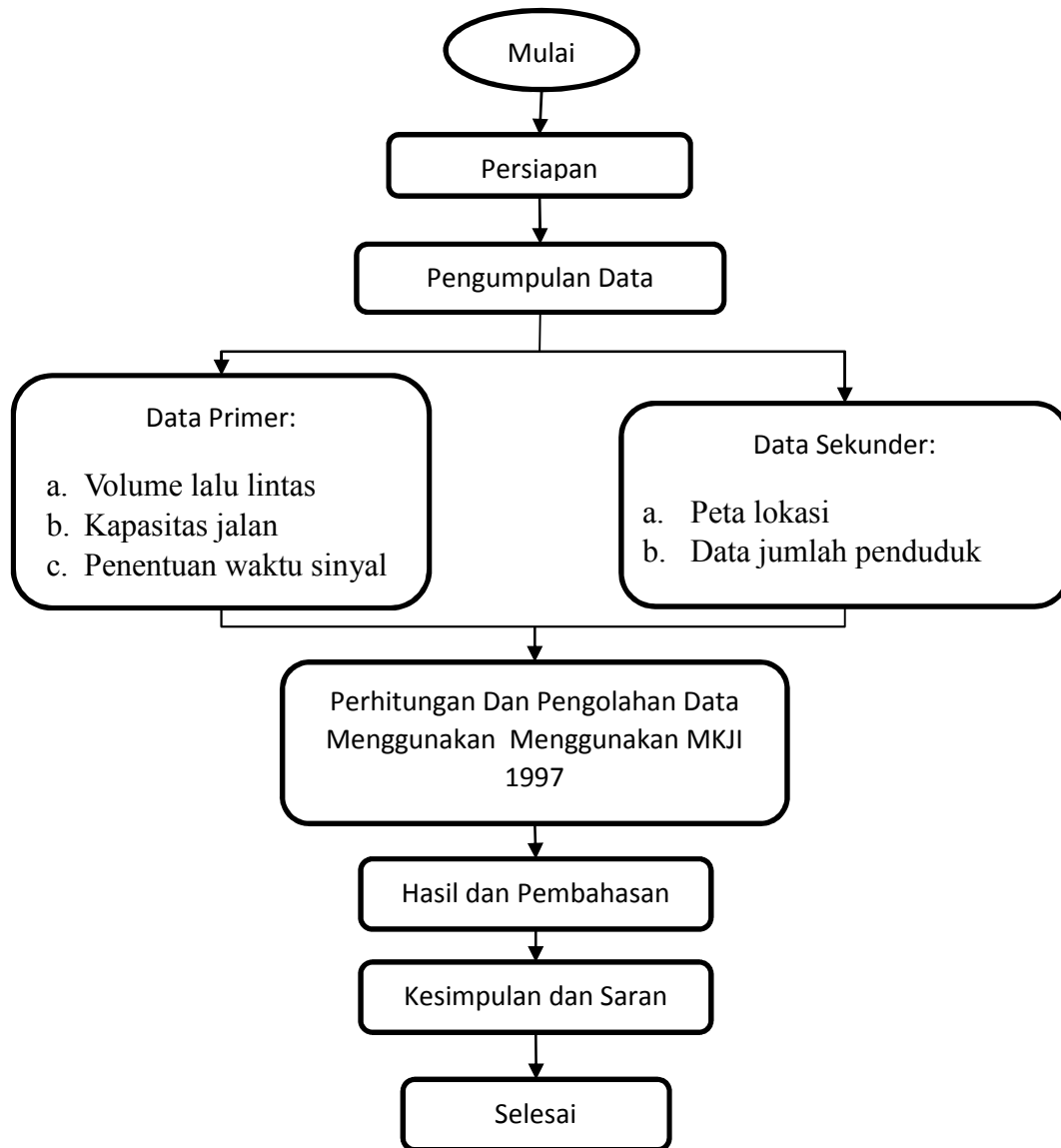
Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat yang dapat membantu dalam penelitian dilapangan, alat-alat tersebut adalah:

- a. Alat tulis
- b. Meter
- c. Handphone
- d. Stopwatch

### **Bagan Alir Penelitian**

Bagan alir penelitian merupakan proses atau tahapan yang dilalui dalam melakukan sebuah penelitian dari awal sampai selesai. Berikut adalah bagan alir langkah penelitian di simpang bersinyal di Jl. Gunung Krakatau - Jl. Bilal – Jl. Bilal Ujung Medan, Sumatera Utara.





Gambar 3. 3 Bagan alir penelitian  
(Sumber : Gambar pribadi, 2024)