

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA VOLUME, KECEPATAN, DAN
KEPADATAN DI RUAS JALAN DENGAN MENGGUNAKAN
METODE GREENSHIELDS
(STUDI KASUS : RUAS JALAN PROF. ILM. YAMIN)

TUGAS AKHIR

*Dipilih untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana I (S1)
pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik*

Dicusun Oleh :

FRISMAN JAYA LAHAGU
18310045

Telah diuji dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 12 Juli 2024 dan
dinyatakan telah lulus sidang sarjana

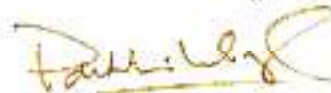
Disahkan Oleh :

Dosen Pembimbing I



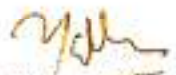
Nurvita I. M. Simanjuntak, ST., M.Sc

Dosen Pembimbing II



Ir. Partahi Lumbangaol, M., Eng. Sc

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Ir. Eben Okatavinnus Zai, ST., M.Sc

Ketua Program Studi

Dehan Fakultas Teknik

Dr. Ir. Tuhana Pangaribuan, MT


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

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah lalu lintas umumnya tumbuh lebih cepat daripada upaya untuk melakukan pemecahan permasalahan transportasi. Akibatnya, permasalahan tersebut semakin bertambah seiring berjalannya waktu. Permasalahan ini sering ditemui di kota-kota yang mempunyai mobilitas tinggi setiap harinya. Permasalahan lalu lintas juga merupakan salah satu yang dihadapi oleh kota Medan. Pemerintah kota mempunyai tujuan untuk mewujudkan lalu lintas yang lancar, cepat, aman, dan efisien melalui manajemen lalu lintas dan rekayasa lalu lintas.

Lalu lintas sendiri mempunyai 3 komponen yang berbeda, yakni jalan sebagai tempat Bergeraknya kendaraan, kendaraan yang melintas di atasnya, dan manusia sebagai penggunanya. Jalan menjadi tempat melintasnya berbagai jenis kendaraan. Terdapat beragam karakteristik dalam unsur kendaraan yang melintasi jalan, misalnya perlambatan, percepatan, kecepatan, dan volume. Sementara unsur manusia bisa berupa para pengguna jalan yang berjalan atau mengemudikan kendaraan dan melintasi jalan. Ruas sebuah jalan bisa diukur kemampuannya melalui perhitungan banyaknya kendaraan yang melintasinya pada waktu tertentu. Tingginya kepadatan dan volume kendaraan yang melintas akan mengurangi kecepatan rata-rata dari kendaraan yang lewat akibat banyaknya kendaraan yang melintasinya di waktu bersamaan..

Jalan Prof. H.M. Yamin merupakan salah satu jalan dengan tipe lajur 4/2D yang terletak di Kota Medan. Berbagai pusat aktivitas dalam bidang bisnis, ekonomi, dan lainnya terhubung melalui jalan utama tersebut. Ruas jalannya termasuk ke dalam kawasan ekonomi yang membuat volumenya semakin meningkat di jam-jam puncak sehingga berdampak pada menurunnya kinerja ruas jalan. Hal tersebut diperparah oleh adanya penurunan penumpang atau pemberhentian kendaraan oleh beberapa jenis angkutan umum.

Atas dasar inilah maka peneliti bermaksud mengkaji dan menggali informasi terkait pergerakan arus lalu lintas yang terjadi dengan cara menghubungkannya secara matematis kemudian mendeskripsikan hasilnya dengan menggunakan model *Greenshields*.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Sesuai apa yang telah dijabarkan, maka berikut peneliti sajikan rumusan masalah yang akan dikaji:

1. Berapakah besar volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada ruas jalan Prof. H.M Yamin?
2. Bagaimana hubungan volume (Q), kecepatan (V), dan kepadatan (D) menggunakan metode *Greenshields*.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Berikut tujuan-tujuan yang ingin peneliti capai:

1. Untuk menganalisis volume, kecepatan, dan kepadatan jalan Prof. H.M Yamin.
2. Untuk mendapatkan hubungan volume (Q), kecepatan (V), dan kepadatan (D) lalu lintas dengan menggunakan metode *Greenshields*.

1.4 BATASAN MASALAH

Berikut batasan-batasan yang peneliti tetapkan untuk mengerucutkan permasalahan yang akan dikaji:

1. Penelitian ini hanya mengkaji ruas jalan Prof. H.M Yamin.
2. Karakteristik kendaraan bermotor yang akan dikaji:
 - a. Bus, truk, dan kendaraan HV (berat) lainnya
 - b. Kendaraan jenis jeep, *pick up*, mobil penumpang dan kendaraan LV (ringan lainnya)
 - c. Kendaraan MC (sepeda motor).
3. Survei hanya dilakukan hanya saat jam sibuk, yakni:
 - a. Pukul 07:00-09:00 WIB (pagi)
 - b. Pukul 11:00-13:00 WIB (siang)
 - c. Pukul 16:00-18:00 WIB (sore).
4. Analisa simpangan tidak termasuk ke dalam pembahasan.
5. Penelitian dilakukan selama (2) minggu

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Berikut beberapa hal yang peneliti harapkan dalam hasil kajian ini:

1. Mampu memberikan pengetahuan mengenai seberapa kepadatan, kecepatan, serta besaran volume dan pengaruhnya terhadap kinerja jalan.
2. Dapat dijadikan acuan dalam memperbaiki kenyamanan dan kualitas bagi setiap permasalahan lalu lintas yang ada.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Jalan

Jalan dalam UU No.38 Tahun 2004 diartikan sebagai sebuah perasarana transportasi darat yang berisikan seluruh bagian atas jalan termasuk perlengkapan, pelengkap bangunan dan lainnya yang ada di atas, bawah, maupun permukaan air dan tanah yang diperuntukkan bagi lalu lintas kecuali jalan kabel, jalan ori, dan jalan kereta api.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 34 Tahun 2006 jalan memiliki sebuah sistem jaringan yang mampu menghubungkan dan mengikat berbagai tempat pada sebuah hubungan hierarki. Jalan diklasifikasikan menurut fungsinya sesuai UU yang berlaku di Indonesia:

1. Sesuai UU No.38 Tahun 2004 Pasal 7:

- a. Jalan sekunder, yakni jalan yang mempunyai peran untuk menghubungkan para masyarakat di dalam wilayah kota
 - b. Jalan primer, yakni jalan yang mampu melayani pendistribusian seluruh wilayah dalam tingkatan nasional.
2. Menurut PP No.34 Tahun 2006 Pasal 10, jalan diklasifikasikan atas:
- a. Jalan lingkungan primer yang secara berdaya mampu menjadi penghubung antara pusat kegiatan pada kawasan dan lingkungan desa
 - b. Jalan lokal primer yang mampu menghubungkan antar pusat kegiatan lingkungan, lingkungan dengan lokal, lokal dengan pusat, atau antar lingkungan dengan nasional
 - c. Jalan kolektor primer yang secara berdaya mampu menghubungkan pusat kegiatan di wilayah lokal dengan pusat, antar pusat, atau lokal dengan pusat
 - d. Jalan arteri primer yang secara berdaya mampu menghubungkan berbagai kegiatan di wilayah dengan nasional atau antar nasional.

Sementara itu, berikut peneliti tuliskan juga jenis-jenis jalan umum berdasarkan status/kewenangannya dalam PP No.34 Tahun 2006 dan UU No.38 Tahun 2004:

1. Jalan Desa

Jalan jenis ini umumnya menghubungkan wilayah antar pemukiman warga desa berupa jalan umum, jalan lokal primer (kecuali jalan kabupaten), dan jalan lingkungan primer.

2. Jalan Kota

Jalan jenis ini biasanya disahkan dengan SK Walikota dan termasuk kewenangan pemerintah kota berbentuk jalan sekunder.

3. Jalan Kabupaten

Pemerintah Kabupaten menjadi pihak yang berwenang dalam mengesahkan jalan ini di mana di dalamnya terdiri atas beberapa jenis, yakni:

- a. Jalan strategis kabupaten
- b. Jalan sekunder selain dalam wilayah kota dan Provinsi
- c. Jalan kolektor primer
- d. Jalan lokal primer.

4. Jalan Provinsi

Pihak yang berwenang dalam mengesahkan dan mengatur jalan jenis ini ialah pemerintah provinsi. Berikut klasifikasi jalannya:

- a. Jalan DKI Jakarta
 - b. Jalan strategis provinsi
 - c. Jalan kolektor primer penghubung antar ibu kota
 - d. Jalan kolektor primer penghubung ibu kota kabupaten dengan ibu kota provinsi.
5. Jalan Nasional.

Berikut jenis-jenis jalan nasional:

- a. Jalan strategis nasional
- b. Jalan tol
- c. Jalan kolektor primer penghubung antar ibu kota provinsi
- d. Jalan arteri primer.

2.2 Defenisi Lalu Lintas

Menurut Undang – Undang No. 22 Tahun 2009 tentang lalu lintas, didefinisikan gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan atau barang yang berupa jalan dan fasilitas penumpang. Terdapat beragam komponen dalam sebuah sistem lalu lintas. Komponen utamanya ialah sistem waktu yang diperlukan 2 jenis kendaraan berbeda saat melewati suatu titik secara berurutan (*head way*) terdiri atas sarana maupun infrastruktur seperti berbagai jenis kendaraan baik pribadi, umum, dan lainnya yang mampu memindahkan dan mengangkut bahan maupun orang pada batas jarak tertentu, fasilitasjalan, pelengkap jalan, dan jaringan jalan.

2.3 Kelas Jalan

Mengacu pada UU Lalu Lintas dan Angkutan Jalan No.22 Tahun 2009, dikatakan abhwa terdapat beberapa kelas berbeda dalam mengelompokkan jalan sesuai:

- a. Daya dukung dimensi kendaraan dan penerimaan muatan sumbu maksimal
- b. Intensitas dan fungsi lalu lintas sesuai kelancaran dan kepentingan penggunaannya.

Atas dasar dua hal tersebut, maka jalan dibedakan atas:

- a. Kelas khusus

Jalan jenis ini biasanya berbentuk jalan arteri di mana kendaraan yang bisa atau diperbolehkan untuk melintas harus memenuhi kriteria seperti berat maksimal muatannya

melebihi 10 ton, tinggi maksimal 4.200mm, panjangnya < 18.000mm dengan lebar yang lebih dari 2.500mm (kendaraan bermotor).

b. Kelas III

Jalan jenis ini biasanya berbentuk jalan lingkungan, lokal, kolektor, dan arteri yang bisa atau diperbolehkan untuk melintas harus memenuhi kriteria antara lain berat maksimal muatannya 8 ton, tinggi maksimal 3.500mm, maksimal panjangnya ialah 9.000mm dengan lebar maksimal 2.100mm (kendaraan bermotor).

c. Kelas II

Jalan jenis ini biasanya berbentuk jalan lingkungan, lokal, kolektor, dan arteri yang bisa atau diperbolehkan untuk melintas harus memenuhi kriteria antara lain berat maksimal muatannya 8 ton, tinggi maksimal 4.200mm, maksimal panjangnya ialah 12.000mm dengan lebar maksimal 2.500mm (kendaraan bermotor).

d. Kelas I

Jalan jenis ini biasanya berbentuk jalan lingkungan, lokal, kolektor, dan arteri yang bisa atau diperbolehkan untuk melintas harus memenuhi kriteria antara lain berat maksimal muatannya 10 ton, tinggi maksimal 4.200mm, maksimal panjangnya ialah 18.000mm dengan lebar maksimal 2.500mm (kendaraan bermotor).

Diperlukan ruang masing-masing bagi keselamatan pengguna, peningkatan kapasitas jalan, konstruksi jalan, dan mobilitas di setiap bagian jalan. UU No.2 Tahun 2022 menjabarkan bahwa diperlukan beberapa komponen sebagai bagian dalam setiap pembuatan jalan, yakni:

1. Ruang pengawasan sebagai yang dipegang langsung kendalinya oleh pihak penyelenggara jalan
2. Ruang milik jalan yang berisikan tanah sejalur dan ruang manfaat jalan
3. Ruang manfaat jalan yang berisikan:
 - a. Jalur atau lajur angkutan umum
 - b. Jalur jaringan utilitas tertentu
 - c. Ambang pengaman jalan
 - d. Saluran tepi jalan
 - e. Jalur penyandang disabilitas, pesepeda, pejalan kaki, dan motor roda 2
 - f. Badan jalan.

2.4 Karakteristik Jalan Raya

Kinerja dan kapasitas sebuah jalan yang terbebani oleh arus lalu lintas di atasnya dipengaruhi oleh beberapa kriteria berikut:

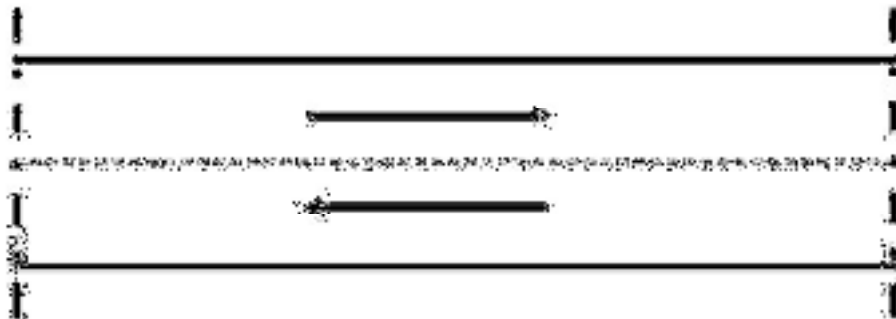
2.4.1 Geometrik Jalan

Kinerja pembebanan pada setiap tipe jalan sesuai geometriaknya masing-masing bernilai berbeda (Manual Kapasitas Jalan Indonesia, 1997). Contohnya ialah dalam jalan tidak terbagi dan yang terbagi, namun lebar jalur lalu lintas yang bertambah menjadi faktor utama dalam memengaruhi peningkatan kapasitas, kecepatan arus bebas, dan lebarnya. Diperlukan perancangan, perencanaan, dan analisa operasional perkotaan dalam melihat geometrik setiap tipe jalannya. Berikut karakteristik geometri pada jalan raya:

1. Tipe Jalan

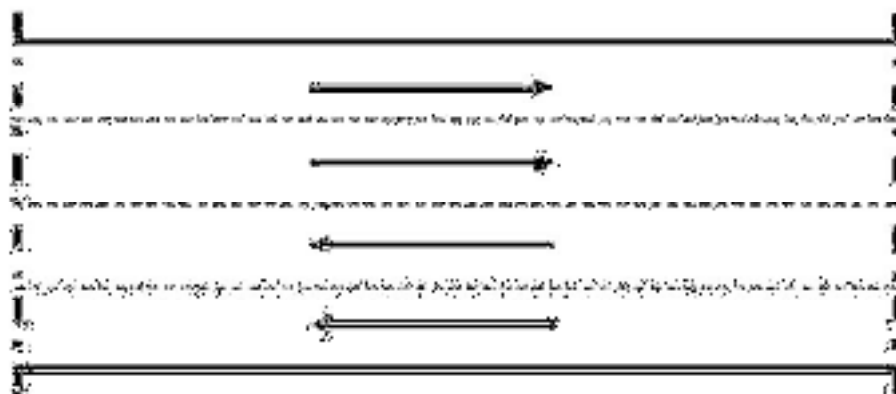
Kinerja di setiap tipe jalan mempunyai pembebanan yang berbeda-beda. Arah dan banyaknya lajur disetiap segmen jalan pada potongan lintangan jalan yang membedakan setiap tipe jalan. Terdapat 4 jenis berbeda di setiap tipe jalan perkotaan (MKJI, 1997), yakni:

- a. Tipe 2/2UD (2 jalur arah tak terbagi)
- b. Tipe 4 lajur 2 arah
 1. Tipe 4/2D (terbagi oleh median)
 2. Tipe 4/2UD (tidak terbagi oleh median)
- c. Tipe 6/2D (6 lajur 2 arah terbagi)
- d. Tipe 1-3/1 (1 arah).



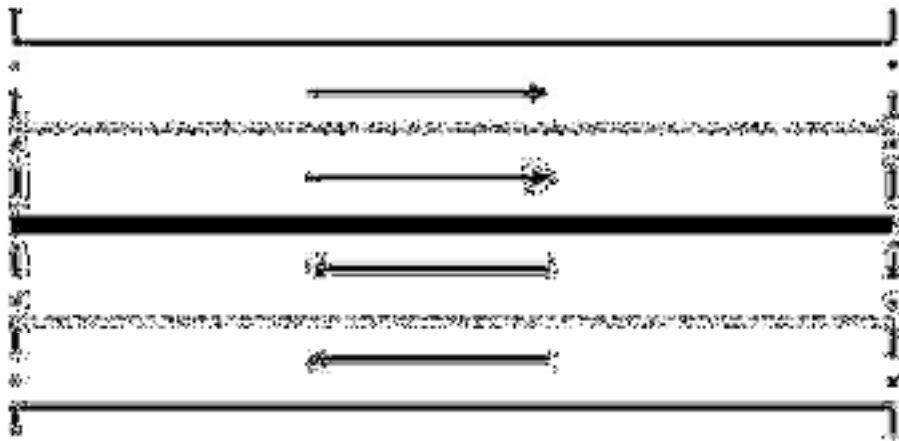
Gambar 2.1 Jalan dua lajur dua arah tak terbagi (2/2 UD)

(Sumber : MKJI,1997)



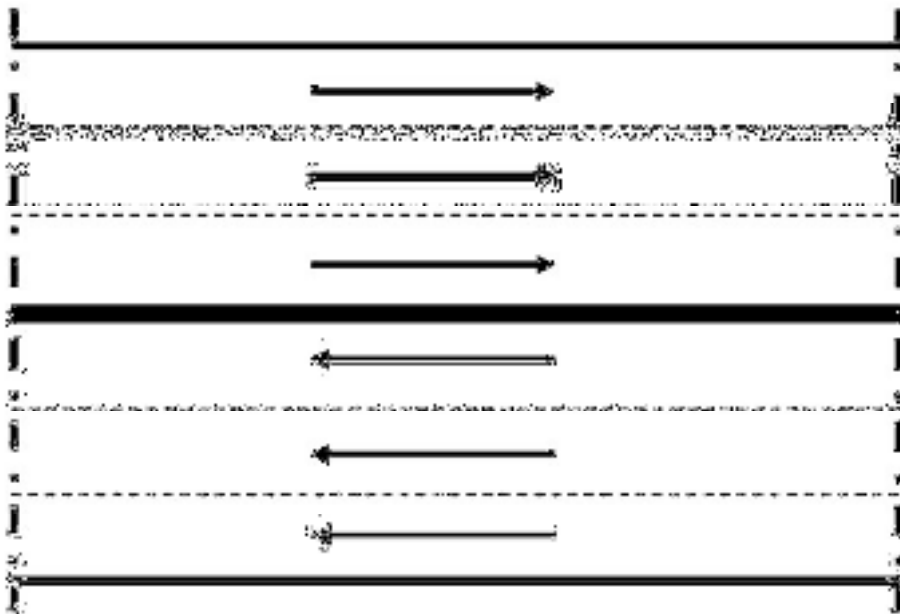
Gambar 2.2 Jalan empat lajur dua arah tak terbagi (4/2 UD)

(Sumber : MKJI,1997)



Gambar 2.3 Jalan empat lajur dua arah terbagi (4/2 D)

(Sumber : MKJI,1997)



Gambar 2.4 Jalan enam lajur dua arah terbagi (6/2 D)

(Sumber : MKJI,1997)



Gambar 2.5 Jalan satu arah (1-3/1)

(Sumber : MKJI, 1997)

2. Lajur dan jalur lalu lintas

Segala bagian perkerasan yang dilalui oleh kendaraan di atas jalan disebut sebagai jalur lalu lintas. Terdapat beberapa lane (lajur) pada sebuah jalur lalu lintas. Lajur sendiri didefinisikan sebagai sebuah bagian pada suatu jalur yang bisa dilalui secara 1 arah oleh kendaraan-kendaraan yang melewatinya. Kelebaran seluruh jalan yang melintang sangat dipengaruhi oleh kelebaran lalu lintas dan ini hanya bisa dilihat secara langsung.

3. Trotoar

Sebuah jalur khusus yang berada di samping jalur untuk para pejalan kaki disebut trotoar (Sukirman, 1994). Pembuatan trotoar ini tidak boleh menyatu dengan jalur pejalan kaki demi kenyamanan mereka.

4. Kereb

Kereb didefinisikan sebagai peninggian/penonjolan bahu jalan atau tepi perkerasan yang bermanfaat dalam memperjelas, mengantisipasi kendaraan keluar jalur dan drainase pada tepian perkerasan.

5. Median jalan

Sebuah jalur yang berfungsi dalam membagi jalan untuk setiap arah dan terletak di tengah-tengah disebut median. Sukirman (1994) menyebutkan bahwa dalam keadaan, cuaca, maupun waktu apapun setiap pengguna jalan harus bisa melihat batas-batas median. Berikut rincian fungsi median:

- a. Memberikan keamanan akan kebebasan samping di setiap lajur
- b. Meningkatkan estetika, kenyamanan, dan kelegaan untuk para pengguna jalan
- c. Meminimalisir silau lampu dan jarak yang besar atas kendaraan lain di arah yang berlawanan

d. Menjadi sebuah area netral yang bisa pengemudi manfaatkan ketika mengalami hal yang darurat.

6. Bahu jalan

Sebuah jalur yang letaknya berada di samping jalur lalu lintas sering kali disebut bahu jalan (Sukirman, 1994). Berikut beberapa fungsinya:

- a. Mendukung konstruksi pekerasan jalan pada bagian sampingnya
- b. Sebagai tempat yang mampu membantu proses pemeliharaan dan perbaikan jalan
- c. Sebagai wilayah yang bisa dimanfaatkan dalam menghindari kecelakaan ketika darurat
- d. Tempat pemberhentian sementara oleh kendaraan.

2.4.2 Komposisi Lalu Lintas

Lalu lintas pada jalan-jalan perkotaan terbagi atas 4 komponon utama (MKJI, 1997), yakni:

- a. UM/*Un Motorized* (kendaraan tidak bermotor), yakni seluruh kendaraan seperti sepeda atau becak yang menggunakan hewan ataupun manusia sebagai unsur utama penggerakannya.
- b. MC/*Motorcycle* (sepeda motor), yakni seluruh kendaraan bermotor baik dengan roda yang berjumlah 3 maupun 2
- c. HV/*Heavy vechiles* (kendaraan berat), yakni segala jenis kendaraan seperti truk kombinasi, truk 2 as, bus, dan lainnya yang mempunyai jarak as melebihi 3,5m
- d. LV/*Light Vecicles*, yakni berbagai jenis truk kecil, *pick up*, mikro bus, kopata, mobil penumpang atau kendaraan lainnya yang yang mempunyai empat roda dan 2 as di mana as mempunyai jarak 2-3m.

Komposisi sebuah lalu lintas dinyatakan dalam Q di mana satuannya dinyatakan dalam SMP (satuan mobil penumpang). Diperlukan EMP (Ekivalensi Mobil Penumpang) dalam mengubah SMP dari arus lalu lintas yang ada per total dan arahnya. Arus lalu lintas total (kend/jam) dan tipe jalan sangat memengaruhi tingkat EMP.

2.5 Parameter Karakteristik Lalu Lintas

Jalan mempunyai fungsi utama sebagai penyedia layanan transportasi bagi para pengendara secara nyaman dan aman (MKJI, 1997). Terdapat beberapa parameter dalam menghitung volume lalu lintas, yakni kepadatan, kecepatan, serta volume lalu lintas.

2.5.1 Volume (Q)

Banyaknya kendaraan yang melintas pada sebuah jalan dalam waktu tertentu dan dinyatakan dalam kend/jam, smp/jam disebut volume lalu lintas (MKJI, 1997). Berikut beberapa jenis volume:

1. *Hourly volumes* (volume hitungan jam), merupakan sebuah observasi mengenai jam puncak arus lalu lintas jalan yang dilihat pada sore dan pagi hari. Arus jam puncak mengacu pada waktu paling banyaknya kendaraan melintas. Melalui angka yang didapatkan inilah yang nantinya dijadikan dasar dalam menganalisa keselamatan dan operasional jalan lain.
2. *Daily volumes* (volume harian), yakni pengamatan terhadap banyaknya kendaraan yang melintas di sebuah jalan secara harian.

Berikut persamaan atau rumus dalam menghitung volume lalu lintas:

$$V = MC + HV + LV \quad 2.1$$

$$V = (MC \times emp) + (HV \times emp) + (LV \times emp) \quad 2.2$$

Penjelasan:

MC : seluruh kendaraan bermotor baik dengan roda yang berjumlah 3 maupun 2 (sepeda motor)

HV : segala jenis kendaraan seperti truk kombinasi, truk 2 as, bus, dan lainnya yang mempunyai jarak as melebihi 3,5m

LV : berbagai jenis truk kecil, *pick up*, mikro bus, kopata, mobil penumpang atau kendaraan lainnya yang mempunyai empat roda dan 2 as di mana as mempunyai jarak 2-3m.

V : volume lalu lintas

EMP : Faktor konversi yang menyamakan beberapa kendaraan tertentu menjadi jenis yang sama (biasanya mobil penumpang) sesuai ketentuan ekivalensi berikut:

Tabel 2.1 Nilai Ekivalensi Mobil Penumpang

| Jenis Jalan : Jalan terbagi dan 1 arah | Arus lalu lintas per jalur (kend/jam) | Emp | | |
|---|---|-----|------|-----|
| | | LV | MC | HV |
| Tipe 2/1 | 0 | 1,0 | 0,40 | 1,3 |
| Tipe 4/2 | ≥1050 | | 0,25 | 1,2 |
| Tipe 3/1 | 0 | 1,0 | 0,40 | 1,3 |
| Tipe 6/2 | ≥1100 | | 0,25 | 1,2 |

(Sumber: MKJI,, 1997)

2.5.2 Kecepatan

MKJI (1997) menyebut bahwa kecepatan pada konteks kendaraan di jalan atau lalu lintas memiliki satuan km/jam yang mengacu pada laju kendaraan di jalan yang sepi dengan kondisi pengaturan, lingkungan, dan geometrik lalu lintas yang nyaman dan tenang. Sementara rata-rata waktu yang pengendara tempuh (termasuk saat berhenti sejenak namun tidak termasuk saat memperbaiki kendaraan atau istirahat) pada panjang jalan tertentu disebut waktu tempuh. Berikut persamaan dari kecepatan tersebut:

$$V = \frac{d}{t} \quad 2.3$$

Penjelasan :

t: Waktu tempuh (jam)

d: Jarak tempuh (km)

V: Kecepatan (km/jam).

2.5.3 Kepadatan

Kepadatan adalah jumlah kendaraan tiap panjang jalan tertentu (MKJI,1997). Menghitung kepadatan bisa melalui nilai volume dan kecepatannya. Berikut persamaannya:

$$D = \frac{Q}{V_s} \quad 2.4$$

Penjelasan:

Vs: Kecepatan lalu lintas rata-rata ruang (km/jam)

Q: Volume (kend/jam)

D: Kepadatan (kend/km).

2.6 Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

2.6.1 Metode Greenshields

Karakteristik arus lalu lintas bisa diamati melalui model *Greenshield* yang mana mulai dikembangkan dan pertama kali dilakukan di luar kota Ohio di tahun 1934. Dipilihnya tempat tersebut karena pada saat pengamatan, lalu lintas yang menjadi objek sedang dalam kondisi yang bebas bergerak dan tidak ada gangguan apapun. Hasil pengamatannya membuktikan bahwa terdapat linearitas antara hubungan kepadatan dengan kecepatan (Risdiyanto,2014). Berbagai tinjauan mengenai pergerakan arus lalu lintas, hubungan linear keduanya menjadi sangat populer, mudah diterapkan, dan sederhana sehingga banyak dipakai oleh para pengamat lainnya. Berikut persamaan hubungan keduanya:

$$V_s = V_f - \frac{V_f}{D_j} \cdot D \quad 2.5$$

Penjelasan:

D: Kepadatan lalu lintas (SMP/jam)

D_j: Kepadatan ketika terjadi kemacetan (SMP/jam)

V_f: Kecepatan dalam keadaan arus bebas (km/jam)

V_s: Kecepatan rata-rata ruang (km/jam).

Dari persamaan 2.5, pada dasarnya merupakan suatu persamaan linear, $Y = a + bx$, dimana dianggap bahwa V_f merupakan konstanta a dan V_f/D_j = b sedangkan V_s dan D masing-masing merupakan variabel y dan x. Kedua Konstanta tersebut dapat dinyatakan sebagai kecepatan bebas (*free flow speed*) dimana pengendara dapat memacu kecepatan sesuai dengan keinginan dan puncak kepadatan dimana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali.

$$Y = V_s ; a = V_f ; b = -\frac{V_f}{D_j} ; \text{ dan } x = D \quad 2.6$$

Berikut rumus dalam menemukan nilai b dan a:

$$a = \frac{\sum D^2 \cdot \sum V_s - \sum D \cdot \sum V_s \cdot D}{n \cdot \sum D^2 - (\sum D)^2} \quad 2.7$$

$$b = \frac{n \cdot \sum V_s \cdot D - \sum D \cdot \sum V_s}{n \cdot \sum D^2 - (\sum D)^2} \quad 2.8$$

Berikut rumus dalam menentukan hubungan diantara kecepatan dengan volume:

$$Q = D_j \cdot V_s - \frac{D_j}{V_f} \cdot V_s^2 \quad 2.9$$

Berikut rumus dalam menentukan hubungan diantara kepadatan dengan volume:

$$Q = V_f \cdot D - \frac{V_f}{D_j} \cdot D^2 \quad 2.10$$

Berikut rumusa dalam menemukan nilai volume maksimal:

$$Q_m = \frac{D_j \cdot V_f}{4} \quad 2.11$$

Berikut rumus dalam menentukan nilai kepadatan ketika volume berada dalam angka maksimal:

$$D_m = \frac{D_j}{2} \quad 2.12$$

Berikut rumus dalam menentukan nilai kecepatan ketika volume berada dalam angka maksimal:

$$V_{sm} = \frac{V_f}{2} \quad 2.13$$

2.7 Hambatan Samping

MKJI (1997) menyebut bahwa kinerja lalu lintas yang berkaitan dengan kegiatan dalam segmen jalan bisa mengakibatkan sebuah dampak yang sering disebut hambatan samping. Kinerja dan kapasitas jalan sangat dipengaruhi tingkat aktivitasnya. Sebagai contoh adanya lahan sisi jalan yang digunakan untuk masuk dan keluar kendaraan, parkir sembarangan di bahu jalan, pemberhentian sembarangan oleh bus atau angkutan kota, adanya kendaraan kereta kuda, sepeda, becak atau lainnya yang berjalan dengan lambat, adanya PKL, penyeberang jalan, atau pejalan kaki. Setiap tahun terus terjadi peningkatan aktivitas masyarakat di samping jalan. Berikut rangkuman hambatan samping menurut MKJI (1997):

- a. Adanya lahan sisi jalan yang digunakan untuk masuk dan keluar kendaraan
- b. Adanya kereta kuda, becak, atau lainnya yang berjalan lambat
- c. Pemberhentian secara sembarangan oleh beberapa kendaraan umum
- d. Pejalan kaki.

Tabel 2.2 Efisiensi Hambatan Samping

| Hambatan samping | Faktor bobot | Simbol |
|---|--------------|--------|
| Kendaraan berjalan lambat | 0,4 | SMV |
| Masuk dan keluarnya kendaraan di sisi jalan | 0,7 | EEV |

| | | |
|--|-----|-----|
| Pemberhentian sembarangan oleh kendaraan | 1,0 | PSV |
| Pejalan kaki | 0,5 | PED |

(Sumber: MKJI, 1997)

Tabel 2.3 Faktor Penentu Kelas Hambatan Samping

| Frekwensi herbobot kejalanan per 200 m per jam (dua sisi) | Kondisi khusus | Kelas hambatan samping | |
|---|---|---------------------------|-----|
| | | Sangat rendah | VI |
| <100 | Daerah permukiman; jalan dengan jalan samping. | Rendah | L |
| 100-299 | Daerah permukiman; beberapa kendaraan umum. | Sedang | M |
| 300-499 | Daerah industri, beberapa toko di sisi jalan. | Tinggi | II |
| 500-899 | Daerah komersial, aktivitas sisi jalan tinggi. | Sangat tinggi | VII |
| >900 | Daerah komersial dengan aktivitas pasar di samping jalan. | | |

(Sumber: MKJI,

1997)

2.8 Kapasitas

Menurut MKJI 1997, kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum melalui suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per satuan jam pada kondisi tertentu.

Berikut rumus dalam menghitung kapasitasnya:

$$C = FCcs \times FCsf \times FCsp \times FCw \times Co \quad 2.14$$

Penjelasan:

FCcs: Faktor penyesuaian luas kota

FCsf: Faktor penyesuaian bahu jalan dan hambatan samping

FCsp: Faktor penyesuaian pemisah arah

FCw: Faktor penyesuaian lebar jalan

Co: Kapasitas dasar (SMP/jam)

C: Kapasitas (SMP/jam).

2.8.1 Kapasitas Dasar (Co)

Masing-masing tipe jalan mempunyai pola arus, kondisi gemoetris dan Co/kapasitas dasar tersendiri (MKJI, 1997). Berikut perbedaannya:

Tabel 2.4 Kapasitas Dasar (Co) Jalan Perkotaan

| Tipe jalan | Co | Penjelasan |
|------------|-------|--------------|
| 2/1 | 2.900 | Total 2 arah |
| 4/1 | 1.500 | Per-lajur |
| 4/1 | 1.650 | Per-lajur |

(Sumber: MKJI, 1997)

2.8.2 Faktor Penyesuaian Untuk Lebar Jalan (FCw)

FCw ini ditentukan oleh lebar masing-masing jalan efektifnya berikut:

Tabel 2.5 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalan (FCw)

| Tipe Jalan | Jalan Lebar efektif jalur lalu lintas (We) (m) | FCw |
|--|--|------|
| Empat lajur terbagi atau jalan satu arah | Per lajur | |
| | 3,00 | 0,92 |
| | 3,25 | 0,96 |
| | 3,50 | 1,00 |
| | 3,75 | 1,04 |
| Empat lajur tak terbagi | Per lajur | |
| | 3,00 | 0,91 |
| | 3,25 | 0,95 |
| | 3,50 | 1,00 |
| | 3,75 | 1,05 |
| Dua lajur tak terbagi | Total kedua arah | |
| | 5 | 0,56 |
| | 6 | 0,87 |
| | 7 | 1,00 |
| | 8 | 1,14 |
| | 9 | 1,25 |
| | 10 | 1,29 |
| 11 | 1,31 | |

(Sumber: MKJI, 1997)

2.8.3 Faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah (FCsp)

Berikut beberapa faktor yang memengaruhi FCsp:

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Untuk Pemisah Arah

| Pemisahan arah SP %-% | | | 70-30 | 65-35 | 60-40 | 55-45 | 50-50 |
|-----------------------|----------------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| FCsp | Jalan kota | Tipe 2/2 | 0,94 | 0,955 | 0,97 | 0,985 | 1,00 |
| | | Tipe 4/2 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,985 | 1,00 |
| FCsp | Jalan luar kota | Tipe 4/2 | 0,9 | 0,925 | 0,95 | 0,975 | 1,00 |
| | | Tipe 2/2 | 0,88 | 0,91 | 0,94 | 0,97 | 1,00 |
| FCsp | Jalan hambatan bebas | Tipe 2/2 | 0,88 | 0,97 | 0,94 | 0,97 | 1,00 |

(Sumber: MKJI, 1997)

2.8.4 Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk Hambatan Samping (FCsf)

Berikut penjabaran selengkapnya:

Tabel 2.7 Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCsf)

| Tipe Jalan | Kelas hambatan samping | Faktor penyesuaian untuk hambatan samping dan lebar bahu (FC _{sp}) | | | |
|------------|------------------------|--|------|------|-------|
| | | Lebar bahu efektif W _s | | | |
| | | ≤ 0,5 | 1,0 | 1,5 | ≥ 2,0 |
| 4/2D | VL | 0,96 | 0,98 | 1,01 | 1,03 |
| | L | 0,94 | 0,97 | 1,00 | 1,02 |
| | M | 0,92 | 0,95 | 0,98 | 1,00 |
| | H | 0,88 | 0,92 | 0,95 | 0,98 |
| | VH | 0,84 | 0,88 | 0,92 | 0,96 |
| 4/2 UD | VL | 0,96 | 0,99 | 1,01 | 1,03 |
| | L | 0,94 | 0,97 | 1,00 | 1,02 |
| | M | 0,92 | 0,95 | 0,98 | 1,00 |
| | H | 0,87 | 0,91 | 0,94 | 0,98 |
| | VH | 0,80 | 0,86 | 0,90 | 0,95 |
| 2/2 UD | VL | 0,94 | 0,96 | 0,99 | 1,01 |
| | L | 0,92 | 0,94 | 0,97 | 1,00 |
| | M | 0,89 | 0,92 | 0,95 | 0,98 |
| | H | 0,82 | 0,86 | 0,90 | 0,95 |

(Sumber: MKJI, 1997)

2.8.5 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCcs)

Berikut penjabaran selengkapnya:

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FCCS)

| Besaran penduduk/kota (juta) | FCCS |
|------------------------------|------|
| < 3,0 | 1,04 |
| 1,0-3,0 | 1,00 |
| 0,5-1,0 | 0,94 |
| 0,1-0,5 | 0,90 |
| <0,1 | 0,86 |

(Sumber: MKJI, 1997)

2.9 Derajat Kejenuhan (DS)

Rasio arus mengenai kapasitas dan tingkatan kinerja segmen dan simpang jalan disebut sebagai *degree of saturation* atau derajat kejenuhan (MKJI, 1997). Ada tidaknya permasalahan pada kapasitas segmen jalan bisa diketahui melalui nilai DS ini.

$$DS = \frac{Q}{C} \quad 2.15$$

dimana:

C = Kapasitas

Q = Arus lalu lintas

DS = Derajat kejenuhan.

2.10 Tingkat Pelayanan Ruas Jalan

MKJI (1997) menyebut bahwa diperlukan sebuah metode dalam mengukur kinerja jalan menjadi sebuah indikator atas kemacetan melalui *Level of Service* (LOS) atau tingkat pelayanan jalan. Fasilitas dan arus jalan sangat berpengaruh pada hasil LOS. Berikut peneliti sajikan kriteria LOS:

Tabel 2.9 Tingkat pelayanan jalan

| Tingkat pelayanan | $D - V/C$ | Kecepatan ideal (km/jam) | Kondisi/keadaan lalu lintas |
|-------------------|-------------|--------------------------|---|
| A | $<0,04$ | >60 | Lalu lintas lancar, kecepatan bebas |
| B | $0,04-0,24$ | $50-60$ | Lalu lintas agak ramai, kecepatan menurun |
| C | $0,25-0,54$ | $40-50$ | Lalu lintas ramai, kecepatan terbatas |
| D | $0,55-0,80$ | $35-40$ | Lalu lintas jenuh, kecepatan mulai rendah |

(Sumber: MKJI (1997))

2.11 PENELITIAN TERDAHULU

Peneliti perlu merangkum berbagai penelitian terdahulu yang mengkaji pembahasan serupa dengan topik yang akan diteliti sebagai perbandingan dan bahan kajian tambahan. Berikut beberapa penelitian terdahulu tersebut:

Tabel 2.10 Penelitian Terdahulu

| No | Nama | Tujuan Penelitian | Hasil Penelitian |
|----|------------------------------|---|---|
| 1. | Muhammad Zulrehansyah (2021) | Menghitung kepadatan, kecepatan, dan volume pada jalan Paus-Terubuk, Pekanbaru | Hasilnya ditemukan bahwa jam puncak volume lalu lintas jalan yang diamati berada pada pukul 17:00-18:00 WIB dengan nilai 1999,67 smp/jam di hari Selasa. Lalu jam puncak kecepatannya berada pada pukul 07:00-08:00 WIB dengan nilai 35 km/jam di hari Minggu. Sementara jam puncak kepadatannya berada pada pukul 12:00-13:00 WIB dengan nilai 69 smp/jam di hari Senin. |
| 2. | Sefrian Efendi (2022) | Menemukan hubungan diantara kerapatan, kecepatan, dan volume lalu lintas di jalan Karya Medan melalui metode Greenshield. | Kendaraan jenis sepeda motor sangat mendominasi komposisi pengguna jalan raya yang diteliti karena dari seluruh kendaraan yang melintas, ada sebanyak 0% kendaraan jenis UM, 0% kendaraan HV, 22% LV, dan 78% sisanya didominasi oleh kendaraan MC. |
| 3. | Chairit Afran Zai (2021) | Mengetahui dan menganalisis | Diketahui bahwa kapasitas jalan yang didapatkan sebesar 2.726 |

| No | Nama | Tujuan Penelitian | Hasil Penelitian |
|----|------|---|---|
| | | bagaimana evaluasi terhadap kapasitas ruas jalan H.M. SAID. | smp/jam yang artinya kondisi lalu lintas padat pada jam tertentu. Hambatan samping pada ruas jalan H.M. SAID tersebut telah didapatkan yaitu 226 kejadian dengan aktivitas sisi jalan rendah. |

(Sumber : Hasil penelitian, 2023)

BAB III

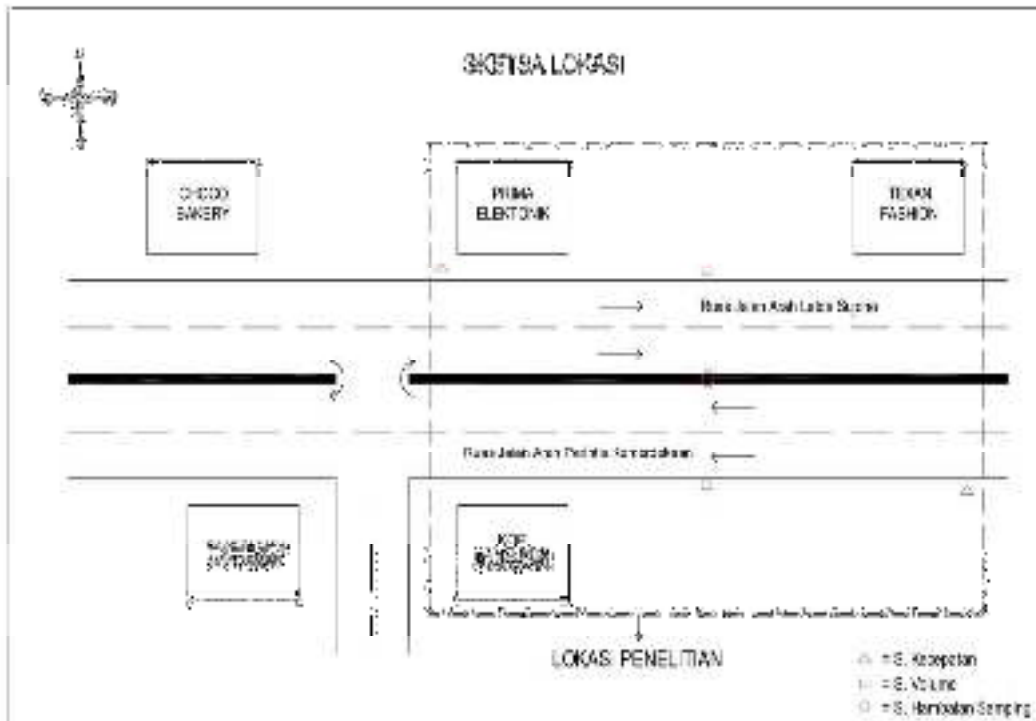
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Peneliti memilih ruas jalan Prof. H.M Yamin yang panjangnya mencapai 200 meter sebagai tempat lokasi diadakannya penelitian, berikut petanya:



Gambar 3.1 Peta Lokasi Survei
(sumber : google Maps, 2023)



Gambar 3.2 Sketsa Lokasi
(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

3.2 Waktu Survei Penelitian

Survei peneliti lakukan selama 2 minggu dan dilaksanakan pada jam-jam sibuk. Pengumpulan data dilakukan selama 6 jam dalam sehari dan dibagi menjadi tiga waktu yang berbeda, yakni 16:00-18:00 WIB, 11:00-13:00 WIB, serta 07:00-09:00 WIB.

3.3 Instrumen Penelitian

Pada penelitian ini, terdapat beragam jenis peralatan yang diperlukan dalam membantu pengambilan data oleh peneliti. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi :

1. Buku dan pulpen untuk mencatat hasil penelitian
2. Aplikasi penghitung banyaknya kendaraan yang melintas berdasarkan jenis kendaraannya berupa *Traffic Counter* yang bisa dipasang pada *smartphone*.
3. *Stopwatch*, untuk mengukur waktu waktu tempuh kendaraan
4. Roll meter, untuk mengukur lebar dan panjangnya jalan yang diamati
5. Kamera, digunakan untuk pengambilan dokumentasi
6. Penghitung dan pengolah data berupa komputer.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Kondisi sebuah data sangat menentukan setiap perencanaan dan tahapan analisisnya, oleh karena itu setiap data perlu dikumpulkan dengan teknik yang tepat dan sesuai. Data yang peneliti gunakan dan himpun nantinya berupa data sekunder maupun primer.

Peneliti melakukan survei langsung di lapangan dalam menghimpun data primernya. Adapun data yang diambil meliputi :

1. Geometrik jalan
Peneliti di sini mengukur lokasi penelitian secara langsung dengan cara mengukur lebar bahu, jalur, dan median jalan.
2. Volume lalu lintas
Peneliti memakai teknik manual dalam menghitung banyaknya kendaraan yang melintasi jalan dengan menempati sebuah titik di pinggir jalan dan mengamatinya secara jelas lalu mencatatnya dengan bantuan *traffic counter* yang kemudian dipindahkan ke formulir survei setelah total jumlahnya sudah didapatkan.

3. Hambatan samping

Peneliti di sini perlu mengamati berbagai jenis faktor yang dapat berpengaruh pada besaran kinerja lalu lintas yang ada, berupa adanya lahan sisi jalan yang digunakan untuk masuk dan keluar kendaraan, parkir sembarangan di bahu jalan, pemberhentian sembarangan oleh bus atau angkutan kota, adanya kendaraan kereta kuda, sepeda, becak atau lainnya yang berjalan dengan lambat, adanya PKL, penyeberang jalan, atau pejalan kaki.

4. Kecepatan kendaraan

Cara peneliti dalam menghitung kecepatan adalah dengan memvotat manual melalui *stopwatch* pada setiap kendaraan yang melintasi jalan sepanjang 100 meter lalu membaginya dengan jarak tempuhnya.

Sedangkan data sekunder diperoleh secara tidak langsung melainkan diperoleh dari pihak lain. Adapun data sekunder meliputi :

1. MKJI tahun 1997
2. Peta lokasi penelitian.

3.5 Analisa Data

Analisa data dilakukan berdasarkan data yang berasal dari survei yang sebelumnya telah peneliti lakukan, data tersebut dianalisis dengan prosedur MKJI 1997. Kemudian antar kepadatan, kecepatan, dan volume jalannya dianalisa dan dicari keterkaitannya satu sama lain melalui metode *Greenshields*.

3.5.1 Data Demografi Kota Medan

Sebagai salah satu provinsi yang mempunyai banyak penduduk di Indonesia, BPS mencatat bahwa tahun 2021 kepadatan dari wilayah Kota Medan sebesar 9.283 jiwa/km² dengan total jiwa sebanyak 2.460.858 penduduk.

3.5.2 Analisa Volume Lalu Lintas

Banyaknya kendaraan yang melintasi sebuah ruas/segmen jalan tertentu dalam kurun waktu yang telah ditentukan disebut sebagai volume lalu lintas.

3.5.3 Hambatan Samping

Kinerja sebuah lalu lintas bisa dipengaruhi oleh beragam faktor yang disebut hambatan samping berupa SMV (kendaraan lambat), EEV (kendaraan yang masuk/keluar), PSV (kendaraan yang berhenti/parkir), dan PED (pejalan kaki).

3.6 Kondisi Eksisting Geometrik Jalan

Jalan Prof. H.M. Yamin merupakan salah satu jalan di Kota Medan dengan tipe lajur 4/2D yang menjadi penghubung berbagai pusat kegiatan bisanis maupun perekonomian.

Adapun hasil pengukuran langsung dilapangan, diperoleh data eksisting geometrik jalan berikut:

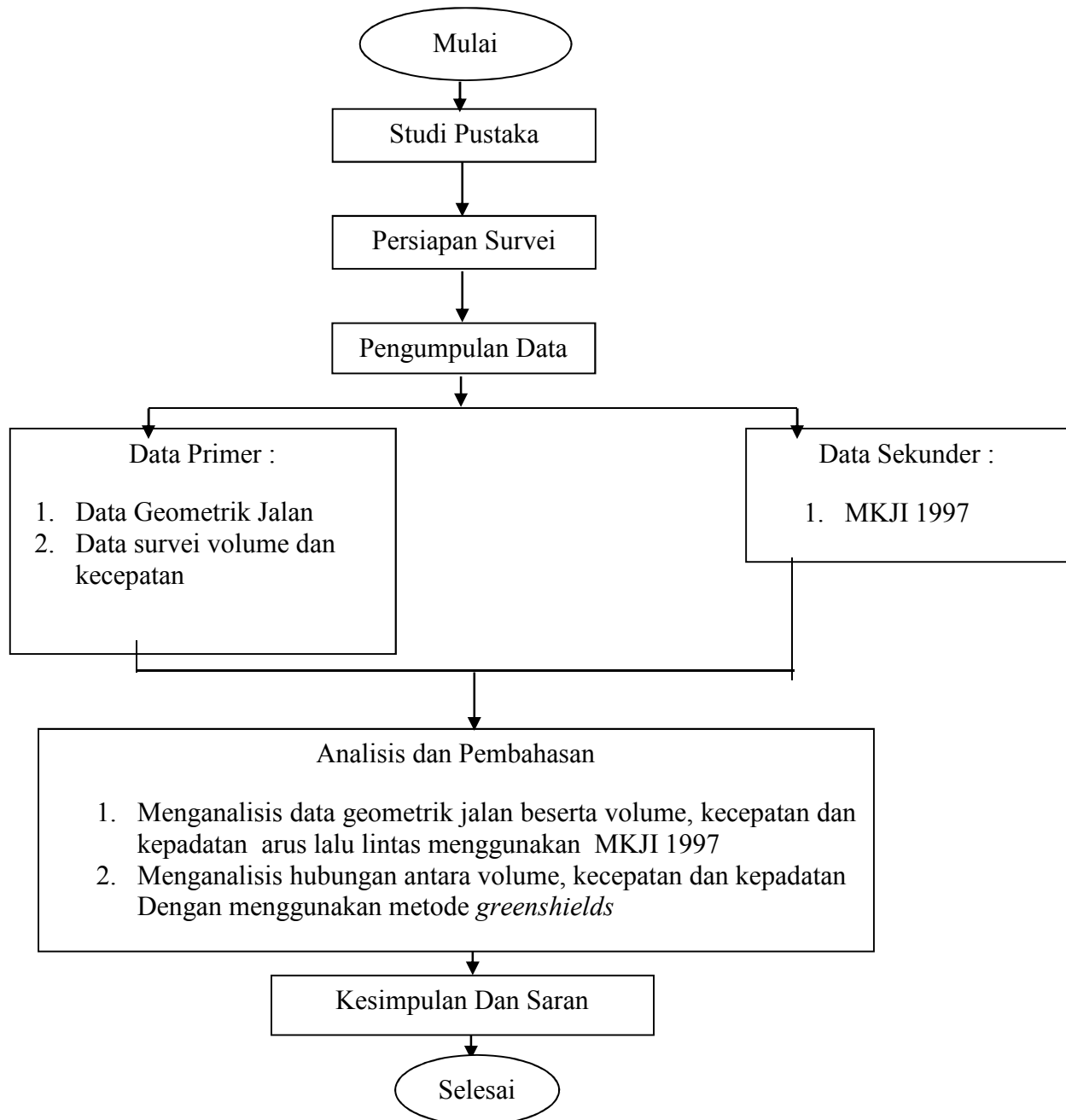
Tabel 3.1 Data Eksisting Geometrik Jalan

| No | Uraian | Keterangan |
|----|--------------|------------|
| 1. | Lebar jalan | 12m |
| 2. | Tipe jalan | 4/2D |
| 3. | Lebar median | 0,4m |
| 4. | Lebar lajur | 0,3m |

(Sumber : Hasil Penelitian, 2023)

3.7 Bagan Alir Penelitian

Pelaksanaan penelitian yang baik ialah penelitian yang dijalankan sesuai konsep di mana seluruh tahapan atau prosedurnya dilakukan secara runtut. Atas dasar inilah, maka peneliti menyajikan bagan alir berikut sebagai gambaran seluruh tahapan yang harus dilakukan:



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

