

**ANALISA HUBUNGAN KECEPATAN, KEPADATAN DAN VOLUME
LALU LINTAS DENGAN METODE *GREENSHIELD* DAN *GREENBERG*
(STUDI KASUS : JALAN PROFESSOR HAJI MUHAMMAD YAMIN)**

TUGAS AKHIR

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

Disusun oleh :

DORMAWATI GULTOM
19310045

Telah diuji dihadapan Tim Penguji Tugas Akhir pada tanggal 07 Februari 2024
dan dinyatakan telah lulus sidang sarjana :

Disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I

Surta Ria N. Panjaitan,ST.,MT

Dosen Pembimbing II

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

Dosen Penguji I

Ir. Yetty Riris Rotua Saragi, S.T.,M.T.,IPU,ACPE

Dosen Penguji II

Ir. Salomo Simanjuntak,MT

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi

Ir. Yetty Riris Rotua Saragi, S.T.,M.T.,IPU,ACPE

Tiurma Elita Saragi, S.T.,M.T

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemacetan lalu lintas merupakan persoalan yang krusial pada transportasi darat baik dibidang transportasi perkotaan (*urban transportation*) dan transportasi antar kota (*rural transportation*). Kemacetan lalu lintas muncul terutama disebabkan oleh tingginya penambahan pengguna kendaraan yang tidak seimbang dengan peningkatan prasarana transportasi, urbanisasi yang cepat, dan pertumbuhan populasi serta mobilitas harian terjadi dengan pesat. Terciptanya arus lalu lintas yang aman, selamat, tertib, dan lancar merupakan tujuan diselenggarakan lalu lintas.

Di wilayah perkotaan, sangat penting untuk mengetahui informasi berkenaan pergerakan arus lalu lintas. Hal ini karena kemacetan lalu lintas di wilayah metropolitan terus meningkat. Pergerakan arus lalu lintas sangat diutamakan untuk perencanaan, perancangan, dan penerapan kebijakan sistem transportasi yang berbeda. Kemampuan untuk menangani arus lalu lintas yang padat bergantung pada kondisi fisik jalan, karakteristik lalu lintas, serta kuantitas dan kualitas lalu lintas. Teori pergerakan arus lalu lintas menggambarkan kuantitas dan kualitas lalu lintas sehingga dapat ditetapkan sistem terbaik untuk menangani lalu lintas melalui kebijakan sistem transportasi. Setelah menggunakan teori pergerakan, digunakan pendekatan matematis untuk mengkaji gejala-gejala yang timbul pada arus lalu lintas.

Jalan Professor Haji Muhammad Yamin, Kecamatan Medan Perjuangan merupakan jalan umum yang cukup padat lalu lintas disebabkan kondisi peruntukan samping jalan digunakan pertokoan, perhotelan, dan tempat tinggal. Hal ini menyebabkan meningkatnya volume lalu lintas khususnya pada jam-jam puncak. Faktor pemicu lainnya yaitu angkutan umum yang berhenti sembarangan, serta kendaraan yang keluar dan masuk tempat parkir. Akibatnya, kecepatan arus lalu lintas dan kinerja ruas jalan tersebut menurun.

Penyelesaian terhadap suatu kemacetan lalu lintas tidak menutup kemungkinan akan terjadinya persoalan baru pada kemudian hari karena adanya peralihan. Oleh

sebab itu, untuk menanggulangi kemacetan lalu lintas, maka perlu memperoleh manajemen lalu lintas dengan menganalisis bagaimana perilaku dan karakteristik lalu lintas pada ruas jalan tersebut. Karakteristik arus lalu lintas meliputi 3 (tiga) parameter utama yang saling berkaitan satu sama lainnya secara matematis, yaitu kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas.

Perilaku lalu lintas dapat diatasi dengan memvisualisasikannya sebagai hubungan matematis dan grafis. Peningkatan volume lalu lintas dapat menimbulkan perubahan perilaku lalu lintas. Sehingga, terdapat hubungan teoritis antara volume, kecepatan dan kepadatan. Berdasarkan uraian di atas, maka penulis melakukan penelitian pada ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan dengan judul “Analisa Hubungan Kecepatan, Kepadatan, dan Volume Lalu Lintas Dengan Metode *Greenshield*, dan *Greenberg*” untuk mengetahui perilaku lalu lintas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa masalah:

1. Berapa kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas pada ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan?
2. Bagaimanakah indeks tingkat pelayanan di ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan?
3. Bagaimana hubungan matematis antara kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas dengan Metode *Greenshield* dan *Greenberg* pada ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui kecepatan, kepadatan, dan volume lalu lintas ruas Jalan Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan.
2. Mengetahui indeks tingkat pelayanan pada ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan.

3. Mengetahui hubungan matematis antara kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas dengan Metode *Greenshield* dan *Greensberg*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian hanya dilakukan di ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan.
2. Analisis perhitungan kecepatan, kepadatan dan volume lalu lintas serta inventarisasi lalu lintas menggunakan Metode *Greenshield* dan *Greensberg*.
3. Survei arus lalu lintas dilakukan selama 7 (tujuh) hari pada waktu puncak yakni pada pagi hari pukul 07.00 - 09.00 WIB, siang hari pukul 12.00 - 14.00 dan pada sore hari pukul 16.00 – 18.00 WIB.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui kecepatan, kepadatan, dan volume lalu lintas pada ruas jalan
2. Mengetahui indeks tingkat pelayanan pada ruas jalan
3. Penelitian ini diharapkan mampu membantu memberikan informasi kepada akademisi, maupun orang yang berkepentingan dalam hal manajemen lalu lintas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Jalan

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 No. 34 tahun 2006).

2.2 Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik arus lalu lintas pada suatu area menarik untuk diteliti dan dikaji, dimana temuan tersebut dapat digunakan untuk menggambarkan keadaan ruas jalan yang ada (Hendrata, 2007). Faktor-faktor tersebut menyebabkan fluktuasi arus lalu lintas pada setiap keadaan, oleh karena itu diperlukan parameter volume, kecepatan, dan kepadatan yang dapat dijadikan sebagai dasar perencanaan atau sebagai representasi keadaan ruas jalan tersebut.

2.2.1 Volume lalu lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan yang melintasi suatu jalur atau garis tertentu pada suatu penampang melintang jalan. Data pencacahan volume lalu

lintas adalah informasi yang diperlukan untuk tahap perencanaan, desain, manajemen sampai pengoperasian jalan (Sukirman, 1994).

Volume lalu lintas didapat dengan menjumlahkan kendaraan yang melewati suatu titik pada fasilitas jalan raya selama periode waktu tertentu. Volume lalu lintas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.1.

$$Q = \frac{n}{t} \quad 2.1$$

Keterangan :

Q = Volume lalu lintas (smp/jam)

n = Jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan (smp)

t = Waktu pengamatan (jam)

2.2.2 Kecepatan Lalu Lintas

Kecepatan adalah perubahan jarak kendaraan yang melintas ke tujuan dengan menggunakan satuan kilometer per jam (km/jam) (Morlok, E. K. 1991). Kecepatan lalu lintas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.2.

$$S = \frac{d}{t} \quad 2.2$$

Keterangan:

S = Kecepatan (km/jam, m/det)

d = Jarak tempuh kendaraan (km, m)

t = Waktu tempuh kendaraan (jam, detik)

2.2.3 Kepadatan Lalu Lintas

Kepadatan merupakan jumlah kendaraan saat melintasi ruas jalan dengan arus kendaraan yang beragam pada waktu tertentu dan dapat dinyatakan pada satuan jarak (Morlok, E. K. 1991). Kepadatan lalu lintas dapat dihitung menggunakan persamaan 2.3.

$$D = \frac{Q}{S} \quad 2.3$$

Keterangan :

- D = Kepadatan lalu lintas (smp/jam)
- Q = volume lalu lintas (smp/jam)
- S = kecepatan (km/jam)

2.3 Komposisi Lalu Lintas

Menurut MKJI (1997), nilai arus lalu lintas (Q) adalah komposisi lalu lintas, dengan menyatakan arus dalam satuan mobil penumpang (smp). Semua nilai arus lalu lintas (per arah dan total) dikonversi ke dalam satuan mobil penumpang (smp) dengan menggunakan faktor ekivalensi mobil penumpang (emp) yang diturunkan secara empiris untuk tipe kendaraan sebagai berikut :

1. Kendaraan ringan (LV) : mobil penumpang, minibus, *pick up*, truk kecil dan *jeep*
2. Kendaraan berat (HV) : truk dan bus.
3. Sepeda motor (MC).

Untuk menghitung arus kendaraan digunakan persamaan 2.4.

$$Q = \{(emp_{LV} \times LV) + (emp_{HV} \times HV) + (emp_{MC} \times MC)\} \quad 2.4$$

Keterangan :

- Q = Jumlah arus kendaraan (smp)
- Emp = Ekivalensi mobil penumpang
- LV = Kendaraan ringan
- HV = Kendaraan berat
- MC = Sepeda motor

Ekivalensi masing-masing jenis kendaraan tergantung pada tipe jalan dan arus lalu lintas total yang dinyatakan dalam kend/jam. Penentuan ekivalensi mobil penumpang untuk jalan perkotaan dan satu arah dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Nilai emp untuk Jalan Perkotaan Terbagi dan Satu Arah

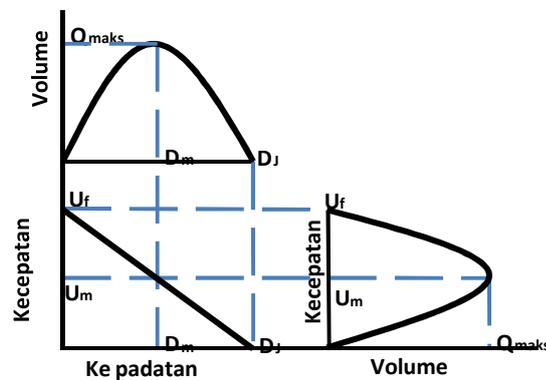
Tipe Jalan : Jalan Satu Arah Dan Jalan Terbagi	Arus Lalu Lintas Per Lajur (Kend/Jam)	emp		
		HV	MC	LV
Dua-lajur satu-arah (2/1) dan	0	1,3	0,40	1,0

Empat-lajur terbagi (4/2D)	≥ 1050	1,2	0,25	1,0
Tiga-lajur satu-arah (3/1) dan	0	1,3	0,40	1,0
Enam-lajur terbagi (6/2D)	≥ 1100	1,2	0,25	1,0

(Sumber: MKJI, 1997)

2.4 Hubungan Volume dengan Kecepatan dan Kepadatan

Hubungan antara variabel volume, kecepatan, dan kepadatan, dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hubungan Volume dengan Kecepatan Dan Kepadatan

(Sumber: Indrajaya, 2012)

Keterangan:

Q_m = kapasitas atau volume maksimum (smp/jam)

U_m = kecepatan maksimum (km/jam)

D_m = Kepadatan maksimum (smp/jam)

U_f = Kecepatan sangat rendah (km/jam)

D_j = Kepadatan macet total (smp/jam)

Berdasarkan Gambar 2.1 mengenai karakteristik hubungan ketiga parameter utama lalu lintas dapat diterangkan sebagai berikut :

1. Ketika kepadatan mendekati nilai nol, volume lalu lintas juga semakin mendekati nilai nol memiliki arti tidak ada kendaraan melintas pada lokasi pengamatan. Dalam kondisi arus bebas, kecepatan akan mencapai kecepatan rata-rata.

2. Apabila kepadatan meningkat dari nilai nol, maka volume lalu lintas juga akan meningkat. Hingga pada kepadatan tertentu akan tercapai suatu titik dimana bertambahnya kepadatan akan membuat volume menjadi turun.
3. Pada kondisi kepadatan mencapai kondisi maksimum atau disebut kepadatan kondisi jenuh kecepatan perjalanan akan mendekati nilai nol, demikian juga arus lalu lintas akan mendekati nilai nol karena tidak memungkinkan kendaraan untuk dapat melaju lagi.
4. Keadaan arus di bawah kapasitas dapat terjadi pada dua keadaan, yakni :
 - a. Ketika terdapat kepadatan rendah dan kecepatan tinggi (kondisi A)
 - b. Ketika terdapat kepadatan tinggi dan kecepatan rendah (kondisi B).

2.4.1 Hubungan Volume Dan Kecepatan

Hubungan mendasar antara volume dan kecepatan menyatakan bahwa bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata akan menurun sampai tercapai kepadatan kritis (volume maksimum). Setelah kepadatan kritis tercapai maka kecepatan rata-rata dan volume akan menurun (MKJI, 1997).

2.4.2 Hubungan kecepatan dan kepadatan

Peningkatan kepadatan akan mengakibatkan penurunan kecepatan. Apabila kepadatan sama dengan nol maka kecepatan berada pada arus bebas, dan pada saat kecepatan sama dengan nol maka akan terjadi kemacetan (MKJI, 1997).

2.4.3 Hubungan volume dan kepadatan

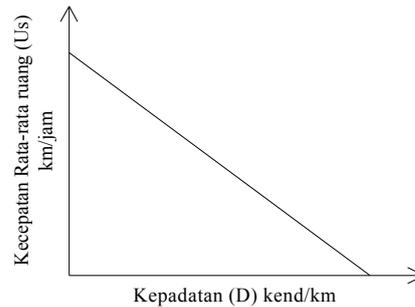
Volume maksimum (Q_m) terjadi ketika kepadatan mencapai titik D_m (kapasitas ruas jalan telah terlampaui). Setelah ini, kepadatan akan naik dan volume menurun sampai kemacetan mencapai titik D_j (MKJI, 1997).

2.5 Metode Hubungan Kecepatan, Kepadatan dan Volume Lalu-Lintas

Terdapat 2 (dua) jenis metode yang dapat digunakan untuk merepresentasikan hubungan matematis antara parameter volume, kecepatan dan kepadatan, yaitu: model *Greenshield* dan model *Greenberg*.

2.5.1 Model Greenshield

Metode *Greenshield* (1935), adalah metode umum yang menghubungkan kecepatan arus, dan kepadatan *Greenshield* mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier (Tamin, O. Z. 2000). Hubungan paramater tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Menurut *Greenshield*

(Sumber : Saputra & Savitri, 2021)

Hubungan kecepatan dengan kepadatan :

$$U_s = U_f - \frac{U_f}{D_j} \cdot D \quad 2.5$$

Hubungan volume dengan kepadatan:

$$Q = U_f \cdot D - \frac{U_f}{D_j} \cdot D^2 \quad 2.6$$

Hubungan volume dengan kecepatan:

$$Q = D_j \cdot U_s - \frac{D_j}{U_f} \cdot U_s^2 \quad 2.7$$

Nilai volume maksimum

$$Q_m = \frac{D_j \cdot U_f}{4} \quad 2.8$$

Nilai kecepatan maksimum

$$U_m = \frac{U_f}{2} \quad 2.9$$

Nilai kepadatan maksimum

$$D_m = \frac{D_j}{2} \quad 2.10$$

Kepadatan jenuh

$$D_j = -\frac{A}{B} \quad 2.11$$

Keterangan :

U_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

U_f = kecepatan arus bebas (km/jam)

D_j = Kepadatan saat macet (smp/jam)

D = Kepadatan lalu lintas (smp/jam)

Q = Volume (smp/jam)

Q_m = Volume maksimum (smp/jam)

U_m = Kecepatan maksimum (km/jam)

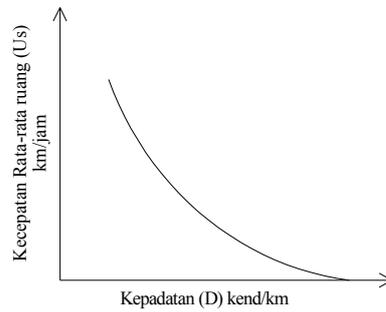
D_m = Kepadatan maksimum (smp/jam)

A = Konstanta regresi

B = Koefisien regresi

2.5.2 Metode *Greenberg*

Metode *Greenberg* (1959) mengembangkan model untuk mengukur kecepatan, volume, dan kepadatan di *Lincoln Tunnel* (Terowongan Lincoln) dan mengasumsikan bahwa hubungan matematis kecepatan – kepadatan merupakan fungsi logaritmik. Kelemahan pada model ini adalah ketidakmampuan menghitung kecepatan bebas rata-rata (Tamin, O. Z. 2000). Hubungan parameter tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Menurut *Greenberg*

(Sumber : Saputra & Savitri, 2021)

Rumus dasar dari *Greenberg* adalah:

$$D = c \cdot e^{bUs} \quad 2.12$$

Hubungan kecepatan dengan kepadatan :

$$Us = \ln(D) \cdot B + A \quad 2.13$$

Hubungan volume dengan kepadatan :

$$Q = D \cdot \ln(D) \cdot B + D \cdot A \quad 2.14$$

Hubungan volume dengan kecepatan :

$$Q = Us \cdot Dj \cdot e^{(bUs)} \quad 2.15$$

Volume maksimum

$$Qm = \frac{Dj}{be} \quad 2.16$$

Kecepatan maksimum

$$Um = \frac{1}{b} \quad 2.17$$

Kepadatan maksimum

$$Dm = \frac{Dj}{e} \quad 2.18$$

Kepadatan Jenuh

$$D_j = \exp \frac{A}{B}$$

2.19

Keterangan:

A = Konstanta regresi

B = Koefisien regresi

c,b = Konstanta

Ln = Logaritma alami

e = exp (1)

Q = Volume (smp/jam)

D = Kepadatan (smp/jam)

D_j = Kepadatan pada saat macet (smp/jam)

U_s = Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)

U_m = Kecepatan maksimum (km/jam)

D_m = Kepadatan maksimum (smp/jam)

Q_m = Volume maksimum (smp/jam)

2.6 Analisis Regresi Linear

Regresi Linear adalah suatu metode statistik yang digunakan untuk mengukur pengaruh antara variabel bebas/*predictor* (X) dan variabel tidak bebas/*response* (Y) (Sugiyono, 2011). Analisa regresi linear juga dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki.

Analisis regresi digunakan untuk mengidentifikasi karakteristik hubungan kecepatan dengan kepadatan dalam pendekatan lalu lintas. Peubah tidak bebas antara keduanya dalam penelitian ini bersifat linier. Demikian pula, ada hubungan linier antara kecepatan linier dan kepadatan (Sugiyono, 2005). Hubungan fungsi regresi linier antara peubah bebas dan tidak bebas ditulis dengan persamaan 2.20.

$$Y = A + BX \quad 2.20$$

Dalam menentukan besarnya konstanta A dan koefisien regresi (B), digunakan Persamaan 2.21 dan 2.22.

$$A = \bar{Y} - B\bar{X} \quad 2.21$$

$$B = \frac{n \sum XiYi - \sum Xi \sum Yi}{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2} \quad 2.22$$

Keterangan :

$$\bar{Y} = \sum Yi/n$$

$$\bar{X} = \sum Xi/n$$

n = Jumlah sampel

A = Konstanta regresi

B = Koefisien regresi

Yi = Variabel dependen

Xi = Variabel independen

2.7 Analisis Korelasi

Koefisien korelasi (r) digunakan untuk menyatakan kekuatan hubungan antara variabel bebas dan tidak bebas. Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai +1 (-1 < r < +1). Tidak ada hubungan antara variabel bebas dan tidak bebas jika nilai koefisien korelasi sama dengan 0 (nol), sedangkan hubungan linear sempurna terjadi jika nilai koefisien korelasi sama dengan 1 atau -1. Tanda positif/negatif bergantung pada apakah kedua variabel tersebut mempunyai hubungan positif atau negatif (Sugiyono, 2012). Untuk menghitung koefisien korelasi dapat digunakan Persamaan 2.23.

$$r = \frac{n \sum XiYi - \sum Xi \sum Yi}{\sqrt{\{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2\} \{n \sum Yi^2 - (\sum Yi)^2\}}} \quad 2.23$$

Keterangan :

r = Koefisien korelasi

n = Banyaknya sampel

X_i = Variabel independen

Y_i = Variabel dependen

Nilai koefisien korelasi dikuadratkan untuk mendapatkan koefisien determinasi (r^2) yang digunakan sebagai determinan koefisien yang bertujuan untuk mengetahui ketepatan fungsi regresi (Tamin, 2008). Dalam menentukan hubungan antara variabel bebas dan tidak bebas dan mengetahui interpretasi hubungannya dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi

Nilai korelasi (r)	Keterangan
0	Tidak ada korelasi
0,00 – 0,199	Korelasi Sangat Rendah
0,20 – 0,399	Korelasi Rendah
0,40 – 0,599	Korelasi Sedang
0,60 – 0,799	Korelasi Kuat
0,80 – 1,00	Korelasi Sangat Kuat

(Sumber: Sugiyono, 2012)

2.8 Hambatan samping

Menurut PKJI (2014), hambatan samping adalah kegiatan di samping (sisi jalan) yang berdampak terhadap kinerja lalu lintas. Aktifitas pada sisi jalan sering menimbulkan konflik yang berpengaruh terhadap lalu lintas terutama pada kapasitas jalan dan kecepatan lalu lintas jalan perkotaan. Jenis hambatan samping jalan dan faktor berbobotnya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Jenis Hambatan Samping Jalan

Tipe Kejadian	Simbol	Faktor Berbobot
Pejalan kaki, Penyebrang jalan	PED	0,5

Kendaraan berhenti atau parkir	PSV	1,0
Kendaraan keluar + masuk	EEV	0,7
Kendaraan lambat	SMW	0,4

(Sumber: MKJI, 1997)

Tingkat hambatan samping dikelompokkan ke dalam 5 (lima) kelas sebagai fungsi dari frekuensi kejadian hambatan samping sepanjang segmen jalan yang diamati. Kelas hambatan samping dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kelas Hambatan Samping Untuk Jalan Perkotaan

Kelas Hambatan Samping (Sfc)	Kode	Jumlah Berbobot Kejadian Per 200 M Per Jam (Dua Sisi)	Kondisi Khusus
Sangat rendah	VI	<100	Daerah permukiman; jalan samping tersedia.
Rendah	L	100 – 299	Daerah permukiman; beberapa angkutan umum dsb.
Sedang	M	300 – 499	Daerah industri; beberapa toko sisi jalan.
Tinggi	H	500 – 899	Daerah komersial; aktivitas sisi jalan tinggi.
Sangat tinggi	VH	>900	Daerah komersial; aktivitas pasar sisi jalan.

(Sumber: MKJI, 1997)

2.9 Analisis Kapasitas

Kapasitas suatu jalan didefinisikan sebagai arus maksimum yang melewati suatu titik di jalan yang dapat dipertahankan per-satuan jam pada kondisi tertentu (Bina Marga, 1997) kapasitas dapat dihitung dengan persamaan 2.24.

$$C = C_0 \cdot FC_W \cdot FC_{SP} \cdot FC_{SF} \cdot FC_{CS}$$

2.24

Keterangan :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_W = Faktor penyesuaian lebar jalan

FC_{SP} = Faktor penyesuaian pemisah arah

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan/kereb

FC_{CS} = Faktor penyesuaian untuk ukuran kota

2.9.1 Kapasitas Dasar (C_0)

Kapasitas ruas jalan pada keadaan ideal, karakteristik geometrik, pola arus lalu lintas, dan faktor yang diidentifikasi berdasarkan MKJI (1997) dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Kapasitas Dasar Jalan Perkotaan

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

(Sumber: MKJI, 1997)

2.9.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kapasitas Jalan

Faktor yang mempengaruhi kapasitas suatu jalan antara lain:

- a. Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_W)

Menurut MKJI (1997), Untuk menentukan faktor penyesuaian kapasitas yang disebabkan lebar jalur lalu lintas jalan dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.6.

Tabel 2.6 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas FC_W

Tipe Jalan	Lebar Jalur Lalu-Lintas Efektif (W_C) (m)	FC_W
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
	4,00	1,09
Dua lajur tak terbagi	Total dua arah	
	5	0,56
	6	0,87
	7	1,00
	8	1,14
	9	1,25
	10	1,29
	11	1,34

(Sumber: MKJI, 1997)

b. Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FC_{SP})

Menurut MKJI (1997), Nilai dari faktor penyesuaian kapasitas jalan perkotaan untuk pemisah arah lalu lintas dapat ditentukan dengan menggunakan Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Faktor Kapasitas Jalan Perkotaan untuk Pemisah Arah (FC_{SP})

Pemisahan Arah SP % - %		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
FC_{SP}	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

	Empat lajur 4/2	1,00	0,985	0,97	0,955	0,94
--	-----------------	------	-------	------	-------	------

(Sumber: MKJI, 1997)

c. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Hambatan Samping (FC_{SF})

Faktor penyesuaian kapasitas untuk pengaruh hambatan samping dan lebar bahu pada Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada jalan perkotaan berdasarkan MKJI (1997) dapat dilihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Faktor Penyesuaian Pengaruh Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{SF}) pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Jalan Perkotaan

Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Untuk Hambatan Samping dan Lebar Bahu (FC_{SF})			
		Lebar bahu efektif W_s			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	Sangat rendah	0,96	0,98	1,01	1,03
	rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	tinggi	0,88	0,92	0,95	0,98
	Sangat tinggi	0,84	0,88	0,92	0,96
4/2 UD	Sangat rendah	0,96	0,99	1,01	1,03
	rendah	0,94	0,97	1,00	1,02
	Sedang	0,92	0,95	0,98	1,00
	tinggi	0,87	0,91	0,94	0,98
	Sangat tinggi	0,80	0,86	0,90	0,95

(Sumber: MKJI, 1997)

Tabel 2.9 Faktor Pengaruh Hambatan Samping dan Jarak Kereb Penghalang

Tipe Jalan	Kelas Hambatan	Faktor Penyesuaian Untuk Hambatan Samping Dan Jarak Kereb Penghalang FC_{SF}
------------	----------------	--

	Samping	Jarak Kereb – Penghalang (W_K)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 D	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,94	0,96	0,98	1,00
	M	0,91	0,93	0,95	0,98
	H	0,86	0,89	0,92	0,95
Tipe Jalan	Kelas Hambatan Samping	Faktor Penyesuaian Untuk Hambatan Samping Dan Jarak Kereb Penghalang FC_{SF}			
		Jarak Kereb – Penghalang (W_K)			
		$\leq 0,5$	1,0	1,5	$\geq 2,0$
4/2 UD	VH	0,81	0,85	0,88	0,92
	VL	0,95	0,97	0,99	1,01
	L	0,93	0,95	0,97	1,00
	M	0,90	0,92	0,95	0,97
	H	0,84	0,87	0,90	0,93
	VH	0,77	0,81	0,85	0,90
2/2 UD atau Jalan satu - arah	VL	0,93	0,95	0,97	0,99
	L	0,90	0,92	0,95	0,97
	M	0,86	0,88	0,91	0,94
	H	0,78	0,81	0,84	0,88
	VH	0,68	0,72	0,77	0,82

(Sumber: MKJI, 1997)

d. Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS})

Faktor Penyesuaian Kapasitas untuk Ukuran Kota (FC_{CS}) berdasarkan MKJI (1997) Faktor penyesuaian kapasitas untuk ukuran kota (FC_{CS}) pada jalan perkotaan dapat dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Faktor Penyesuaian Untuk Pengaruh Ukuran Kota Pada Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan Jalan Perkotaan

Ukuran Kota (Juta Penduduk)	Faktor Penyesuaian Untuk Ukuran Kota
--------------------------------	--------------------------------------

< 0,1	0,86
0,1 - 0,5	0,90
0,5 - 1,0	0,94
1,0 - 3,0	1,00
> 3,0	1,04

(Sumber: MKJI, 1997)

2.10 Derajat kejenuhan

Derajat kejenuhan adalah rasio arus lalu lintas terhadap kapasitas, digunakan sebagai faktor utama dalam penentuan tingkat kinerja simpang dan segmen jalan (MKJI, 1997). Nilai derajat kejenuhan menyatakan apakah ruas jalan tersebut memiliki permasalahan kapasitas atau tidak. Derajat kejenuhan dihitung dengan arus dan kapasitas, keduanya dinyatakan dalam satuan smp/jam. Derajat kejenuhan digunakan untuk menguji perilaku lalu lintas berhubungan dengan kecepatan. Persamaan derajat kejenuhan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.25.

$$DS = \frac{Q}{C} \quad 2.25$$

Keterangan :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Volume lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas (smp/jam)

2.11 Tingkat Pelayanan Jalan

Menurut KM 14 (2006), tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan, Tingkat pelayanan diklasifikasikan sebagai ukuran kinerja suatu ruas jalan atau persimpangan yang dihitung berdasarkan tingkat penggunaan jalan, berupa kecepatan, kepadatan, dan hambatan yang timbul. Tingkat pelayanan jalan berdasarkan KM 14 Tahun 2006 dibagi menjadi 6 (enam) kelas, antara lain :

1. Tingkat pelayanan A

- a) arus bebas dengan volume lalu lintas sedikit dan kecepatan tinggi.

- b) kepadatan lalu lintas yang sangat rendah dengan kecepatan yang dikendalikan pengemudi berdasarkan batasan kecepatan yang ditetapkan dan kondisi jalan sebenarnya.
 - c) pengendara dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan dengan sedikit atau tanpa tundaan.
2. Tingkat pelayanan B
- a) arus stabil dengan volume lalu lintas sedang dan kecepatan dibatasi oleh kondisi lalu lintas.
 - b) kepadatan lalu lintas yang rendah hambatan internal lalu lintas tidak memengaruhi kecepatan.
 - c) fleksibilitas yang cukup bagi pengemudi untuk memilih jalur yang akan digunakan dan kecepatannya sendiri.
3. Tingkat pelayanan C
- a) arus stabil dengan peningkatan volume lalu lintas yang mengendalikan kecepatan dan pergerakan kendaraan.
 - b) kepadatan lalu lintas sedang karena semakin banyaknya hambatan lalu lintas internal.
 - c) pengemudi untuk memilih kecepatan, pindah lajur atau melewati dibatasi.
4. Tingkat pelayanan D
- a) arus menjadi semakin tidak stabil, dengan volume lalu lintas yang tinggi dan kecepatan masih dapat ditoleransi namun sangat dipengaruhi oleh perubahan kondisi arus.
 - b) kepadatan lalu lintas sedang, namun variasi volume lalu lintas dan hambatan secara sporadis dapat mengakibatkan penurunan kecepatan yang signifikan.
 - c) pengemudi memiliki kendali yang minim terhadap kendaraannya, dengan tingkat kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditoleransi untuk jangka waktu yang singkat.
5. Tingkat pelayanan E
- a) Volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan dan kecepatan sangat rendah;
 - b) kepadatan lalu lintas tinggi karena hambatan lalu lintas internal yang tinggi.
 - c) kemacetan lalu lintas jangka pendek mulai terjadi pada pengemudi.
6. Tingkat pelayanan F
- a) Volume tertahan dan terdapat antrean kendaraan yang panjang.

- b) Terjadinya kepadatan lalu lintas yang tinggi dan volume yang rendah sehingga mengakibatkan kemacetan yang berkepanjangan.
- c) Pada saat terjadi kondisi antrean, kecepatan maupun volume berkurang hingga mencapai 0 (nol).

Tingkat pelayanan berdasarkan KM 14 (2006) tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan diklasifikasikan seperti Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Karakteristik Tingkat Pelayanan (LOS)

Tingkat Pelayanan	Karakteristik Tingkat Pelayanan (LOS) Karakteristik – Karakteristik	Derajat Kejenuhan
A	Arus bebas ; volume rendah dan kecepatan tinggi, pengemudi dapat memilih kecepatan yang dikehendaki.	0,00 - 0,20
B	Arus stabil ; kecepatan sedikit terbatas oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan luar kota.	0,20 - 0,44
C	Arus stabil ; tetapi kecepatan dikontrol oleh lalu lintas, volume pelayanan yang dipakai untuk desain jalan perkotaan	0,45 - 0,74
D	Arus mendekati tidak stabil ; kecepatan operasi menurun relatif cepat akibat hambatan yang timbul dan kebebasan bergerak relatif kecil.	0,75 - 0,84
E	Berbeda - beda terkadang berhenti, volume mendekati kapasitas.	0,85 - 1,00
F	Rendah, volume di bawah kapasitas, antrian panjang, dan terjadi hambatan - hambatan yang besar.	>1,00

(Sumber : KM 14,2006)

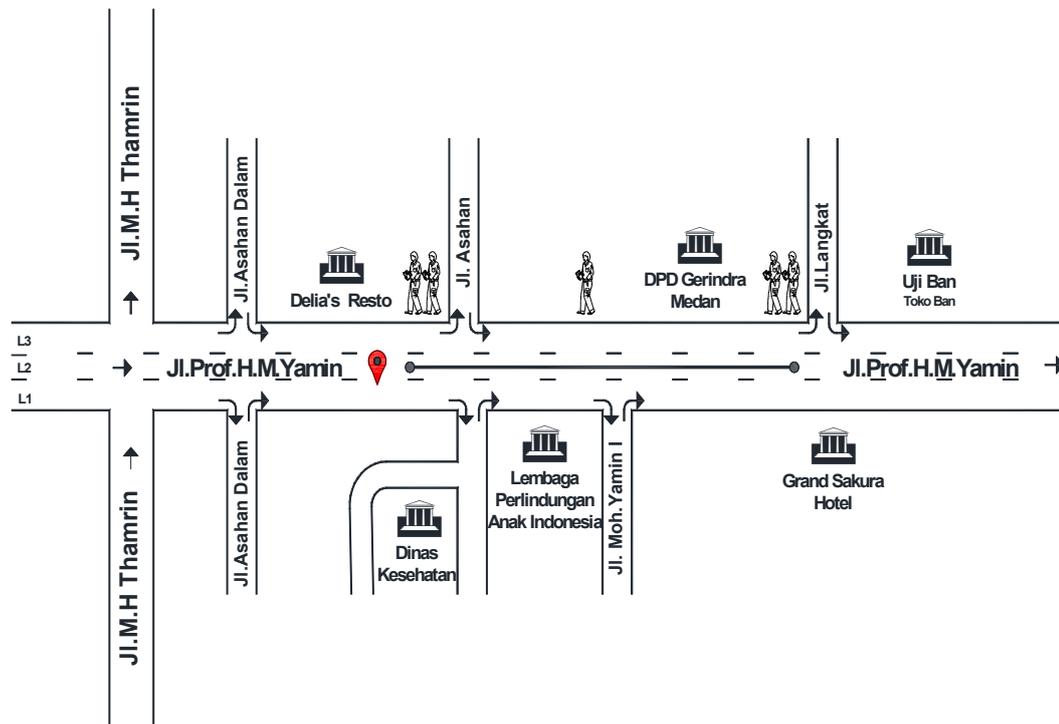
BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Kota Medan merupakan salah satu kota terbesar di Indonesia dengan wilayah pemerintahan terdiri dari 21 kecamatan dan 151 kelurahan, memiliki jumlah penduduk sebesar 2.494.512 jiwa. Pertumbuhan penduduk yang cukup besar ini menyebabkan timbulnya masalah pada transportasi kota medan yaitu kemacetan lalu lintas dan menjadi masalah yang harus ditangani secara khusus.

Lokasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan untuk mendapatkan data primer berupa : volume lalu lintas, kecepatan kendaraan ringan, dan data geometrik jalan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Survei Jalan Professor Haji Muhammad Medan

(Sumber : Aplikasi Autocad, 2017)

Keterangan :

- = Titik lokasi survei (100 meter)
- = Surveyor parameter
- = Surveyor hambatan samping
- L1 = 3,5 meter
- L2 = 3,0 meter
- L3 = 3,5 meter

3.2 Waktu Survei Penelitian

Penelitian arus lalu lintas pada ruas Jalan Professor Haji Muhammad Yamin Medan dilakukan dalam kurun waktu 7 (tujuh) hari. Pengumpulan data lalu lintas dibagi menjadi 3 waktu jam puncak (*peak hours*) dengan interval waktu setiap 15 menit, yaitu pada pagi hari pukul 07.00 - 09.00 WIB, dimana pada waktu tersebut diharapkan dapat mewakili waktu untuk beraktivitas seperti bekerja, sekolah, dan aktivitas lainnya. Siang hari pukul 12.00 - 14.00 WIB, waktu tersebut dipilih mewakili jam pulang sekolah. Serta pada sore hari pukul 16.00 – 18.00 WIB, dipilih mewakili waktu pulang kerja.

3.3 Peralatan

Dalam penelitian ini terdapat beberapa alat yang digunakan untuk menunjang pelaksanaan penelitian yakni:

- 1 Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil pengukuran data geometrik yang terdiri dari lebar jalan, lebar trotoar, lebar bahu, jumlah lajur, jumlah arah, serta tipe jalan.
- 2 Meteran untuk pengukuran data geometrik ini ialah sepanjang 100 meter, dimana meteran tersebut digunakan untuk mengukur panjang, lebar jalan, lebar trotoar, lebar bahu jalan yang diteliti.
- 3 Pengukur waktu (*stopwatch*) digunakan untuk menentukan waktu awal pengamatan dilakukan sampai waktu akhir pengamatan agar sesuai dengan waktu yang telah ditentukan yaitu 2 jam pagi, 2 jam siang dan 2 jam sore hari.
- 4 Aplikasi *traffic counter* untuk pengumpulan data jumlah kendaraan yang melewati titik pengamatan.
- 5 Laptop dalam penelitian ini digunakan sebagai alat bantu yang untuk mengolah data hasil survei lalu lintas yang berupa data geometrik, data volume lalu lintas, data kecepatan, serta data kepadatan.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Penulis menggunakan metode kuantitatif deskriptif untuk mengumpulkan data, yaitu menghitung dan merangkum hasil pengolahan data lapangan dari ruas jalan yang diteliti. Langkah pertama dalam metodologi penelitian adalah mengumpulkan data survei dan melakukan observasi. Selain itu, penulis menggunakan data primer untuk penelitian ini, artinya data dikumpulkan dan dianalisis langsung dari subjek atau objek penelitian yang dilakukan peneliti. Pekerjaan persiapan yang dilakukan:

- a) Studi pustaka mengenai materi yang terkait dengan judul penelitian untuk dijadikan sebagai bahan tinjauan.
- b) Survei lokasi yang akan dijadikan objek penelitian untuk mengetahui permasalahan-permasalahan yang ada. Survei dilakukan pada ruas Jalan Professor Haji Muhammad Medan.

3.5 Tahap penelitian

Tahapan dalam penelitian ini antara lain :

- a) Data geometrik jalan
Data geometrik jalan diperoleh dengan mengukur secara langsung dilapangan dengan menggunakan alat ukur meteran, pengukuran meliputi : panjang segmen jalan, lebar jalur lalu lintas, jumlah dan lebar lajur.
- b) Data Lalu-lintas kendaraan yang dihitung dikelompokkan dalam beberapa jenis menurut MKJI 1997, yaitu : kendaraan ringan, kendaraan berat, sepeda motor dan kendaraan tak bermotor. Pada ruas jalan lokasi penelitian, setiap jalur jalan ditempatkan petugas survei untuk menghitung dan mencatat kendaraan yang lewat beserta jumlahnya pada formulir survei lalu lintas.
- c) Data kecepatan diperoleh berdasarkan “Panduan Survei” dan “Perhitungan Waktu Perjalanan” lalu lintas yang dikeluarkan oleh BINKOT dengan menetapkan titik awal dan titik akhir dari rute yang di survei untuk memperkirakan kondisi lalu lintas yang ada, kemudian pengamat yang berada dalam dikendaraan contoh menjalankan stopwatch ketika kendaraan melewati titik awal survei, selanjutnya kendaraan contoh bergerak berjalan pada segmen jalan yang ditentukan yaitu sepanjang 100 meter setelah kendaraan melewati titik akhir survei maka pengukur waktu (stopwatch) dihentikan dan catat waktu total perjalanan. Karena lokasi survei yang diambil berdekatan maka perhitungan kecepatan dilakukan secara bersamaan dengan masing – masing segmen jalan 0.00 m.
- d) Data sekunder mencakup peta lokasi penelitian.

3.6 Pengolahan dan Analisis Data

3.6.1 Pengolahan Data

Berdasarkan data yang dikumpulkan, maka pengolahan data terbagi dalam 3 bagian, yaitu :

- a) Proses pengolahan data volume dilakukan dengan pengumpulan informasi dari survei yang dilakukan pada ruas jalan. Kemudian data volume lalu lintas akan dikelompokkan menurut jenis kendaraan dengan waktu yang ditentukan. Jumlah mobil keseluruhan dan jumlah tiap kelompok kendaraan yang dicatat dapat dilihat dari hasil perhitungan masing-masing kendaraan.

- b) Waktu tempuh merupakan waktu rata-rata yang dibutuhkan setiap kendaraan melintasi 2 (dua) segmen pengamatan dengan jarak tempuh yang ditentukan dan dapat dihitung menggunakan *stopwatch*. Waktu tempuh diperoleh dengan memperhatikan sampel kendaraan dari awal garis pengamatan hingga akhir garis pengamatan. Dengan mengetahui waktu tempuh kendaraan maka dapat dihitung kecepatan kendaraan.
- c) Periode pengukuran untuk pengamatan data kepadatan dan data volume dilakukan setiap interval 15 menit.

3.6.2 Analisis Data

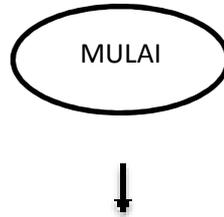
Analisis pada penelitian ini menggunakan data lalu lintas yaitu :

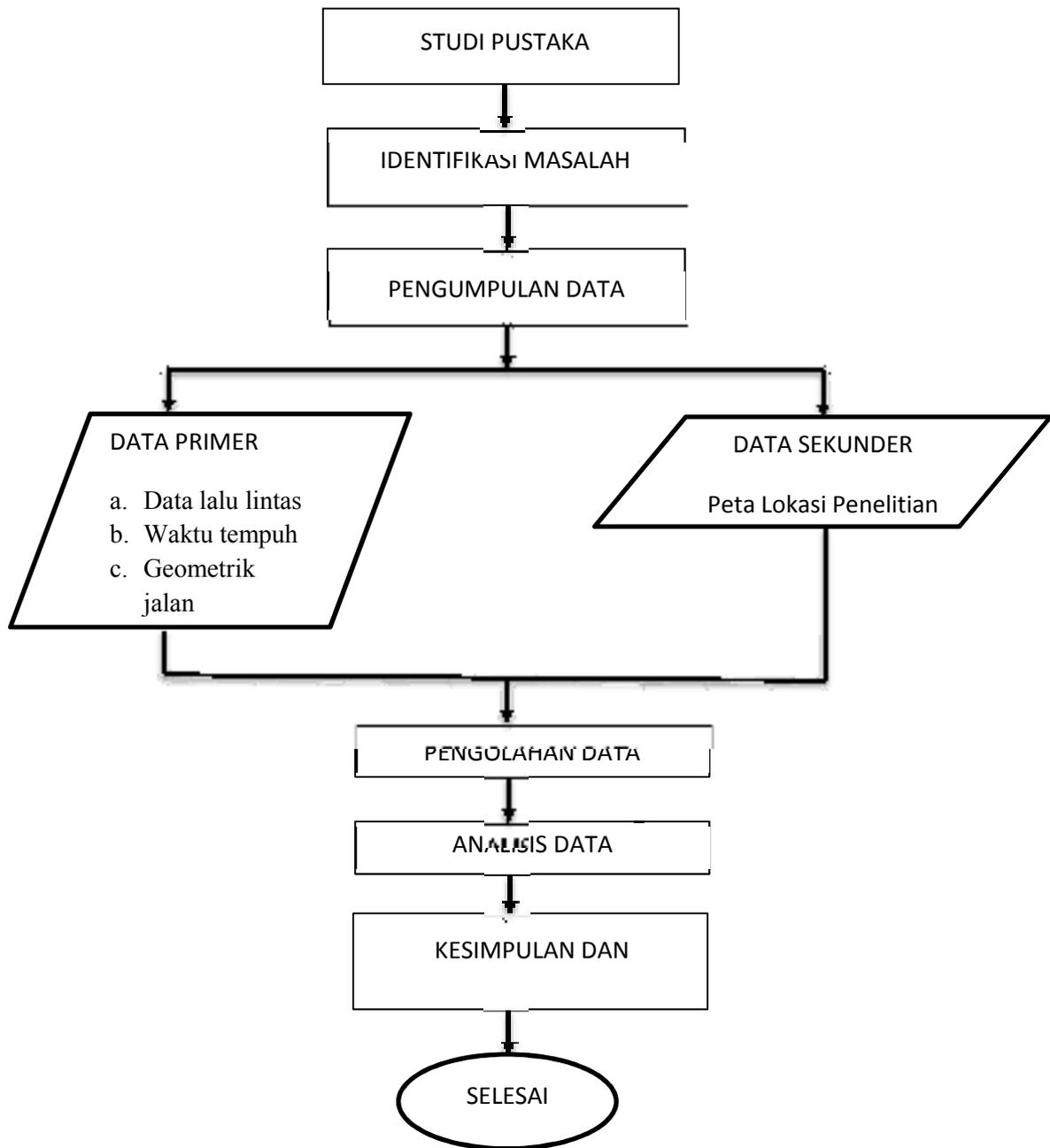
- a) Volume Lalu Lintas
Data volume lalu lintas tiap jenis kendaraan yang terkumpul kemudian diubah ke dalam satuan mobil penumpang (SMP) setelah terkumpul data lalu lintas pagi, siang, dan sore hari. Volume lalu lintas dalam satuan kendaraan/detik selanjutnya diterjemahkan ke dalam satuan smp/jam.
- b) Kecepatan
Nilai kecepatan dapat dihitung setelah durasi perjalanan setiap kendaraan ditentukan. Pada penelitian ini, panjang lintasan adalah 100 meter. Kecepatan tempuh didefinisikan sebagai kecepatan rata-rata ruang dari kendaraan ringan (LV) dan kemudian dibagi dengan waktu tempuh kendaraan yang diperoleh dalam m/detik, yang kemudian diubah ke dalam satuan km/jam.
- c) Kepadatan
Nilai kepadatan lalu lintas didapat dengan mencatat semua kendaraan sesuai kelompoknya dan jumlah dari jenis kendaraan tersebut konversi ke dalam satuan mobil penumpang (SMP). Selanjutnya total kendaraan yang dalam satuan smp akan dibagi dengan panjang lintasan dengan satuan km, Sehingga menghasilkan nilai kepadatan dalam satuan smp/km.
- d) Model Korelasi Volume, Kepadatan, dan Kecepatan tahap selanjutnya adalah menggunakan model *Greenshield* dan *Greenberg* untuk menilai hubungan ketiga

karakteristik lalu lintas berdasarkan nilai volume, kecepatan dan kepadatan yang telah dihitung.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pada penelitian dilaksanakan seperti pada bagan alir, dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut :





Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

