

# **HUBUNGAN VOLUME,KECEPATAN DAN KEPADATAN TERHADAP KINERJA RUAS JALAN (STUDI KASUS)**

**SKRIPSI**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan**

**Gelar Sarjana**

**Oleh:**

**YUDI SANJAYA  
11.811.0035**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN  
2017**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

# **HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN DAN KEPADATAN TERHADAP KINERJA RUAS JALAN (STUDI KASUS)**

**SKRIPSI**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan  
Gelar Sarjana**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2017**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)18/7/24

# **HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN DAN KEPADATAN TERHADAP KINERJA RUAS JALAN (STUDI KASUS)**

**SKRIPSI**

**Skripsi Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan**

**Gelar Sarjana**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

**MEDAN**

**2017**

**UNIVERSITAS MEDAN AREA**

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)18/7/24

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Hubungan Volume,Kecepatan dan Kepadatan Terhadap  
Kinerja Ruas Jalan (Study Kasus)

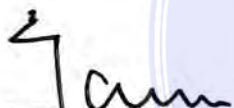
Nama : Yudi Sanjaya


NPM : 11.811.0035

Fakultas :Teknik

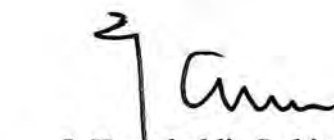
Disetujui oleh

Komisi Pembimbing

  
Ir. Kamaluddin Lubis, MT  
Pembimbing I

  
Ir. Marwan Lubis, MT  
Pembimbing II

  
Prof. Dr. Dadan Kardan, M. Eng. M. sc  
Dekan

  
Ir. Kamaluddin Lubis, MT  
KA.PRODI

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

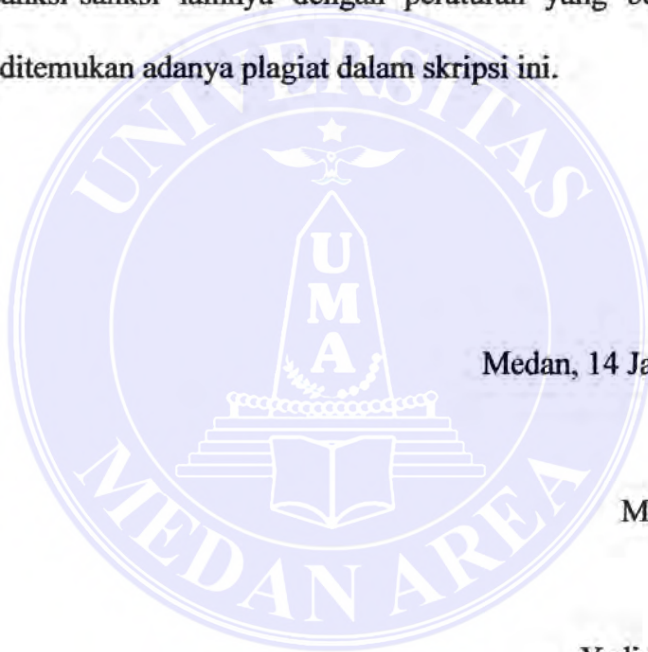
Document Accepted 18/7/24

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

## **LEMBAR PERNYATAAN**

Saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun, sebagai syarat memperoleh gelar sarjana merupakan hasil karya tulis saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan skripsi ini yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan ilmiah.

Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi-sanksi lainnya dengan peraturan yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiat dalam skripsi ini.



Medan, 14 Januari 2017

Materai

Yudi Sanjaya  
11.811.0035

## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di medan pada tanggal 5 juli 1978 dari pasangan Achyar As dan Rosliana Nst (Alm).Penulis Merupakan Putera ke 3 dari 4 bersaudara. Penulis beralamat di Jl.Kutilang No 13 Bandar Khalipah.

Pada tahun 1990 Penulis lulus Sekolah Dasar (SD) di SD Tunas Kartika IV medan, tahun 1993 Penulis lulus Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri Sunggal, dan tahun 1996 Penulis lulus Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Amir Hamzah. Kemudian terdaftar sebagai Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Medan Area pada tahun 2011 dengan mengambil Fakultas Teknik dengan jurusan Teknik Sipil.

Selama mengikuti perkuliahan penulis juga bekerja di sebuah perusahaan yang bergerak di bidang jasa konsultan. Penulis hanya menjalankan perkuliahan seperti biasa tidak pernah mengikuti kegiatan apapun yang ada di Universitas.

## ABSTRAK

Perilaku pergerakan arus lalu lintas pada suatu ruas jalan dan kemampuan ruas jalan tersebut dalam menampung arus lalu lintas perlu mendapat perhatian khusus bagi perencana jalan, karena akan menyangkut kualitas dan kuantitas pelayanan dari sistem jaringan jalan yang lebih luas. Karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi hari dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan komposisi lalu lintas (dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu lintas). Oleh karena itu dalam perencanaan, perancangan dan penetapan berbagai kebijaksanaan sistem transportasi, teori pergerakan arus lalu lintas sangat penting.

Masalah yang dihadapi daerah kota Medan, juga kota-kota besar dimanapun bukan hanya masalah sosial yang bermacam bentuknya, tetapi juga adalah persoalan lalu lintas yang dihadapi sehari-hari. Persoalan ini bukan masalah tersendiri, karena didalamnya terkandung juga faktor manusia, ekonomi, sarana dan prasarana serta berbagai faktor lainnya yang ada.

Untuk mendapatkan volume lalu lintas dalam satuan mobil penumpang (smp), maka data jumlah kendaraan tiap 15 (lima belas) menit yang diperoleh dari hasil survey dikalikan dengan faktor ekivalensi smp untuk tiap jenis kendaraan dan kemudian menjumlahkannya, maka diperoleh volume lalu lintas total untuk tiap lima belas menit. Pada analisis ini dilakukan perhitungan volume lalu lintas total tanpa kendaraan tidak bermotor dan volume lalu lintas total termasuk kendaraan tidak bermotor.

Hubungan **Volume (Q)**, **Kecepatan (Us)**, dan **Kepadatan (D)** merupakan tiga parameter utama yang sangat mempengaruhi karakteristik operasional arus lalu lintas. Tulisan ini akan menjelaskan adanya saling keterkaitan antara ketiga parameter tersebut dan bagaimana pentingnya mengetahui hubungan antara ketiga parameter tersebut.

**Kata Kunci :** Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan terhadap kinerja ruas jalan (Studi kasus)

## ABSTRACT

Behavior of the movement of traffic flow at a road and the ability road is in accommodate traffic flow need special attention to the road planners, because it will concerning the quality and quantity of services of system road network wider. Characteristics of the current peak traffic on the morning and the afternoon, in general higher and there are changes in the composition of traffic( with the percentage of vehicles personal and motorcycle a higher, and percentage of heavy truck lower in the traffic flow). therefore in the planning, design and penetapan a variety of wisdom of transport system, the theory of the movement of traffic flow is very important problems encountered the area Medan, as well as big cities wherever not just a matter of social various forms, but also is the issue of traffic faced daily.

The issue of this is not separate issue, because therein contained also human factors, economic, facilities and infrastructure as well as many other factors that there. In order to get traffic volume in units of passenger cars( xxx), the data number of vehicles each 15( fifteen) mins came from survey results multiplied by a factor of equivalence dvd for each type of vehicles and then conted, then obtained the volume of total traffic for each fifteen minutes. In this analysis carried out the calculation of the volume of total traffic without the vehicle motor and the volume of total traffic including vehicle motor.

The relationship Volume(  $Q$ ), the speed(  $U_s$ ), and Density(  $d$ ) is a three main parameters which greatly affect the operational characteristics of traffic flow. This paper will explain the interplay between the third of these parameters and how the importance to know the relationship between the third of these parameters.

**Key word :** The relationship Volume(  $Q$ ), the speed(  $U_s$ ), and Density(  $d$ ) of the movement of traffic flow at a road (Study Cases)



## **KATA PENGANTAR**

Pertama sekali penulis mengucapkan puji dan syukur kepada Allah S.W.T karena atas berkat dan rahmat-nya saya dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Terhadap Kinerja Ruas Jalan (Studi Kasus). Tujuan membuat skripsi ini adalah untuk melengkapi salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Sarjana untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Medan Area. Dalam menyusun skripsi ini, penulis telah banyak di bantu oleh berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H.A. Ya'kub Matondang selaku Rektor Universitas Medan Area
2. Bapak Prof.Dr.Dadan Ramdan M.Eng.M.sc Dekan Fakultas Teknik
3. Bapak Ir.Kamaluddin Lubis,MT selaku Ka.Prodi Fakultas Teknik dan juga sebagai dosen pembimbing I
4. Bapak Ir.Marwan Lubis,MT selaku dosen pembimbing II
5. Para Dosen di Universitas Medan Area,khususnya dosen Teknik sipil yang telah banyak memberikan ilmu serta tuntunan kepada saya
6. Orang tua,terutama istri tercinta serta keluarga dan teman-teman yang telah banyak memberikan bantuan sehingga skripsi ini dapat di selesaikan.

Penulis juga memohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini ada kata-kata atau kalimat yang kurang pada tempatnya. Sehingga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua. Dan mudah-mudahan kita semua mendapat perlindungan dari Allah S.W.T Amin.

Penulis,

Yudi Sanjaya



## DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAKSI.....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Metodologi Penelitian .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Defenisi Jalan .....	6
2.2 Klasifikasi Jalan .....	7
2.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan.....	7
2.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan.....	7
2.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan .....	8
2.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan.....	9
2.3 Survey Lalu lintas.....	9
2.3.1 Survey Jumlah Kendaraan (Volume) .....	9
2.3.2 Survey Kecepatan.....	10

2.3.3 Survey Kepadatan .....	14
2.4 Hubungan Antara Volume,Kecepatan dan Kepadatan.....	15
2.4.1 Model Linear Menurut Greenshield.....	19
2.4.2 Model Exponensial Underwood.....	23
2.4.3 Analisa Persamaan Regressi Linear .....	27
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>29</b>
3.1 Umum .....	29
3.2 Pemilihan Lokasi Survey.....	31
3.3 Periode Survey.....	32
3.4 Data Jumlah Kendaraan.....	33
3.5 Data Kecepatan.....	33
3.6 Test Statistik Sampel .....	35
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Perhitungan Volume Lalu Lintas.....	38
4.2 Perhitungan Kecepatan rata – rata Ruang (Us).....	39
4.3 Perhitungan Kepadatan (Density).....	41
4.4 Hubungan Antara Kecepatan,Volume dan Kepadatan .....	41
4.4.1 Data Lalu Lintas Termasuk Kendaraan Tidak Bermotor .....	42
4.4.2 Data Lalu Lintas Tanpa Kendaraan Tidak Bermotor .....	43
4.5 Perhitungan Hubungan Antara Kecepatan,Volume dan Kepadatan .....	44
4.5.1 Data Lalu Lintas Termasuk Kendaraan Tidak Bermotor .....	44
4.5.2 Data Lalu Lintas Tanpa Kendaraan Tidak Bermotor .....	48
4.6 Test Statistik Sampel .....	53
4.7 Kondisi Eksisting Jalan Letda Sudjono .....	58

<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>61</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>61</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>62</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xiii</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>



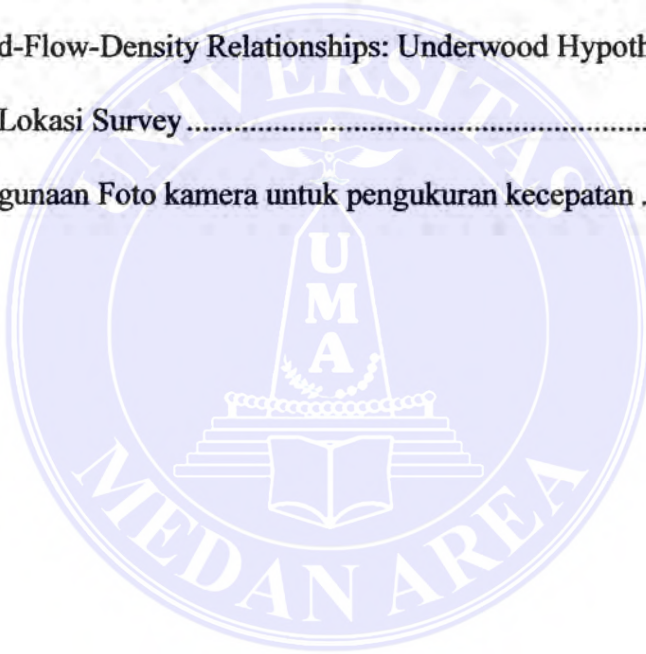
## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Kalsifikasi Jalan Raya Menurut Kelas Jalan .....	8
Tabel 2.2 Kalsifikasi Menurut Medan Jalan.....	8
Tabel 2.3 Perhitungan Time Mean Speed and Space Mean Speed .....	13
Tabel 2.2 Daftar Satuan Mobil Penumpang .....	14
Tabel 3.1 Distribusi Frekuensi Kecepatan.....	36
Tabel 4.2 Hitungan Space Mean Speed.....	39



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Bagan Alir Penelitian.....	5
Gambar 2.1 Unit Length of Roadway .....	15
Gambar 2.2 Hubungan Volume – Kecepatan .....	17
Gambar 2.3 Hubungan Kecepatan – Kepadatan .....	18
Gambar 2.4 Hubungan Volume – kepadatan.....	18
Gambar 2.5 Speed-Flow-Density Relationships: Greenshields Hypothesis...	22
Gambar 2.6 Speed-Flow-Density Relationships: Underwood Hypothesis.....	26
Gambar 3.1 Peta Lokasi Survey .....	30
Gambar 3.2 Penggunaan Foto kamera untuk pengukuran kecepatan .....	34



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teori arus lalu lintas adalah suatu kajian tentang gerakan pengemudi dan kendaraan antara dua titik dan interaksi mereka membuat satu sama lain. Sayangnya, mempelajari arus lalu lintas sulit karena perilaku pengemudi adalah sesuatu yang tidak dapat diprediksi dengan pasti. Ditambah lagi ketidakteraturan masyarakat dalam mematuhi peraturan lalu lintas yang ada, baik itu rambu-rambu lalu lintas yang sering kali dilanggar dan dapat menyebabkan kondisi jalan yang tidak stabil, bahkan karena sering mengabaikan dan tidak patuhnya pengguna kendaraan akan peraturan yang ada sering kali terjadi kemacetan sepanjang jalan, dan juga dapat menyebabkan kecelakaan bagi pengguna jalan. Untungnya, pengemudi cenderung berperilaku dalam kisaran cukup konsisten dan, dengan demikian, aliran lalu lintas cenderung memiliki beberapa konsisten yang wajar dan secara kasar dapat direpresentasikan secara matematis. Untuk lebih mewakili arus lalu lintas, hubungan telah dibuat antara tiga karakteristik utama: (1) arus, (2) kepadatan, dan (3) kecepatan. Hubungan ini membantu dalam perencanaan, desain, dan operasi fasilitas jalan.

Karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi hari dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan komposisi lalu lintas ( dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu lintas). oleh karena itu dalam perencanaan, perancangan dan penetapan berbagai kebijaksanaan sistem transportasi, teori pergerakan arus lalu lintas sangat penting.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teori arus lalu lintas adalah suatu kajian tentang gerakan pengemudi dan kendaraan antara dua titik dan interaksi mereka membuat satu sama lain. Sayangnya, mempelajari arus lalu lintas sulit karena perilaku pengemudi adalah sesuatu yang tidak dapat diprediksi dengan pasti. Ditambah lagi ketidakteraturan masyarakat dalam mematuhi peraturan lalu lintas yang ada, baik itu rambu-rambu lalu lintas yang sering kali dilanggar dan dapat menyebabkan kondisi jalan yang tidak stabil, bahkan karena sering mengabaikan dan tidak patuhnya pengguna kendaraan akan peraturan yang ada sering kali terjadi kemacetan sepanjang jalan, dan juga dapat menyebabkan kecelakaan bagi pengguna jalan. Untungnya, pengemudi cenderung berperilaku dalam kisaran cukup konsisten dan, dengan demikian, aliran lalu lintas cenderung memiliki beberapa konsisten yang wajar dan secara kasar dapat direpresentasikan secara matematis. Untuk lebih mewakili arus lalu lintas, hubungan telah dibuat antara tiga karakteristik utama: (1) arus, (2) kepadatan, dan (3) kecepatan. Hubungan ini membantu dalam perencanaan, desain, dan operasi fasilitas jalan.

Karakteristik arus lalu lintas puncak pada pagi hari dan sore hari, secara umum lebih tinggi dan terdapat perubahan komposisi lalu lintas ( dengan persentase kendaraan pribadi dan sepeda motor yang lebih tinggi, dan persentase truk berat yang lebih rendah dalam arus lalu lintas). oleh karena itu dalam perencanaan, perancangan dan penetapan berbagai kebijaksanaan sistem transportasi, teori pergerakan arus lalu lintas sangat penting.

Salah satu ruas jalan di kota Medan yang telah di amati secara visual mengalami pertumbuhan arus lalu lintas yang tinggi adalah ruas jalan Ledda Sujono. Ruas jalan ini memiliki aktivitas kiri kanan jalan yang sangat sibuk seperti aktivitas angkutan barang, sekolah, perkantoran, market dan juga salah satu ruas yang menghubungkan ke pintu gerbang jalan tol Bandar selamat. Sehingga sering terjadi persoalan kemacetan yang disebabkan gangguan samping dan tingginya arus lalu lintas. Untuk mengantisipasi persoalan di masa akan datang perlu di ketahui karakteristik arus lalu lintas melalui hubungan volume, kecepatan dan kepadatan, dengan diketahuinya karakteristik arus lalu lintas ruas jalan ledda Sudjono maka dapat dengan mudah menentukan bentuk penanganan mengatasi persoalan lalu lintas yang terjadi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dapat dirumuskan beberapa hal sebagai berikut:

- a. Seberapa besar perbandingan perhitungan kapasitas jalan dengan menggunakan metode Greenshields dan Underwood di ruas jalan Letda Sudjono
- b. Bagaimana mengevaluasi ruas jalan tersebut jika kinerja ruas jalan saat ini mengalami perubahan dengan meningkatnya volume kendaraan, untuk saat ini dan beberapa tahun kedepan

### 1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

#### Maksud:

Menganalisa hubungan variabel volume, kecepatan dan kepadatan dengan menggunakan model linier Greenshields dan model eksponensial Underwood di jalan Letda Sudjono.

#### Tujuan:

Mengetahui kinerja ruas jalan Letda Sudjono dengan mengukur hubungan volume, kecepatan dan kepadatan arus lalu lintas dengan menggunakan metode Greenshields dan Underwood

### 1.4. Batasan Masalah

Ruang lingkup masalah pada penelitian ini perlu diadakan pembatasan dikarenakan adanya keterbatasan waktu, tenaga serta biaya, adapun pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Penelitian hanya dilakukan pada ruas jalan Letda Sudjono
- b. Perhitungan Kapasitas Jalan dilakukan dengan menggunakan metode Greenshield, dan Underwood

### 1.5 Metodologi Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian studi ini, sebagai pencapaian tujuan akhir, maka penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan seperti :

Pengumpulan data dan analisa data, antara lain :

- a. Data primer

Data primer ini adalah data lapangan yang dikumpulkan melalui survey yang dilaksanakan selama 1 hari yaitu pada hari Kamis serta survey dilakukan pada pagi, siang dan sore hari. Pada pagi hari dilaksanakan pada

jam 07.00 – 09.00 WIB, pada siang hari pada jam 12.00 – 14.00 WIB dan sore hari pada jam 16.00 – 18.00 WIB dengan interval waktu 15 menit.

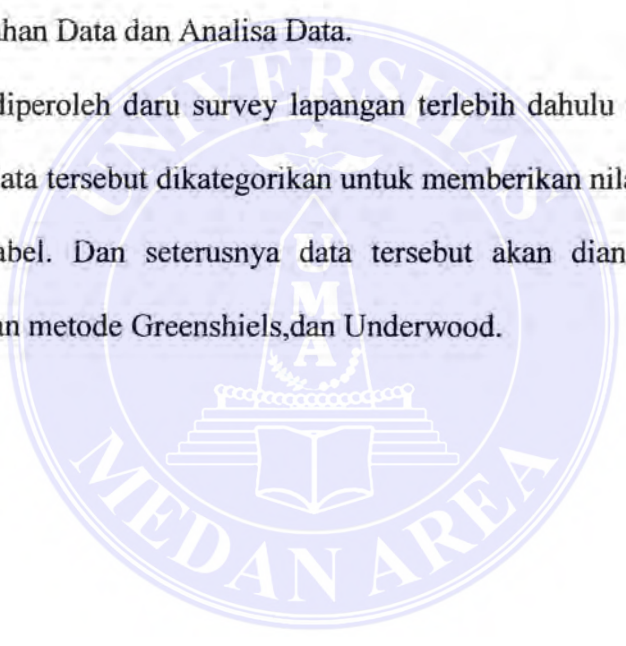
Dan dalam data primer ini kami mengumpulkan data volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas di jalan Letda Sudjono

b. Studi Literatur

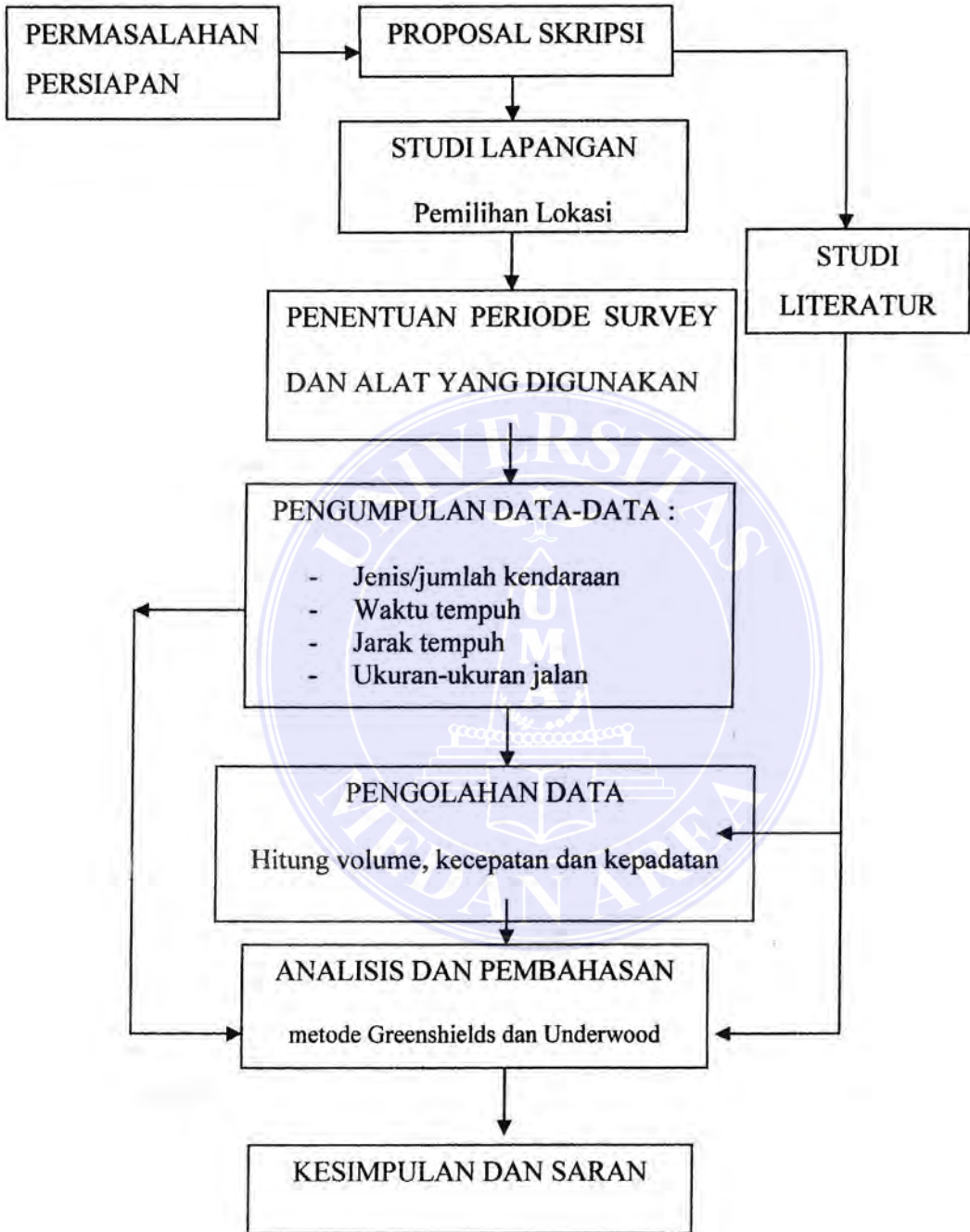
Literatur diambil dengan mencari bahan materi/literatur yang berhubungan dengan transportasi dan jalan atau menyangkut tentang masalah yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

c. Pengolahan Data dan Analisa Data.

Data yang diperoleh dari survey lapangan terlebih dahulu ditabulasikan. Kemudian data tersebut dikategorikan untuk memberikan nilai – nilai pada setiap Variabel. Dan seterusnya data tersebut akan dianalisis dengan menggunakan metode Greenshiels, dan Underwood.



### BAGAN ALIR PENELITIAN



Gambar : 1.1 Bagan Alir Penelitian

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Defenisi 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 Nomor 34 Tahun 2006).

Jalan raya adalah jalur - jalur tanah di atas permukaan bumi yang dibuat oleh manusia dengan bentuk, ukuran - 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 (Clarkson H.Oglesby,1999).

Untuk perencanaan jalan raya yang baik, bentuk geometriknya harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada lalu lintas sesuai dengan fungsinya, sebab tujuan akhir dari perencanaan geometrik ini adalah menghasilkan infrastruktur yang aman, efisiensi pelayanan arus lalu lintas dan memaksimalkan ratio tingkat penggunaan biaya juga memberikan rasa aman dan nyaman kepada pengguna jalan.

## 2.2 Klasifikasi Jalan

Jalan raya pada umumnya dapat digolongkan dalam 4 klasifikasi yaitu: klasifikasi menurut fungsi jalan, klasifikasi menurut kelas jalan, klasifikasi menurut medan jalan dan klasifikasi menurut wewenang pembinaan jalan (Bina Marga 1997).

### 2.2.1 Klasifikasi Menurut Fungsi Jalan

Klasifikasi menurut fungsi jalan terdiri atas 3 golongan yaitu:

- a. Jalan arteri yaitu jalan yang melayani angkutan utama dengan ciri-ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.
- b. Jalan kolektor yaitu jalan yang melayani angkutan pengumpul/pembagi dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang dan jumlah jalan masuk dibatasi.
- c. Jalan lokal yaitu Jalan yang melayani angkutan setempat dengan ciri-ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

### 2.2.2 Klasifikasi Menurut Kelas Jalan

Klasifikasi menurut kelas jalan berkaitan dengan kemampuan jalan untuk menerima beban lalu lintas, dinyatakan dalam muatan sumbu terberat (MST) dalam satuan ton.

Tabel 2.1. Klasifikasi jalan raya menurut kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat/MST (ton)
Arteri	I II	>10
	III A	10
Kolektor	III A	8
	III B	

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga, 1997.

### 2.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Berbukit	B	3-25
3	Pegunungan	G	>25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997



Tabel 2.1. Klasifikasi jalan raya menurut kelas jalan

Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat/MST (ton)
Arteri	I II	>10
	IIIA	10
Kolektor	III A	8
	III B	

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga, 1997.

### 2.2.3 Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan jalan diklasifikasikan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur tegak lurus garis kontur. Keseragaman kondisi medan yang diproyeksikan harus mempertimbangkan keseragaman kondisi medan menurut rencana trase jalan dengan mengabaikan perubahan-perubahan pada bagian kecil dari segmen rencana jalan tersebut.

Tabel 2.2. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

No	Jenis Medan	Notasi	Kemiringan Medan (%)
1	Datar	D	< 3
2	Berbukit	B	3-25
3	Pegunungan	G	>25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, Ditjen Bina Marga 1997

## 2.2.4 Klasifikasi Menurut Wewenang Pembinaan Jalan

Klasifikasi menurut wewenang pembinaannya terdiri dari Jalan Nasional, Jalan Provinsi, Jalan Kabupaten/Kotamadya dan Jalan Desa. Jalan Letda Sudjono termasuk jalan Kotamadya.

## 2.3 Survey Lalu Lintas

Survey lalu lintas adalah pengumpulan data –data lalu lintas . Data mengenai lalu lintas diperlukan untuk berbagai kebutuhan perencanaan transportasi . Untuk dapat melakukan survey secara efisien maka maksud dan tujuan survey harus jelas terlebih dahulu . Dan biasanya metode survey ditetapkan sesuai dengan tujuan survey , waktu , dana dan peralatan yang tersedia .

### 2.3.1 Survey Jumlah Kendaraan (Volume)

Survey volume dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang melalui suatu titik tinjau dan interval waktu tertentu di jalan untuk masing –masing jenis kendaraan . Metode survey volume lalu lintas dibagi menjadi beberapa macam antara lain :

- a. Manual count , adalah pencatatan jumlah kendaraan dengan tenaga manusia cara ini adalah yang paling sederhana . Pencatatan dilakukan pada kertas formulir , tiap kali sebuah kendaraan yang lewat dicatat pada kertas formulir , Pencatatan dapat juga dilakukan dengan alat counter .
- b. Detektor , detektor adalah alat yang dapat mendeteksi adanya kendaraan yang lewat dan memberi isyarat dalam bentuk tertentu .

Detektor biasanya bekerja dengan sentuhan dan gilasan ban , induksi pada gulungan kabel yang ditanam di jalan menyebabkan pemutusan sinar sebentar . keuntungan dari cara ini ialah setiap kali kendaraan yang melewati alat ini dapat dicatat .

- c. Automatic count adalah peralatan perhitungan otomatis dan alat pencatatnya pencatatan jumlah kendaraan dapat dilakukan selama 12 jam atau 24 jam .

### 2.3.2 Survey Kecepatan

Dalam survey kecepatan , dikenal tiga macam kecepatan spot speed yaitu kecepatan seketika , running speed yaitu kecepatan rata – rata kendaraan selama bergerak , journey speed yaitu kecepatan rata – rata kendaraan yang dihitung dari jarak tempuh , jadi termasuk waktu kendaraan berhenti ( misalnya pada lampu lalu lintas ) .

Didalam studi ini survey kecepatan yang diperoleh adalah spot speed pengukuran spot speed dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain:

- a. Enoscope. Adalah box atau kotak cermin yang berbentuk L. Alat ini diletakkan dipinggir jalan untuk membelokkan garis pandangan ke arah tegak lurus jalan . pengamatan disatu ujung potongan jalan dan enoscope jika digunakan dua enoscope . pengukuran waktu tempuh digunakan alat stop watch , stop watch dimulai pada saat kendaraan melewati enoscope .
- b. Radar Meter . Alat ini bekerja menurut prinsip doppler , yang mana kecepatan dari pergerakan proposional dengan perubahan

frekwensi diantara dua radio transmisi target dan radio pemantul , peralatan mengukur perbedaan dan mengubah pembacaan langsung ke-mph.

- c. Pemotretan. Dalam metode ini kamera photo mengambil gambar pada interval waktu yang ditetapkan . gambar yang diperoleh dari hasil survey di proyeksikan dengan menggunakan alat proyektor ke suatu layar yang sudah mempunyai pembagian skala , dengan demikian perpindahan masing – masing kendaraan dapat dihitung

Kecepatan merupakan parameter utama kedua yang menjelaskan keadaan arus lalu lintas di jalan. Kecepatan dapat didefinisikan sebagai gerak dari kendaraan dalam jarak persatuan waktu dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$S = \frac{d}{t} \dots\dots\dots(2.1)$$

dimana :

- S = Kecepatan (km/jam, m/dt)
- d = Jarak tempuh kendaraan (km, m)
- t = waktu tempuh kendaraan (jam, dt)

Kecepatan kendaraan pada suatu bagian jalan, akan berubah-ubah menurut waktu dan besarnya arus lalu lintas.

### Space Mean Speed dan Time Mean Speed

Ada dua hal penting yang perlu diperhatikan dalam menilai hasil studi kecepatan yaitu:

- a. Space-mean-speed ( $\bar{U}_s$ ), menyatakan kecepatan rata-rata kendaraan dalam suatu bagian jalan pada suatu interval waktu tertentu.
- b. Time-mean-speed ( $\bar{U}_t$ ), menyatakan kecepatan rata-rata (arithmetic) kendaraan yang melewati suatu titik dalam suatu interval waktu tertentu.

Keduanya, space mean speed dan time mean speed dapat dihitung dari serangkaian pengukuran waktu tempuh dan pengukuran jarak, menurut rumus dibawah ini:

$$\bar{U}_s = \frac{d \cdot n}{\sum_{i=1}^n t_i} \text{ atau } \bar{U}_s = \frac{d}{\sum_{i=1}^n \frac{t_i}{n}} \dots\dots\dots (2.2)$$

dan

$$\bar{U}_t = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{d}{t_i}}{n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Hubungan antara space mean speed dan time mean speed dapat dituliskan seperti:

$$\bar{U}_s = \bar{U}_t - \frac{\sigma_t^2}{\bar{U}_t} \dots\dots\dots (2.4)$$

dan

$$\bar{U}_t = \bar{U}_s - \frac{\sigma_s^2}{\bar{U}_s} \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

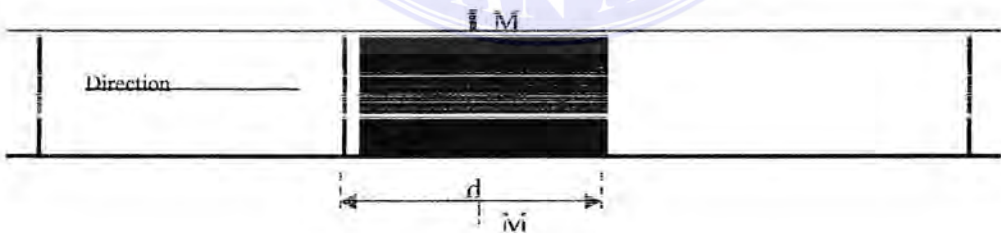
- $\bar{U}_s$  = space mean speed (km/jam, m/d t.)
- $\bar{U}_t$  = time mean speed (km/jam, m/dt.)
- d = jarak tempuh (km, meter)
- $t_i$  = waktu tempuh kendaraan (jam, dt.)

### 2.4 Hubungan Antara Volume, Kecepatan Dan Kepadatan

Dalam sebuah aliran lalu lintas pada suatu ruas jalan raya terdapat 3( tiga) variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas yaitu :

- a. Volume (Flow) ; Jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tinjau tinjau tertentu pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu . satuannya adalah kendaraan/jam, kendaraan/hari
- b. Kecepatan (Speed) : Jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada suatu ruas jalan persatu waktu .satuannya adalah kilometer/jam, meter/detik
- c. Kepadatan ( Density ) : jumlah kendaraan persatu panjang jalan tertentu satuannya adalah kendaraan / kilometer .

Tiga variabel volume, kecepatan dan kepadatan mempunyai hubungan satu dengan lainnya. Hubungan ketiga variabel in dapat dilihat dengan memperhatikan suatu keadaan pada d, dimana d adalah suatu jarak yang pendek pada jalan, untuk interval waktu T seperti terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 : Unit length of roadway

Sumber: Traffic Sistem Analysis for engineers and Planners, 1967.

Kalau n kendaraan melewati garis M-M selama waktu T maka:

$$V = \frac{n}{T} \dots\dots\dots (2.6)$$

$$D = \frac{\text{Rata - rata kendaraan melewati d}}{d}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

dimana :

V = Volume (kend./jam)

D = Kepadatan (kend/km)

n = Jumlah kendaraan

Rata-rata banyaknya kendaraan meliwati daerah yang diamati (d) dapat dihitung dari:

$$\frac{\sum_{i=1}^n t_i}{T}$$

Dimana  $t_i$  adalah waktu untuk kendaraan ke  $i$  bergerak sejauh  $d$ , jadi kepadatan:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n t_i / T}{d} \dots\dots\dots(2.7)$$

Membagi Volume (V) dengan kepadatan (D), maka space mean speed ( $U_s$ ) didapat:

$$U_s = \frac{(n/T)d}{\sum_{i=1}^n (t_i)/T} = \frac{d}{1/n \sum_{i=1}^n t_i} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Juga } V = D \cdot U_s \dots\dots\dots(2.9)$$

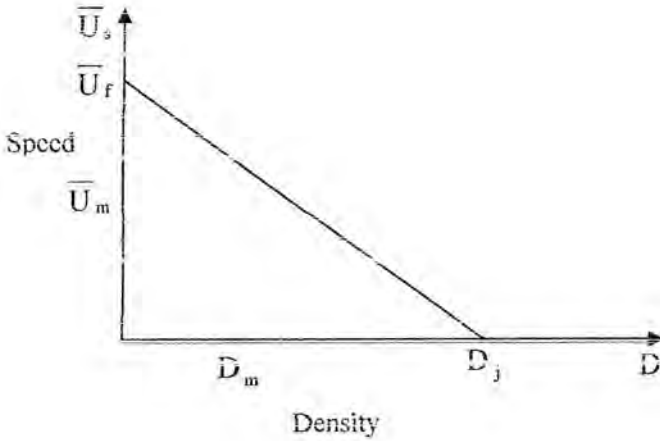
dimana:

V = Volume (kend./jam)

$U_s$  = space mean speed (km/jam )

D = kepadatan (kend./km)

Persamaan (2.9), hanya berlaku untuk arus lalu lintas tak terganggu (uninterrupted traffic flow), dimana setiap arus bergerak secara bebas dari pengaruh luar. Contoh aliran ini diperlihatkan pada lalu lintas jalan utama dan jalan bebas hambatan. jadi jika survey dilakukan misalnya pada ruas jalan utama

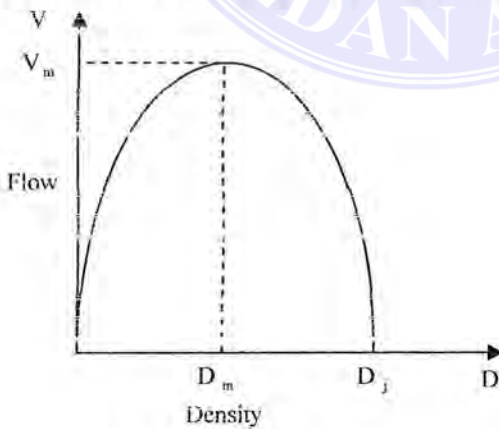


Gambar 2.3 Hubungan Kecepatan - Kepadatan

Sumber : Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas,  
Jurnal Teknik Sipil ITB, 1991.

Kurva ini merupakan diagram yang menjadi dasar penggambaran performance aliran lalu lintas, sebagaimana dinyatakan pada persamaan (2.9). Dari kurva terlihat bahwa kecepatan akan menurun apabila kepadatan bertambah. Kecepatan arus bebas ( $U_f$ ) akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol, dan pada saat kecepatan sama dengan nol maka terjadi kemacetan (jam density).

- Hubungan Volume – Kepadatan dapat dilihat pada gambar 2.4 dibawah ini



Gambar 2.4 Hubungan Volume - Kepadatan

Sumber : Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas,  
Jurnal Teknik Sipil ITB, 1991.



Dari kurva terlihat bahwa kepadatan akan bertambah apabila volumenya juga bertambah. Volume maksimum ( $V_m$ ) terjadi pada saat kepadatan mencapai titik  $D_m$  (kapasitas jalur jalan sudah tercapai). Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah sampai terjadi kemacetan dititik  $D_j$ .

Ada 3 (tiga) Jenis model yang dapat digunakan untuk mempresentasikan hubungan matematis antara ketiga parameter tersebut,yaitu:

- a. Model Greenshield
- b. Model Greenberg
- c. Model Underwood

Didalam penulisan ini saya akan membahas 2(dua) jenis model yaitu:

- a. Model Greenshield
- b. Model Underwood

#### 2.4.1 Model Linier Menurut Greenshields.

Model ini adalah model terawal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas . Greenshields mengadakan studi pada jalur jalan diluar kota Ohio, dimana kondisi lalu lintas memenuhi syarat karena tanpa gangguan dan bergerak secara bebas ( steady state condition ). Greenshields mendapatkan hasil bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan bersifat linier .Berdasarkan penelitian – penelitian selanjutnya terdapat hubungan yang erat antara model linier dengan keadaan data dilapangan . Hubungan linier kecepatan dan kepadatan ini menjadi hubungan yang paling populer dalam tinjauan pergerakan lalu lintas ,

mengingat fungsi hubungannya adalah yang paling sederhana sehingga mudah diterapkan . model ini dapat dijabarkan sebagai berikut :

$$U_s = U_f - (U_f/D_j) D \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

$U_s$  = kecepatan rata-rata ruang

$U_f$  = kecepatan rata-rata ruang keadaan arus bebas

$D_j$  = jam density (kepadatan pada saat macet)

Untuk mendapatkan nilai konstanta  $U_f$  dan  $D_j$ , maka persamaan (2.10) dapat diubah menjadi persamaan linier:

$$y = a + bx, \text{ dengan memisalkan } y = \bar{U}_s; a = \bar{U}_f; b = -(\bar{U}_f/D_j); x = D.$$

Kedua konstanta tersebut masing-masing dapat dinyatakan sebagai kecepatan bebas (free flow, speed) dimana pengendara dapat memacu kendaraannya sesuai dengan keinginannya dan kepadatan macet (jam density) dimana kendaraan tidak dapat bergerak sama sekali.

Hubungan antara volume dan kepadatan didapat dengan mengubah Persamaan (2.9) menjadi  $U_s = V/D$  kemudian disubsitusikan kepersamaan (2.10), diperoleh:

$$V = \bar{U}_f \cdot D - (\bar{U}_f/D_j)D \dots\dots\dots (2.11)$$

Persamaan ini merupakan persamaan parabola  $V = f(D)$

Bila  $D = V/\bar{U}_s$ , yang diperoleh dari Persamaan (2.9) disubsitusikan ke persamaan (2.9), maka didapat hubungan volume dan kecepatan adalah:

$$V = D_j \cdot \bar{U}_s - (D_j/\bar{U}_f) \cdot \bar{U}_s \dots\dots\dots (2.12)$$

Persamaan ini juga merupakan fungsi parabola  $V = f(\bar{U}_s)$ . Jadi dapat disimpulkan bahwa jika terdapat hubungan linier antara kecepatan dan kepadatan, maka hubungan antara volume dengan kecepatan maupun volume dengan kepadatan akan merupakan fungsi parabolik.

**Volume Maksimum (Vm)**

Volume maksimum untuk model Greenshields dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.9)

$$V_m = D_m * \bar{U}_m$$

Dimana:

$D_m$  = Kepadatan pada saat volume maksimum

$U_m$  = Kecepatan pada saat volume maksimum

Untuk menentukan kedua konstanta  $D_m$  dan  $U_m$  maka Persamaan (2.11) dan (2.12) harus didiferensir masing-masing terhadap kepadatan dan kecepatan. Selanjutnya differensialnya disamakan dengan nol.

Kepadatan saat Volume maksimum ( $D_m$ ):

$$V = \bar{U}_f \cdot D - (\bar{U}_f / D_j) D^2$$

$$\frac{dV}{dD} = \bar{U}_f - 2(\bar{U}_f / D_j) D$$

$$\bar{U}_f - 2(\bar{U}_f / D_j) D = 0$$

maka  $D = D_m = D_j/2$  .....(2.13)

Kecepatan saat Volume maksimum ( $\bar{U}_m$ ):

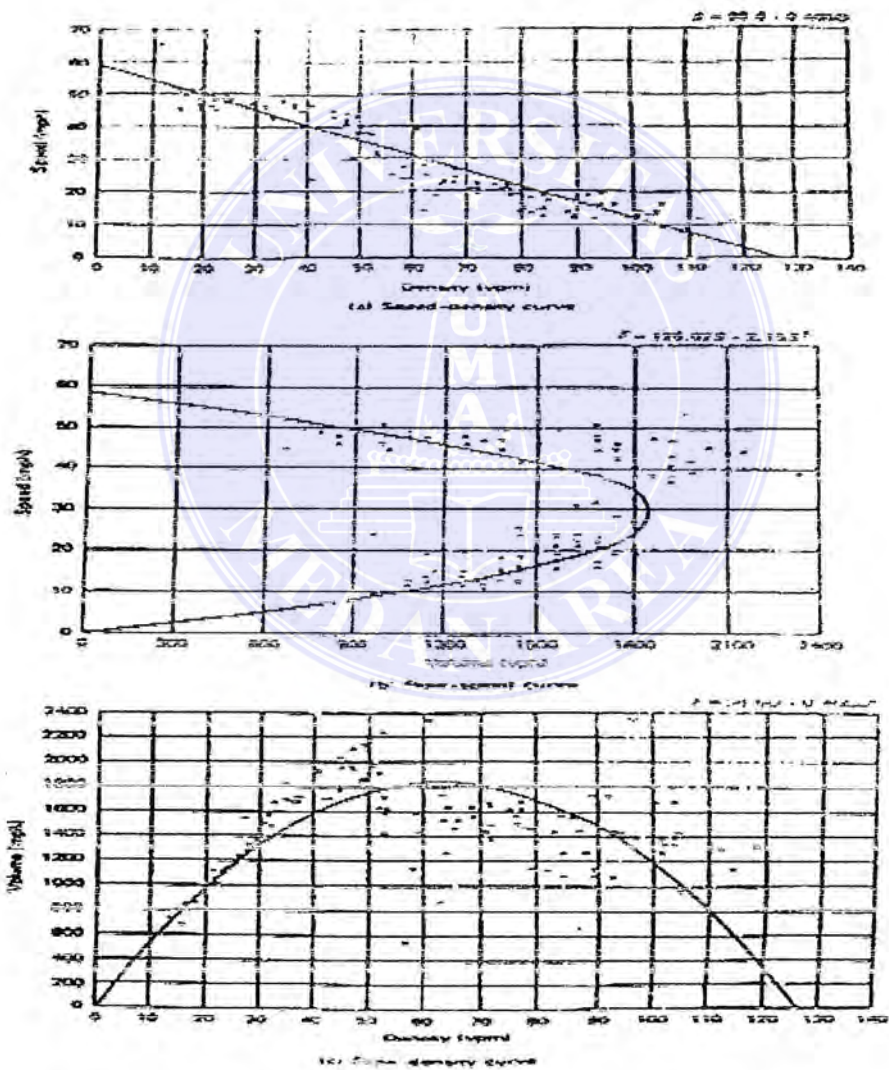
$$V = D_j \cdot \bar{U}_s - (D_j / \bar{U}_f) \bar{U}_s^2$$

$$D_j - 2(D_j / \bar{U}_f) \bar{U}_s = 0$$

maka  $\bar{U}_s = \bar{U}_m = \bar{U}_f / 2$  .....(2.14)

dari persamaan (2.9), (2.13) dan (2.14) didapat volume maksimum:

$$\begin{aligned} V_m &= D_m + \bar{U}_m \\ &= D_j / 2 * \bar{U}_m / 2 \\ &= D_j * \bar{U}_f / 4 \end{aligned} \dots\dots\dots (2.15)$$



Gambar 2.5 Speed-flow-density relationships: Greenshields hypothesis.

Sumber : Drake, Schofer, and May. A Statistical Analysis of Speed-Density Hypotheses.

Highway Research Board. Washington, DC. 1967, Figs. 11, 12, 13, pp. 77, 78.

**2.4.2 Model Exponensial Underwood.**

Under wood mengemukakan suatu hipotesis bahwa hubungan antar kecepatan dan kepadatan adalah merupakan hubungan exponensial dengan bentuk persamaan sebagai berikut :

$$\bar{U}_s = \bar{U}_f \cdot \exp.(-D / D_m) \dots\dots\dots (2.24)$$

Dimana:

$\bar{U}_f$  = kecepatan pada kondisi arus bebas

$D_m$  = kepadatan pada saat volume maksimum

Untuk mendapatkan nilai konstanta  $\bar{U}_f$  dan  $D_m$ , Persamaan (2.24) dapat diubah menjadi persamaan linier  $y = a + bx$  sebagai berikut:

$$\ln \bar{U}_s = \ln \bar{U}_f - D / D_m \dots\dots\dots (2.25)$$

dengan memisalkan:  $y = \ln \bar{U}_s$ ;  $a = \ln \bar{U}_f$ ;  $b = -1/D_m$  dan  $x = D$ .

Bila persamaan  $U_s = V/D$  disubsitusikan ke persamaan (2.25) maka hubungan volume dan kepadatan didapat:

$$V = D \cdot \bar{U}_f \exp ( - D / D_m ) \dots\dots\dots (2.26)$$

Sedangkan untuk mendapatkan hubungan volume dan kecepatan, maka persamaan  $D = V / \bar{U}_s$  disubtitusikan ke persamaan (2.24) didapat:

$$V = \bar{U}_s \cdot D_m \cdot \ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) \dots\dots\dots (2.27)$$

Model Underwood berlaku atau dapat diterima pada kondisi kepadatan arus lalu lintas yang rendah karena dapat menghasilkan harga kecepatan rata-rata ruang sama dengan kecepatan pada arus bebas ( $U_s=U_f$ ), ini dapat dilihat dengan memasukkan nilai kepadatan sama dengan nol ( $D=0$ ) pada Persamaan (2.24).

Ini menunjukkan bahwa model Underwood merupakan model yang sesuai digunakan pada studi ini, karena kepadatan arus lalu lintas diperoleh pada ruas jalan yang diteliti masih rendah.

Volume Maksimum (Vm)

Volume maksimum untuk model Underwood juga dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (2.9):

$$V_m = D_m * U_m$$

Dimana

$D_m$  = Kepadatan pada saat volume maksimum

$U_m$  = Kecepatan pada saat volume maksimum

Untuk menentukan kedua konstanta  $D_m$  dan  $U_m$  maka persamaan (2.26) dan (2.27) harus didiferensir masing-masing terhadap kepadatan dan kecepatan. Selanjutnya differensialnya disamakan dengan nol.

Kepadatan saat volume maksimum ( $D_m$ ):

$$V = D \cdot \bar{U}_f e^{(-D/D_m)}$$

$$\frac{dV}{dD} = \bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} + \bar{U}_f \cdot D \left( -1/D_m * e^{-D/D_m} \right)$$

$$= \bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} - D/D_m * \left( \bar{U}_f * e^{-D/D_m} \right)$$

$$\bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} - D/D_m * \left( \bar{U}_f * e^{-D/D_m} \right) = 0$$

$$\bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} - D/D_m * \left( \bar{U}_f * e^{-D/D_m} \right) = 0 \quad ; \quad \bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)}$$

$$1 - D/D_m = 0$$

maka  $D = D_m$  .....(2.28)

Kecepatan saat volume maksimum ( $V_m$ )

$$V = D \cdot \bar{U}_f e^{(-D/D_m)}$$

$$\frac{dV}{dD} = \bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} + \bar{U}_f \cdot D \left( -1/D_m * e^{-D/D_m} \right)$$

$$= \bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} - D/D_m * \left( \bar{U}_f * e^{-D/D_m} \right)$$

$$\bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} - D/D_m * \left( \bar{U}_f * e^{-D/D_m} \right) = 0$$

$$\frac{\bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)} - D/D_m * \left( \bar{U}_f * e^{-D/D_m} \right) = 0}{\bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)}} : \bar{U}_f \cdot e^{(-D/D_m)}$$

$$V = \bar{U}_s \cdot D_m - \ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s)$$

$$\frac{dV}{d\bar{U}_s} = D_m \cdot \ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) - \bar{U}_s \cdot D_m \left( \frac{-\bar{U}_f / \bar{U}_s}{\bar{U}_f / \bar{U}_s} \right)$$

$$= D_m \cdot \ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) - D_m$$

$$D_m (\ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) - 1) = 0$$

$$\frac{D_m (\ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) - 1) = 0}{D_m} : D_m$$

$$\ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) - 1 = 0$$

$$\ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) = 1$$

$$\ln(\bar{U}_f / \bar{U}_s) = \ln e$$

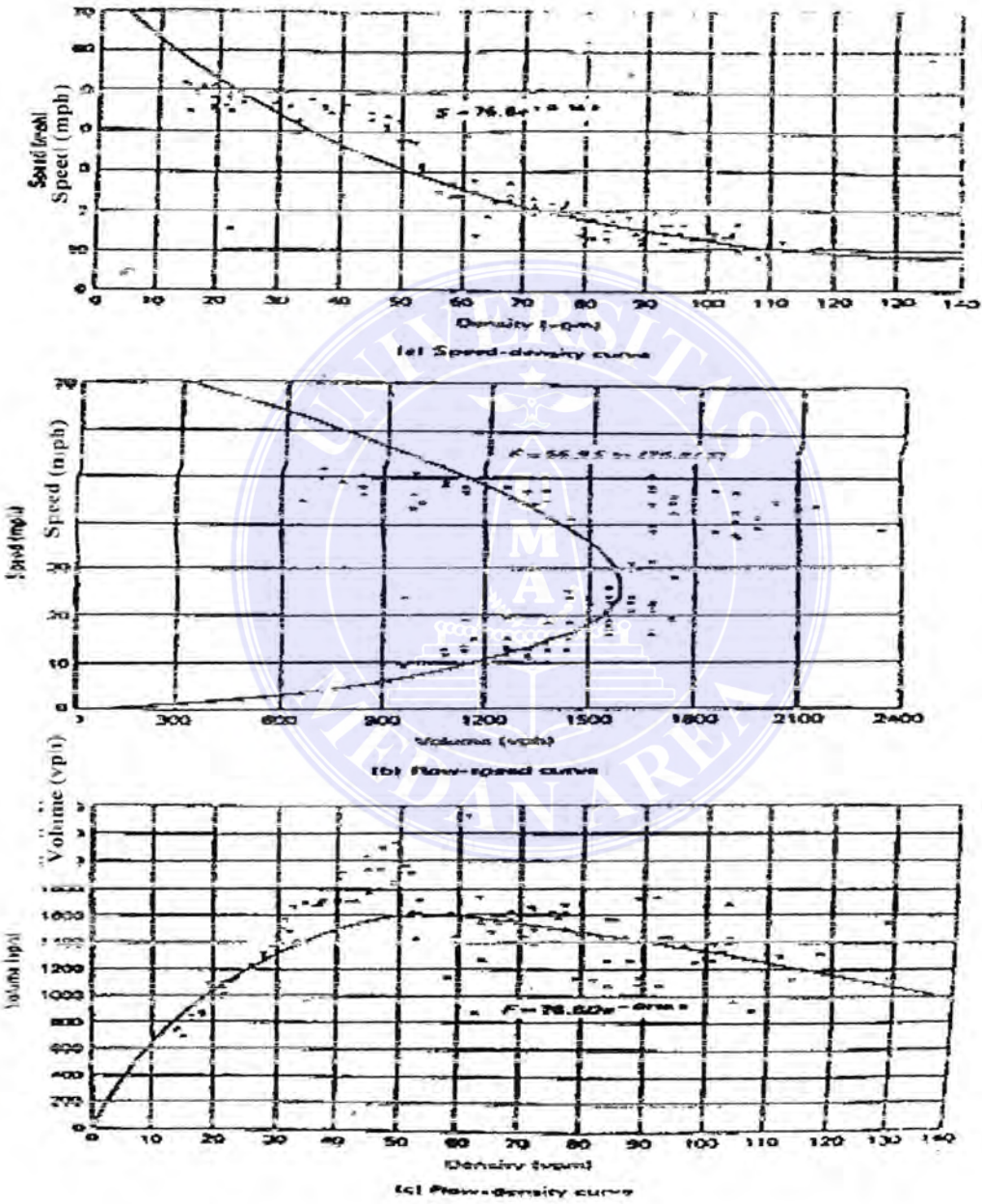
$$(\bar{U}_f / \bar{U}_s) = e$$

maka  $\bar{U}_s = \bar{U}_m = \bar{U}_f / e$  .....(2.29)

Dari persamaan (2.9), (2.28) dan (2.29) didapat volume maksimum:

UNIVERSITAS MEDAN AREA

$$\begin{aligned}
 V_m &= D_m * \bar{U}_m \\
 &= D_m * \bar{U}_f / e \\
 &= (D_j \cdot \bar{U}_m) / e \dots\dots\dots (2.30)
 \end{aligned}$$



Gambar 2.6 Speed-flow-density relationships: Underwood hypothesis.

Sumber :Drake, Schofer, and May. A Statistical Analysis of Speed-Density Hypotheses.

Highway Research Board. Washington, DC. 1967, Figs. 23, 24, 25, pp. 83, 84.



### 2.4.3 Analisa Persamaan Regresi Linier

Model arus lalu lintas yang umum digunakan untuk menentukan karakteristik kecepatan dan kepadatan adalah analisa regresi. Analisa ini dilakukan dengan meminimalkan total bernilai perbedaan kuadratis antara observasi dan nilai perkiraan dari variabel yang tidak bebas ( dependent ) . bila variabel tidak bebas linier terhadap variabel bebas , maka hubungan dari kedua variabel itu dikenal dengan analisa regresi linier . bila hubungannya lebih dari dua variabel bebas disebut sebagai analisa linier berganda . bila variabel tidak bebas y dan variabel bebas x mempunyai hubungan linier , maka fungsi regressinya adalah:

$$Y = a + bx \dots\dots\dots (2.31)$$

Dimana konstanta a dan b dapat dicari dengan persamaan-persamaan dibawah ini:

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots\dots\dots (2.32)$$

$$a = \bar{y}_i - b \bar{x}_i \dots\dots\dots (2.33)$$

dimana:

$$\bar{y}_i = \sum y_i / n$$

$$\bar{x}_i = \sum x_i / n$$

Pengukuran untuk mengetahui sejauh mana ketepatan fungsi regresi adalah dengan melihat nilai koefisien determinasi (r<sup>2</sup>) yang didapat dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi (r). Nilai koefisien korelasi dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{\left\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\right\} \left\{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\right\}}} \dots \dots \dots (2.34)$$

Kuatnya hubungan antara x dan y dapat dilihat dari besarnya nilai koefisien korelasi (r), besarnya nilai r terletak antara  $-1 < r < +1$ , jika r mendekati -1 dan +1 maka persamaan regressinya baik (kuat) dan jika r mendekati 0 maka persamaan regressinya lemah.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Umum

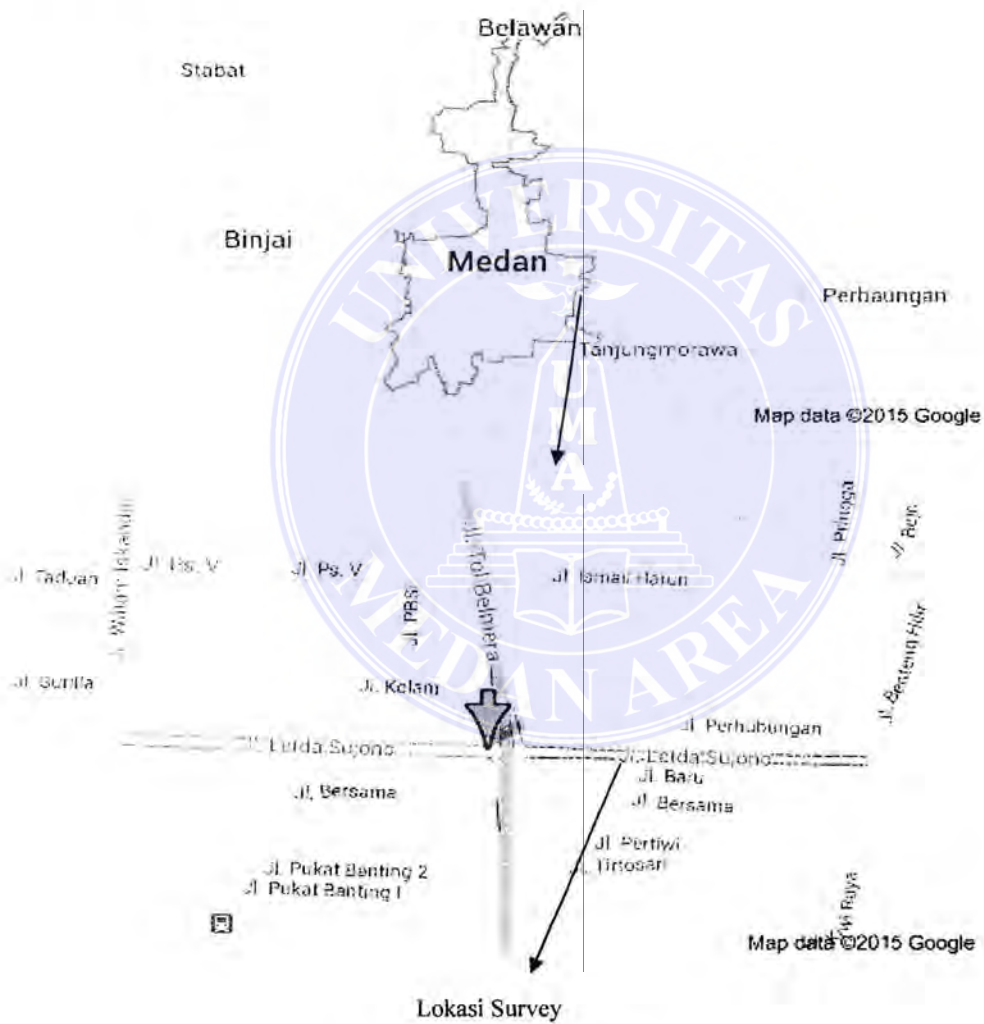
Kota Medan merupakan salah satu kota terbesar yang ada di Indonesia dengan wilayah pemerintahan terdiri dari 21 kecamatan 151 kelurahan, memiliki jumlah penduduk rata-rata sebesar  $\pm 3$  juta jiwa dengan laju pertumbuhan  $\pm 0,97$  % . Pertumbuhan penduduk yang setiap tahunnya mengalami peningkatan membuat kota Medan semakin padat, pertumbuhan ini juga meningkatkan pergerakan orang dan barang. Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan kepemilikan kendaraan yang tercatat mencapai 11,72 %, besarnya jumlah kendaraan dalam kota Medan, dan ditambah dengan banyaknya jenis dan jumlah kendaraan yang beroperasi untuk memenuhi tuntutan kebutuhan masyarakat kota Medan tidak disertai dengan pertumbuhan prasarana jalan Tercatat total panjang jalan di Kota Medan dari tahun 2004 hingga akhir tahun 2013 sebesar 3.078,94 Km. Ketidak seimbangan ini sering menyebabkan timbulnya kemacetan lalu lintas setiap harinya dan menjadi masalah yang harus ditangani secara khusus.

Masalah yang dihadapi daerah kota Medan, juga kota-kota besar dimanapun bukan hanya masalah sosial yang bermacam bentuknya, tetapi juga adalah persoalan lalu lintas yang dihadapi sehari-hari. Persoalan ini bukan masalah tersendiri, karena didalamnya terkandung juga faktor manusia, ekonomi, sarana dan prasarana serta berbagai faktor lainnya yang ada.

Informasi yang diharapkan dari perolehan data adalah mendapatkan komponen – komponen berupa lokasi survey , jumlah dan jenis kendaraan , besarnya waktu tempuh dan jarak tempuh satu kendaraan ( kecepatan ) , ukuran

geometrik jalan serta jenis perkerasannya . Data tersebut berguna untuk mencari hubungan kecepatan , volume dan kepadatan . Dengan mengetahui hubungan variabel - variabel tersebut maka perilaku , karakteristik arus lalu lintas dapat diketahui pada suatu ruas jalan sehingga dapat digunakan sebagai dasar penerapan manajemen lalu lintas .

### Peta Lokasi Survey



Gambar 3.1 Peta lokasi survey

Sumber : Google Map

### 3.2 Pemilihan Lokasi Survey

Dalam melakukan pengumpulan data hal yang pertama yang harus dilakukan adalah pemilihan lokasi survey . pemilihan lokasi ini mempunyai maksud sebagai berikut :

- a. Untuk mendapatkan data – data yang tepat untuk analisa lebih lanjut .
- b. Untuk mendapatkan hasil yang memuaskan sehingga dapat tercapai tujuan yang diinginkan.

Dalam melakukan pemilihan lokasi perlu ditinjau beberapa kondisi untuk mendapatkan ruas jalan yang sesuai dengan kriteria pemilihan lokasi . Adapun kriteria dalam pemilihan lokasi tersebut sebagai berikut :

- a. Lokasi survey dilakukan pada pertengahan ruas jalan yang menghubungkan dua buah persimpangan baik dengan lampu pengatur lalu lintas maupun tidak .
- b. Ruas jalan mempunyai lebar yang seragam . apabila dijumpai parkir kendaraan ditepi jalan tersebut , maka lebar efektif jalan tersebut adalah lebar jalan yang dapat dilalui arus lalu lintas tanpa mendapat gangguan dari simpang
- c. Kondisi perkerasan jalan dan desain geometrik jalan dalam keadaan baik , artinya jalan rata dan lurus .
- d. Ruang jalan diusahakan sesedikit mungkin terjadi gangguan , baik akibat kendaraan yang ingin memutar , masuk ke jalur lambat , lampu pengatur lalu lintas dan gangguan dari pejalan kaki yang dapat mengganggu kelancaran arus .

pengamatan jumlah dan jenis kendaraan serta kecepatan dilakukan tiap 15 ( lima belas ) menit .

### 3.4 Data Jumlah Kendaraan

Pengumpulan data jumlah kendaraan dilakukan secara manual dengan menggunakan alat counter . setiap kendaraan yang lewat pada pos pengamatan dihitung pada alat ini berdasarkan jenis kendaraan dengan interval waktu setiap 15 ( lima belas ) menit . pada survey ini digunakan 4 ( empat ) alat counter yang masing – masing menyatakan jenis kendaraan yang diamati . jenis kendaraan tersebut adalah :

- Kendaraan ringan ( mobil penumpang )
- Kendaraan berat
- Sepeda motor
- Kendaraan tidak bermotor

Pembagian jenis kendaraan yang terdiri dari 4 ( empat ) kelompok besar tersebut , bersumber dari ( *indonesian highway capacity manual part – 1 Urban Roads , 1993* ).

hasil survey jumlah kendaraan berdasarkan jenisnya disajikan pada lampiran 1 .

### 3.5 Data Kecepatan

Pengukuran kecepatan kendaraan dilakukan dengan metode pemotretan kendaraan alat yang digunakan adalah photo kamera dengan film slide positif .

Cara pengambilan gambar dan pengukuran kecepatan dijelaskan pada gambar 3.1

dibawah ini :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

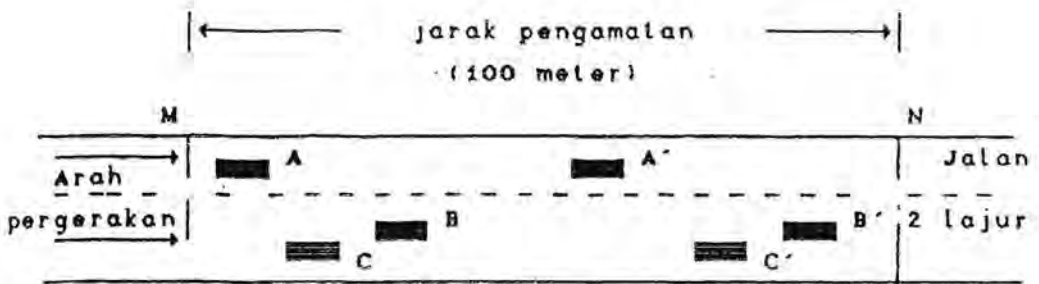
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 18/7/24 33

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area  
Access From (repository.uma.ac.id)18/7/24



Gambar 3.1 penggunaan photo camera untuk pengukuran kecepatan

Sumber : Indonesian highway capacity manual part – 1 Urban Roads , 1993

Pada gambar 3.1 . terlihat 3 ( tiga ) kendaraan masing – masing kendaraan A, B dan kendaraan C . Pemotretan pertama dilakukan pada saat kendaraan A,B dan C memasuki daerah pengamatan ( M-M ) M, dengan waktu antara tertentu ( dalam penelitian ini diambil 3 detik )

Kemudian dilakukan pemotretan yang kedua diperoleh gambar kendaraan A' , B' dan C' . Dari kedua gambar ini maka perpindahan kendaraan ( jarak tempuh ) dapat dihitung dengan cara memperoyeksikan kedua gambar tersebut pada suatu layer yang mempunyai skala . dengan membagi jarak tempuh dan waktu tempuh yang telah ditetapkan dari ketiga kendaraan tersebut dapat diketahui , yang dijabarkan dengan rumus dibawah ini :

$$V_i = \frac{d}{t_i} \dots\dots\dots ( 3.1 )$$

Dimana :

D = jarak tempuh kendaraan (meter)

t<sub>i</sub> = waktu tempuh kendaraan ( detik )

Dengan keterbatasan biaya maka untuk survey kecepatan diambil

beberapa sampel saja pada tiap interval 15 menit . Dari survey yang dilakukan



selama 1 hari jumlah sampel kecepatan terkumpul sejumlah 207 buah hasil survey kecepatan kendaraan ini disajikan pada lampiran 2 .

### 3.6 Test Statistik Sampel

#### Batas Kepercayaan Sampel dan Uji Statistik

Data kecepatan yang diperoleh dari hasil survey diproses dengan metode statistik dengan cara tabulasi kelompok data . selanjutnya dihitung kecepatan rata – rata ( $\bar{x}$ ), standar deviasi ( $s$ ) dan standar deviasi ( $s$ ) dan standar error ( $S_e$ ) . Rumus – rumus dan hitungannya disajikan dalam tabel 3.1 .

Untuk mengetahui batas kepercayaan sampel maka terlebih dahulu ditentukan level of confidence ( $P\%$ ) yang diinginkan dan standar errornya . batas kepercayaan sampel dapat dinyatakan dengan rumus :

$$\bar{x} - t_s / \sqrt{n} < \mu < \bar{x} + t_a \cdot s / \sqrt{n} \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana :

- $\mu$  = batas kepercayaan sampel
- $t_a$  = level of significant ( $1 - P\%$ )
- $\bar{x}$  = kecepatan rata – rata ( km / jam )
- $s$  = standar deviasi ( km / jam )
- $n$  = jumlah sample

Untuk menguji apakah sampel dapat diterima atau ditolak dapat digunakan rumus dibawah ini

$$T = \frac{\bar{x} - \mu^0}{z / \sqrt{n}} \dots\dots\dots (3.3)$$



**Kriteria**

$T > t_c \longrightarrow$  diterima

$T < t_c \longrightarrow$  ditolak

Dimana :

$\bar{x}$  = kecepatan rata – rata ( km / jam )

$\mu^o$  = kecepatan rata – rata populasi ( km / jam )

$t_c$  = nilai kritis dari distribusi t contoh hitungan

Dari kelompok volume selang antara 190 – 200 dengan frekuensi 10 diperoleh sampel kecepatan 21 buah , dengan kecepatan rata – rata ruang (  $U$ )=19.10km/jam Data kecepatan tersebut kemudian dikelompokkan dengan interval kelas km / jam seperti pada tabel 3.1 .

Tabel 3.1. distribusi frekuensi kecepatan

Kecepatan ( km / jam )	freq ( f )	( xi )	( fxi )	( xi - x ) **2	f ( xi - x ) **2
16.00 - 17.99	9	17	153	4.390022676	39.51020408
18.00 - 19.99	7	19	133	0.009070295	0.063492063
20.00 - 21.99	2	21	42	3.628117914	7.256235828
22.00 - 23.99	1	2	23	15.24716553	15.24716553
24.00 - 25.99	2	25	50	34.86621315	69.7324263
	21	105	401	58.17058957	131.8095238

Sumber : Analisis Data

Kec. rata – rata ruang (  $\bar{x}$  ) = 19.10 km / jam

standar deviasi  $s = \sqrt{\frac{\sum f (xi-x)^2}{\sum f}}$  = 2.567 km / jam

standar error  $Se = \sqrt{s^2/n}$  = 0.560 km / jam

Batas kepercayaan sampel ( $\mu$ ) :

Level of confidence 75 % , maka level significant = 0.75

dari tabel t diperoleh  $t_{0.75} = 2.09$  untuk  $df = 20$

Diperoleh batas kepercayaan sampel :

$$X - t_{\alpha} * s / \sqrt{n} < \mu < x + t_{\alpha} * \sqrt{n}$$

$$17.92 < \mu < 20.266$$

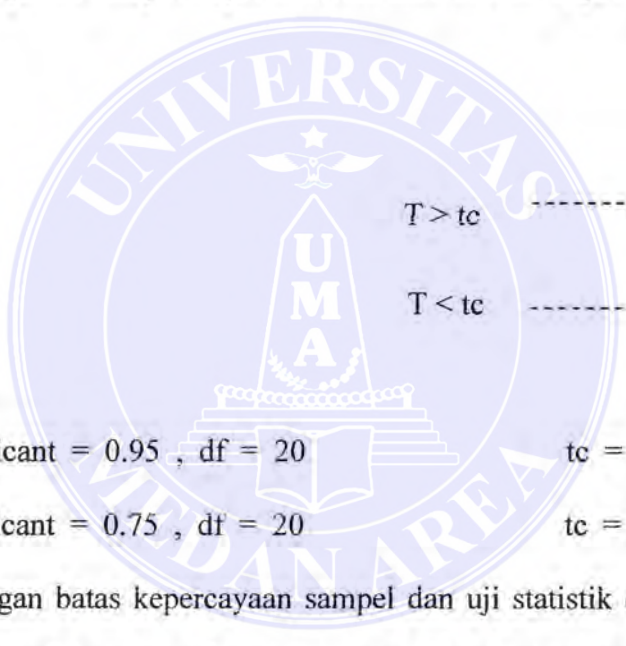
Uji statistik :

untuk menguji apakah sampel dapat diterima atau ditolak dapat digunakan rumus dibawah ini :

Kriteria

$$T = \frac{x - 100}{s/\sqrt{n}}$$

$$T = -0.18$$



$T > t_c$  -----> diterima

$T < t_c$  -----> ditolak

Jika :

Level of significant = 0.95 ,  $df = 20$   $t_c = 1.72$  ( ditolak )

Level of significant = 0.75 ,  $df = 20$   $t_c = 2.09$  ( ditolak )

Dari hasil hitungan batas kepercayaan sampel dan uji statistik dan uji statistik , untuk jumlah sampel kecepatan 21 buah , dapat dikatakan cukup , Hitungan batas kepercayaan dan uji stastistik untuk sampel kecepatan lainnya disajikan dalam analisa dan pembahasan .

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari analisa dan pendekatan model yang dilaksanakan pada daerah studi dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- a. Pada studi ini survey lapangan yang dilakukan adalah survey volume lalu lintas dan survey kecepatan. Survey kecepatan dilakukan dengan metoda pemotretan kendaraan. Pemotretan dilakukan dengan waktu antara tiga detik untuk mendapatkan sepasang gambar. Dari kedua gambar ini maka jarak perpindahan kendaraan dapat dihitung dengan cara memperoyeksikan kedua gambar tersebut pada suatu layar yang sudah mempunyai skala dengan membagi jarak dengan waktu antara tiga detik kecepatan didapat.
- b. Dari hasil perhitungan diperoleh bahwa volume kendaraan maksimum atau kapasitas maximum dari jalan Letda sudjono adalah 4586 smp/jam.
- c. Model pendekatan terhadap 2 (dua) model yang dihasilkan dari hubungan kecepatan, kepadatan dan volume lebih cenderung terhadap model Underwood karena pada Underwood dapat diterima pada kondisi kepadatan yang rendah sehingga dapat menghasilkan harga kecepatan rata – rata sama dengan kecepatan pada arus bebas. Ini menunjukkan bahwa model Underwood merupakan model yang sesuai digunakan pada studi ini karena kepadatan arus lalu lintas diperoleh pada ruas jalan diteliti masih rendah.

- d. Hal ini menunjukkan pada ruas jalan atau daerah studi yang dipengaruhi oleh faktor – faktor lain seperti hambatan samping, geometrik jalan menunjukkan kondisi tidak sama dengan jalan bebas hambatan.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan pada studi ini :

- a. Untuk mendapatkan gambaran arus lalu lintas yang sebenarnya maka perlu tambahan survey untuk kondisi arus lalu lintas mendekati volume maksimum (kapasitas) dan pada arus lalu lintas yang padat.
- b. Pada daerah yang ditinjau atau daerah studi perlu diadakan perbaikan geometrik dan pengaturan manajemen yang lebih baik pada faktor hambatan sampingnya
- c. Perlu diadakan survey pada lokasi beberapa ruas jalan dikota Medan, sehingga kondisi arus lalu lintas dapat diketahui secara menyeluruh dan lebih mewakili.

- d. Hal ini menunjukkan pada ruas jalan atau daerah studi yang dipengaruhi oleh faktor – faktor lain seperti hambatan samping, geometrik jalan menunjukkan kondisi tidak sama dengan jalan bebas hambatan.

## 5.2 Saran

Beberapa saran yang dapat diberikan pada studi ini :

- a. Untuk mendapatkan gambaran arus lalu lintas yang sebenarnya maka perlu tambahan survey untuk kondisi arus lalu lintas mendekati volume maksimum (kapasitas) dan pada arus lalu lintas yang padat.
- b. Pada daerah yang ditinjau atau daerah studi perlu diadakan perbaikan geometrik dan pengaturan manajemen yang lebih baik pada faktor hambatan sampingnya
- c. Perlu diadakan survey pada lokasi beberapa ruas jalan dikota Medan, sehingga kondisi arus lalu lintas dapat diketahui secara menyeluruh dan lebih mewakili.

## DAFTAR PUSTAKA

- BOX, P.C. and Oppenlander, J.C., *Manual Of traffic Engineering Studies*, Institute Of Transportation Engineers.1976.
- Indonesian Highway Capacity Manual, Part-1. Direktorat General of Highways Ministry of Public Works, 1993.
- Mannering, F.L. and Kilareski, W.R., *Principples Of Highway Engineering and Traffic analysis*, John Wiley & Sons, 1990.
- Morlok, Edward K., *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.
- Penjelasan Undang-Undang Pemerintah Indonesia nomor 38 tahun 2004 tentang jalan.*
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 34 tahun 2006, tentang jalan.*
- Penjelasan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 34 tahun 2006, tentang jalan.*
- Ronald, E.W., *Ilmu Peluang dan Statistik untuk Insinyur dan Ilmuwan*, Penerbit ITB Bandung, 1986.
- Saxena, S.C., *A Course in Traffic Planning and Design*, Dhanpat Rai & Sons, 1989
- Sitohang, O. dkk., "Analisa Kapasitas dan Tingkat Pelayanan Jalan di Kodya Medan." Proceeding Simposium IV Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi (FSTPT) 1-2 Nopember 2001, Universitas Udayana Bali 2001.

Suteja, I.W., ”*Studi Hubungan Kecepatan – Volume – Kerapatan pada Lalu Lintas Dominan Sepeda Motor.*” Proceeding Simposium II Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi (FSTPT) 8 Oktober 1999, ITS Surabaya 1999.

Syamsuwito, *Studi Hubungan Kecepatan, Volume, dan Kepadatan pada Ruas Jalan Soekarno-Hatta di Kota Bandung*, Tesis, Bandung: ITB, 1994.

Tamin, O.Z., *Hubungan Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu lintas*, Jurnal Teknik Sipil ITB. 1991.

