

**ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS PADA
JALAN 2/2 TIDAK TERBAGI PADA JALAN PERKOTAAN DI KOTA
BANDAR LAMPUNG
(STUDI KASUS JALAN WOLTER MONGINSIDI)**

(Skripsi)

Oleh

YULIANTI DEWI MANDA SARI

1715011022



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2022

ABSTRAK

ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS PADA JALAN 2/2 TIDAK TERBAGI PADA JALAN PERKOTAAN DI KOTA BANDAR LAMPUNG (STUDI KASUS JALAN WOLTER MONGINSIDI)

Oleh

YULIANTI DEWI MANDA SARI

Jalan Wolter Monginsidi merupakan salah satu jalan dengan tingkat kesibukan yang cukup tinggi, dimana sepanjang ruas kanan dan kiri jalan Wolter Monginsidi tersebut terdapat sarana perdagangan, fasilitas hotel, dan lain sebagainya. Hal ini dapat memungkinkan terjadinya konflik dari pergerakan arus lalu lintas yang dapat menyebabkan kemacetan dan ketidakteraturan disepanjang ruas jalan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan karakteristik arus lalu lintas yang terdiri dari volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada Jalan Wolter Monginsidi, Bandar Lampung. Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan rata-rata tingkat pelayanan pada jalan Wolter Monginsidi termasuk tipe E dengan kecepatan rata-rata pada pagi hari sebesar 28,78 km/jam arah Teluk dan 25,44 km/jam arah Tanjung Karang. Pada sore hari sebesar 28,08 km/jam arah Teluk dan 24,75 km/jam arah Tanjung Karang. Hal ini menunjukkan bahwa kecepatan rata-rata pada lokasi penelitian ini tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015, dimana untuk jalan arteri sekunder dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C yaitu 60 km/jam. Berdasarkan analisis hubungan karakteristik arus lalu lintas dengan menggunakan model *Greenshield*, model *Greenberg*, dan model *Underwood* disimpulkan bahwa model yang paling mendekati ialah model *Greenshield* dengan nilai $r^2 = 0,276$.

Kata Kunci: Volume, Kecepatan, Kepadatan, *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood*

ABSTRACT

RELATIONSHIP ANALYSIS OF TRAFFIC FLOW CHARACTERISTICS ON 2/2 UNDIVIDED ON URBAN ROADS IN BANDAR LAMPUNG CITY (CASE STUDY OF WOLTER MONGINSIDI ROAD)

By

YULIANTI DEWI MANDA SARI

Wolter Monginsidi road is one of the roads with high enough activity. Along the right and left sections of Wolter Monginsidi road, there are trading facilities, hotel facilities, etc. This tension can allow conflicts with the movement of traffic flow, which can cause congestion and irregularity along the roads. This study aims to analyze the relationship between traffic flow characteristics consisting of volume, speed, and traffic density in Wolter Monginsidi road, Bandar Lampung. Based on the results of calculating the mean speed, the level of service on Wolter Monginsidi road includes type E. The mean speed in the morning is 28.78 km/hour towards Teluk and 25.44 km/hour towards Tanjung Karang, and in the afternoon is 28.08 km/hour towards Teluk and 24.75 km/hour towards Tanjung Karang. It concluded that the mean speeds of vehicles at this research location are not according to the Regulation of the Minister of the Republic of Indonesia Number 96 of 2015, where for secondary arterial roads with a service level of at least C, namely 60 km/hour. Based on the analysis of the relationship between traffic characteristics using the Greenshield model, Greenberg model, and Underwood model, it can be concluded that the most suitable model is the Greenshield model by a value of $r^2 = 0.276$.

Keywords: Volume, Speed, Density, Greenshield, Greenberg, Underwood

**ANALISIS HUBUNGAN KARAKTERISTIK ARUS LALU LINTAS PADA
JALAN 2/2 TIDAK TERBAGI PADA JALAN PERKOTAAN DI KOTA
BANDAR LAMPUNG
(STUDI KASUS JALAN WOLTER MONGINSIDI)**

Oleh

YULIANTI DEWI MANDA SARI

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

Pada

Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Lampung



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2022

Judul Skripsi : Analisis Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Jalan 2/2 Tidak Terbagi Pada Jalan Perkotaan Di Kota Bandar Lampung (Studi Kasus Jalan Wolter Monginsidi)

Nama Mahasiswa : Yulianti Dewi Manda Sari

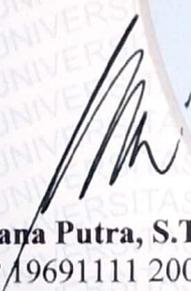
Nomor Pokok Mahasiswa : 1715011022

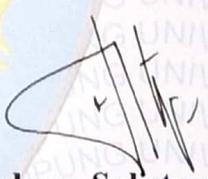
Program Studi : S1 Teknik Sipil

Fakultas : Teknik



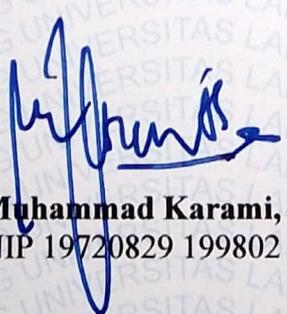
1. Komisi Pembimbing

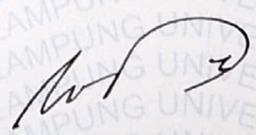

Sasana Putra, S.T., M.T.
NIP 19691111 200003 1 002


Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.
NIP 19741004 200003 2 002

2. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

3. Ketua Jurusan Teknik Sipil,


Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19720829 199802 1 001


Ir. Laksmi Irianti, M.T.
NIP 19620408 198903 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Sasana Putra, S.T., M.T.

Sekretaris : Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M.T.

Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Dwi Herianto, M.T.

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP 19750928/200112 1 002



.....
.....
.....

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 27 Desember 2022

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : **Yulianti Dewi Manda Sari**

NPM : 1715011022

Prodi/Jurusan : S1/Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Judul : Analisis Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Jalan 2/2 Tidak Terbagi Pada Jalan Perkotaan Di Kota Bandar Lampung (Studi Kasus Jalan Wolter Monginsidi)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah ditetapkan. Ide penelitian didapat dari Pembimbing I, oleh karena itu baik atas data penelitian berada pada Saya dan Pembimbing I, Bapak Sasana Putra, S.T., M.T.

Apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang berlaku.

Bandar Lampung, 27 Desember 2022

Pembuat Pernyataan,



Yulianti Dewi Manda Sari

RIWAYAT HIDUP



Yulianti Dewi Manda Sari, lahir di Bogor, 08 Mei 1999, yang merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Wardi dan Ibu Nilawati.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 3 Mulyaguna (2005-2011), lalu Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 2 Teluk Gelam (2011-2014), dan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 2 Kayuagung (2014-2017). Pada tahun 2017 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Lampung (HIMATEKS), penulis tercatat sebagai Anggota Usaha dan Karya (2018/2019), dan Usaha dan Karya (2019/2020). Tahun 2020 penulis melaksanakan Kerja Praktik (KP) pada Proyek Pembangunan Gedung B Pelayanan Terpadu Tahap II RSK Dr. Rivai Abdullah Palembang. Penulis telah melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) tahun 2021 pada periode I di Desa Mulyaguna, Kecamatan Teluk Gelam, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan. Selanjutnya, penulis mengambil tugas akhir untuk skripsi pada tahun 2021 dengan judul Analisis Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Jalan 2/2 Tidak Terbagi Pada Jalan Perkotaan Di Kota Bandar Lampung (Studi Kasus Di Jalan Wolter Monginsidi).

MOTTO

“Allah tidak membebani seorang hamba kecuali sesuai dengan batas kemampuannya.”

(Q.S. Al-Baqarah : 286)

PERSEMBAHAN



Alhamdulillah rabbil'alamiin atas ridho yang Allah berikan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan pada waktunya

Teriring shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi siapa saja dikemudian hari

Teruntuk mama yang tercinta, kakak, dan adik ku yang selalu memberikan dukungan, semangat, serta selalu mendoakan dalam setiap langkah ku

Sahabat dan teman-teman yang telah menemani, memberi masukan, serta menyemangati selama ini

Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah turut andil dalam penyelesaian skripsi ini

Almamaterku Universitas Lampung

UCAPAN TERIMA KASIH

Al-hamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya, sholawat serta salam selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad SAW, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Analisis Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kerapatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan 4/2 UD (Studi Kasus Di Jalan Wolter Monginsidi Bandar Lampung)” sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Laksmi Irianti, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
3. Bapak Muhammad Karami, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Bapak Sasana Putra, S.T., M. T., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan arahan, masukan, motivasi dan semangat kepada penulis dari awal hingga skripsi ini selesai.
5. Ibu Dr. Rahayu Sulistyorini, S.T., M. T., selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan arahan dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Ir. Dwi Herianto, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji saya.
7. Seluruh dosen Program Studi S1 Teknik Sipil atas semua ilmu dan didikannya dalam masa perkuliahan.
8. Seluruh staff dan karyawan Program studi S1 Teknik Sipil atas semua bantuan dalam hal administrasi.

9. Orang tua saya yaitu Ibu Nilawati dan saudara/saudari saya Susi Indah Lestari, S.Kom., Tri Septi Hariyanti, dan Ade Hardiyansyah, serta keluarga yang senantiasa memberikan doa, bimbingan kepercayaan, dan semangat baik moral maupun materil dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Taruli Situmorang dan Nur Fitriyani, S.P. yang telah menemani saya dalam beberapa tahun terakhir selama masa perkuliahan.
11. Keluarga besar Teknik Sipil Universitas Lampung angkatan 2017.

Penulis menyadari akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang dimiliki penulis sehingga masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Untuk itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang berkepentingan dengan skripsi ini. Penulis berharap hasil dan penulisan skripsi ini dapat memberi manfaat bagi yang memerlukan.

Bandar Lampung, 27 Desember 2022

Penulis,



Yulianti Dewi Manda Sari

1715011022

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan.....	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Jalan.....	4
2.2. Lalu Lintas	5
2.3. Karakteristik Arus Lalu Lintas	5
2.3.1. Volume Lalu Lintas	6
2.3.2. Kecepatan	6
2.3.3. Kepadatan Lalu Lintas	8
2.4. Tingkat Pelayanan Jalan	8
2.5. Hubungan Antara Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan	10
2.6. Model <i>Greenshield</i>	12
2.7. Model <i>Greensberg</i>	12
2.8. Model <i>Underwood</i>	13
III. METODE PENELITIAN	
3.1. Studi Literatur	15
3.2. Survei Pendahuluan.....	15
3.3. Pengumpulan Data Primer	16
3.3.1. Data Geometrik	16
3.3.2. Data Lalu Lintas	17
3.4. Pelaksanaan Penelitian	17
3.4.1 Waktu Penelitian.....	17
3.4.2. Peralatan.....	18
3.5. Pengolahan Dan Analisis Data	19
3.5.1. Pengolahan Data	19
3.5.2. Analisis Data	20

IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1.	Volume Lalu Lintas.....	21
4.2	Kecepatan	25
4.3	Kepadatan.....	28
4.4	Hubungan Volume, Kecepatan, Kepadatan Model <i>Greenshield</i> ...	31
4.5	Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model <i>Greenberg</i>	35
4.6	Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model <i>Underwood</i>	37
V.	SIMPULAN DAN SARAN.....	
	DAFTAR PUSTAKA.....	
	LAMPIRAN A	
	LAMPIRAN B.....	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Volume Lalu Lintas per 5 Menit Periode Waktu Pagi.....	22
2. Volume Lalu Lintas per 5 Menit Periode Waktu Sore.....	23
3. Kecepatan Rata-Rata per 5 Menit Periode Waktu Pagi	26
4. Kecepatan Rata-Rata per 5 Menit Periode Waktu Sore.....	27
5. Kepadatan per 5 Menit Periode Waktu Pagi.....	29
6. Kepadatan per 5 Menit Periode Waktu Sore.....	30
7. Data Regresi untuk Model <i>Greenshield</i>	31
8. Data Regresi untuk Model <i>Greenberg</i>	35
9. Data Regresi untuk Model <i>Underwood</i>	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan.....	10
2. <i>Flow Chart</i> Metode Penelitian.....	14
3. Denah Lokasi Penelitian	15
4. Volume lalu lintas per 5 menit periode waktu pagi	22
5. Volume lalu lintas per 5 menit periode waktu sore	24
6. Kecepatan rata-rata per 5 menit periode waktu pagi.....	26
7. Kecepatan rata-rata per 5 menit periode waktu sore.....	27
8. Kepadatan per 5 menit periode waktu pagi.....	29
9. Kepadatan per 5 menit periode waktu sore	30
10. Hubungan antar volume, kecepatan, dan kepadatan dengan Model <i>Greenshield</i>	34
11. Hubungan kecepatan dan kepadatan Model <i>Greenberg</i>	37
12. Hubungan kecepatan dan kepadatan Model <i>Underwood</i>	39

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Bandar Lampung memiliki jumlah penduduk 1.184.949 jiwa dengan luas wilayah 169,21 km² berdasarkan sensus penduduk tahun 2021. Kota Bandar Lampung merupakan salah satu pusat perdagangan dan jasa di Provinsi Lampung sehingga dapat mengakibatkan tingkat volume lalu lintas yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan banyaknya perjalanan yang dilakukan oleh penduduk dari wilayah di sekitar Bandar Lampung yang akan beraktifitas ke Kota Bandar Lampung di pagi dan disore hari (Diana, 2014).

Selain itu, peningkatan volume lalu lintas juga dapat disebabkan oleh banyaknya masyarakat yang menggunakan angkutan pribadi dari pada menggunakan angkutan umum. Hal ini dikarenakan buruknya daya tampung angkutan umum, pencegahan kriminalitas, perilaku menyetir, kesadaran akan halte dan kejelasan waktu operasi (Salwa, 2016). Dengan meningkatnya volume lalu lintas maka akan menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas. Semakin tinggi kepadatan lalu lintas maka akan terjadi penurunan kecepatan dan berpengaruh pada waktu tempuh perjalanan.

Jalan Wolter Monginsidi merupakan salah satu jalan dengan tingkat kesibukan yang cukup tinggi dimana jalan Wolter Monginsidi sendiri terdiri dari 1 jalur, 2 lajur dan 2 arah tak terbagi. Berdasarkan fungsinya Jalan Wolter Monginsidi termasuk kedalam kategori jalan arteri sekunder. Sepanjang ruas kanan dan kiri jalan Wolter Monginsidi tersebut terdapat sarana perdagangan, fasilitas hotel, dan lain sebagainya. Sehingga hal ini dapat memungkinkan terjadinya konflik dari pergerakan arus lalu lintas

yang dapat menyebabkan kemacetan dan ketidakteraturan disepanjang ruas jalan tersebut.

Untuk melakukan suatu manajemen lalu lintas yang terarah maka perlu diketahui terlebih dahulu perilaku karakteristik arus lalu lintas pada jalan yang di tinjau. Dimana karakteristik arus lalu lintas ini terdiri dari karakteristik volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas, serta perlu diketahui juga bagaimana model hubungan antar karakteristik arus lalu lintas pada jalan tersebut (Ali & Isran, 2006). Maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan suatu penelitian dengan judul “Analisis Hubungan Karakteristik Arus Lalu Lintas Pada Jalan 2/2 Tidak Terbagi Pada Jalan Perkotaan Di Kota Bandar Lampung (Studi Kasus Jalan Wolter Monginsidi)”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, maka dari itu penelitian ini hanya akan membahas mengenai “Bagaimana analisis hubungan karakteristik arus lalu lintas yang terdiri dari volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada jalan 2/2 tidak terbagi pada Jalan Wolter Monginsidi di Kota Bandar Lampung ?”

1.3. Tujuan

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini ialah untuk menganalisis hubungan karakteristik arus lalu lintas yang terdiri dari volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas pada jalan perkotaan di Kota Bandar Lampung (studi kasus di Jalan Wolter Monginsidi).

1.4. Batasan Masalah

Untuk mempermudah dalam menganalisis permasalahan agar tidak menyimpang dari pokok permasalahan sesuai dengan judul penelitian, maka diberikan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Jalan Wolter Monginsidi, Bandar Lampung
2. Survei arus lalu lintas dilakukan selama satu hari pada waktu puncak yakni pada pagi hari pukul 07.00 sampai 09.00 WIB dan pada sore hari pukul 15.30 sampai 17.30 WIB..

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan mampu membantu memberikan informasi kepada akademisi, maupun orang yang berkepentingan dalam hal manajemen lalu lintas.
2. Penelitian ini di harapkan dapat menjadi bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Jalan

Menurut Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 disebutkan bahwa jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan penghubung, 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 rel, jalan lori dan jalan kabel. Jalan memiliki peranan penting terutama yang menyangkut perwujudan perkembangan antar wilayah yang seimbang, pemerataan hasil pembangunan serta pemantapan pertahanan dan keamanan nasional dalam rangka mewujudkan pembangunan nasional. Berdasarkan fungsinya jalan umum dikelompokkan menjadi :

a. Jalan arteri

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara efisien.

b. Jalan kolektor

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.

c. Jalan lokal

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

d. Jalan lingkungan

Jalan umum yang berfungsi melayani angkutan lingkungan dengan ciri perjalanan jarak dekat, dan kecepatan rata-rata rendah.

2.2. Lalu Lintas

Menurut Pasal 1 Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 Lalu lintas didefinisikan sebagai gerak kendaraan dan orang di ruang lalu lintas jalan. Ruang lalu lintas jalan adalah prasarana yang diperuntukkan bagi gerak pindah kendaraan, orang, dan/atau barang yang berupa jalan dengan fasilitas pendukungnya. Menurut (Julianto, 2010) dalam perencanaan, perancangan dan penetapan berbagai kebijakan sistem transportasi, teori pergerakan arus lalu lintas memegang peranan sangat penting. Kemampuan untuk menampung arus lalu lintas sangat bergantung pada keadaan fisik dari jalan tersebut, baik kualitas maupun kuantitasnya serta karakteristik operasional lalu lintasnya.

Pemodelan arus lalu lintas dilakukan untuk mempelajari interaksi antar kendaraan dan mengembangkan jaringan jalan yang optimal, pergerakan lalu lintas yang efisien dan mengurangi kemacetan lalu lintas. Manajemen lalu lintas yang efisien adalah tujuan untuk pemodelan arus lalu lintas, sementara fokus utama pemodelan arus lalu lintas ialah pada kecepatan, arus, dan kepadatan lalu lintas (Babitha & Jasella, 2019).

2.3. Karakteristik Arus Lalu Lintas

Karakteristik arus lalu lintas pada suatu area menarik untuk diteliti dan dianalisis, dimana hasil yang diperoleh dapat merepresentasikan kondisi dari ruas jalan yang ada (Hendrata, 2007). Karakteristik lalu lintas terjadi karena adanya interaksi antara pengendara dan kendaraan dengan jalan dan lingkungannya. Karakteristik arus lalu lintas dapat dianalisis dengan tiga parameter yaitu arus (*volume*), kecepatan (*speed*), dan kepadatan (*density*). Ketiga komponen tersebut termasuk ke dalam pembahasan arus lalu lintas dalam skala makroskopik (Das dkk, 2015).

2.3.1. Volume lalu lintas

Menurut (Maelissa dkk, 2018) volume ialah jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik tertentu pada suatu ruas/segmen jalan tertentu dalam satu satuan waktu. Menurut (Widodo dkk, 2012) yang menyatakan bahwa peningkatan volume lalu lintas dapat menyebabkan berubahnya perilaku lalu lintas, sehingga secara teoritis terdapat hubungan yang mendasar antara volume (*volume*) dengan kecepatan (*speed*) serta kepadatan (*density*).

Studi volume lalu lintas dilakukan untuk mengumpulkan data jumlah kendaraan dan/atau pejalan kaki yang melewati suatu titik pada fasilitas jalan raya selama periode waktu tertentu. Perhitungan lalu lintas terus menerus pada suatu bagian jalan akan menunjukkan bahwa volume lalu lintas bervariasi dari jam ke jam, dari hari ke hari, dan dari bulan ke bulan. Perhitungan volume lalu lintas dapat dilakukan dengan berbagai metode tergantung pada berbagai faktor seperti tenaga kerja yang tersedia, anggaran, teknologi/instrumen yang tersedia (Policepatil dkk, 2018). Berikut persamaan untuk volume lalu lintas :

$$Q = \frac{n}{t} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

Q = Volume (SKR/jam)

n = Jumlah kendaraan

t = Waktu pengamatan (jam)

2.3.2. Kecepatan

Menurut (Naser, 2021) definisi dari kecepatan ialah rasio pergerakan dari kendaraan dalam jarak per satuan waktu. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi besaran nilai kecepatan ialah manusia, kendaraan, prasarana, arus lalu lintas, serta kondisi cuaca dan

lingkungan. Salah satu parameter penting yang digunakan dalam mendesain suatu jalan, tingkat pelayanan, dan kualitas arus lalu lintas yaitu nilai kecepatan.

Cepat atau lambatnya pengemudi dalam melintasi suatu jalan tergantung pada kecepatan kendaraan yang digunakan oleh pengemudi. Dengan menaikkan atau menurunkan kecepatan kendaraan, pengemudi dapat memperpendek waktu perjalanan atau memperpanjang jarak perjalanan. Perubahan nilai kecepatan adalah mendasar, tidak hanya untuk berangkat dan berhenti tetapi untuk seluruh arus lalu lintas yang dilalui. Kecepatan lalu lintas dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$V = \frac{d}{t} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

V = Kecepatan kendaraan (km/jam)

d = Jarak yang ditempuh (km)

t = Waktu tempuh kendaran (jam)

Menurut (Haqqi, 2017) kecepatan umumnya dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

a. Kecepatan sesaat

Kecepatan sesaat kendaraan berada pada titik/lokasi jalan tertentu.

b. Kecepatan bergerak

Kecepatan kendaraan bergerak yang didapat dari hasil bagi waktu dengan lama waktu kendaraan bergerak menempuh suatu ruas jalan.

c. Kecepatan perjalanan

Kecepatan perjalanan yaitu kecepatan efektif kendaraan yang sedang dalam perjalanan antara dua tempat dibagi dengan lama waktu bagi kendaraan untuk menyelesaikan perjalanan antara

dua tempat tersebut, dengan lama waktu mencakup setiap waktu berhenti yang ditimbulkan oleh hambatan lalu lintas.

2.3.3. Kepadatan lalu lintas

Kepadatan didefinisikan sebagai jumlah kendaraan yang menepati suatu ruas/segmen jalan tertentu yang dinyatakan dalam kend/km (Fitriani, 2012). Kepadatan berpengaruh pada kerapatan, semakin tinggi kerapatan menunjukkan jarak antar kendaraan cukup dekat, kerapatan rendah berarti jarak antar kendaraan cukup jauh. Kepadatan didefinisikan sebagai berikut :

$$D = \frac{n}{l} \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

D = Kepadatan lalu lintas (SKR/km)

n = Jumlah kendaraan

l = Panjang lintasan (km)

2.4. Tingkat Pelayanan Jalan

Menurut Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014, tingkat pelayanan atau *Level Of Service (LOS)* didefinisikan sebagai ukuran kualitatif yang dapat mendeskripsikan persepsi pengemudi terhadap mutu berkendara di suatu ruas jalan atau simpang jalan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 halaman 16 tingkat pelayanan jalan di klasifikasikan sebagai berikut:

- a. Tingkat pelayanan A, dimana kondisi arus bebas dan volume lalu lintas rendah serta kecepatan minimum 80 km/jam, kepadatan lalu lintas yang sangat rendah, pengemudi dapat mempertahankan kecepatan yang diinginkan tanpa atau dengan sedikit tundaan.
- b. Tingkat pelayanan B, dimana kondisi arus stabil dan volume lalu lintas sedang serta kecepatan minimum 70 km/jam, kepadatan lalu lintas rendah, kecepatan belum dipengaruhi oleh hambatan internal lalu lintas,

pengemudi masih memiliki cukup kebebasan dalam memilih kecepatannya dan lajur jalan yang digunakan.

- c. Tingkat pelayanan C, dimana kondisi arus stabil namun kecepatan dan pergerakan kendaraan dikendalikan oleh volume lalu lintas yang lebih tinggi, kecepatan minimum 60 km/jam, kepadatan lalu lintas sedang karena hambatan internal lalu lintas meningkat, pengemudi memiliki keterbatasan untuk menentukan kecepatan, pindah lajur atau mendahului.
- d. Tingkat pelayanan D, dimana kondisi arus mendekati tidak stabil dan volume arus lalu lintas tinggi serta kecepatan minimum 50 km/jam, masih ditolerir akan tetapi sangat terpengaruh oleh perubahan kondisi arus, kepadatan lalu lintas sedang tetapi fluktuasi volume lalu lintas dan penurunan kecepatan yang besar disebabkan oleh adanya hambatan temporer, pengemudi memiliki kebebasan yang sangat terbatas dalam mengendarai kendaraan, kenyamanan rendah, tetapi kondisi ini masih dapat ditolerir untuk waktu yang singkat.
- e. Tingkat pelayanan E, dimana kondisi arus lebih rendah daripada tingkat pelayanan D dan volume lalu lintas mendekati kapasitas jalan serta kecepatan minimum 30 km/jam untuk jalan antar kota dan minimum 10 km/jam untuk jalan perkotaan, hambatan internal lalu lintas yang tinggi dapat menyebabkan kepadatan lalu lintas tinggi, pengemudi mulai merasakan kemacetan-kemacetan dengan durasi pendek.
- f. Tingkat pelayanan F, dimana kondisi arus tertahan dan terjadi antrian kendaraan yang panjang dan kecepatan kurang dari 30 km/jam, kepadatan lalu lintas yang sangat tinggi dan volume rendah serta terjadi kemacetan dengan durasi yang cukup lama, dalam keadaan antrian kecepatan maupun volume turun sampai 0.

Tingkat pelayanan pada sistem jaringan jalan primer berdasarkan fungsinya terdiri atas:

- a. Jalan arteri primer dengan tingkat pelayanan minimum B
- b. Jalan kolektor primer dengan tingkat pelayanan minimum B

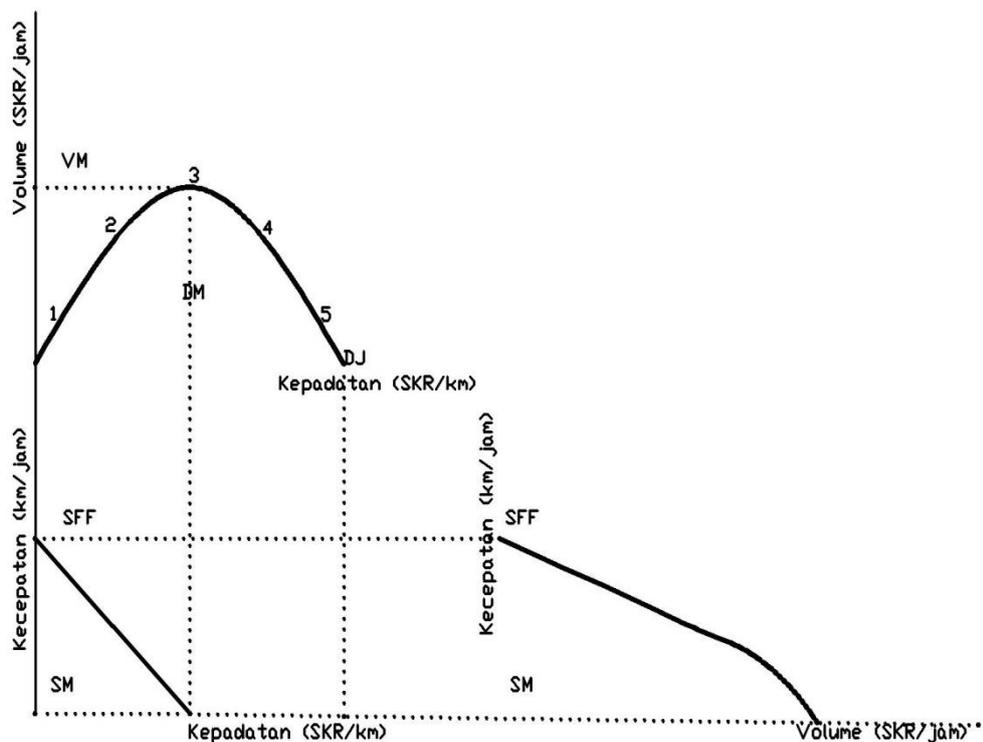
- c. Jalan lokal primer dengan tingkat pelayanan minimum C
- d. Jalan tol dengan tingkat pelayanan minimum B

Tingkat pelayanan pada sistem jaringan jalan sekunder berdasarkan fungsinya terdiri atas :

- a. Jalan arteri sekunder dengan tingkat pelayanan minimum C
- b. Jalan kolektor sekunder dengan tingkat pelayanan minimum C
- c. Jalan lokal sekunder dengan tingkat pelayanan minimum D
- d. Jalan lingkungan dengan tingkat pelayanan minimum D

2.5. Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

Persamaan matematis yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan merupakan persamaan dasar dari pergerakan arus lalu lintas dimana pada Gambar 1 terlihat adanya keterkaitan antara variabel volume, kecepatan dan kepadatan (Abdi, Dkk. 2019). Berikut hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan :



Gambar 1. Hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan.

Berdasarkan grafik hubungan matematis antara volume, kecepatan, dan kepadatan dapat diketahui bahwa :

1. Hubungan volume dan kepadatan.

Pada bagian 1 dan 2 pada gambar 1 merupakan klasifikasi normal yang dikatakan sebagai kondisi arus bebas (*free flow*). Pada bagian 2 dan 3 menunjukkan kondisi mendekati arus tak stabil (*approaching unstable flow*). Titik 3 merupakan titik dimana kecepatan pada saat kepadatan kritis. Pada bagian titik 3 dan 4 menunjukkan bahwa kondisi arus tak stabil (*unstable flow*) dan pada bagian titik 4 dan 5 menunjukkan kondisi terjadinya kemacetan. Berdasarkan penjelasan tersebut dapat disimpulkan bahwa kepadatan akan bertambah apabila volume juga bertambah. Kapasitas jalur jalan dikatakan telah tercapai apabila volume telah maksimum. Saat telah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kepadatan bertambah hingga terjadi kemacetan.

2. Hubungan kecepatan dan kepadatan

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa hubungan dari kecepatan dan kepadatan adalah linier. Secara umum saat kepadatan lalu lintas semakin bertambah maka kecepatan suatu kendaraan akan semakin menurun. Kecepatan arus bebas (S_{ff}) akan terjadi apabila kepadatan sama dengan nol dan pada saat kecepatan sama dengan nol maka akan terjadi kemacetan (*jam density*).

3. Hubungan kecepatan dan volume

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan semakin berkurang hingga kepadatan kritis (volume maksimum) tercapai. Saat kepadatan kritis tercapai maka kecepatan rata-rata ruang dan volume akan menurun.

Pada Gambar 1 terdapat beberapa parameter penting arus lalu lintas lainnya, yaitu :

V_M =Kapasitas atau volume maksimum (SKR/jam)

S_M =Kecepatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (km/jam)

D_M =Kepadatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (SKR/km)

D_j =Kepadatan saat macet (SKR/km)

S_{ff} =Kecepatan pada kondisi volume lalu lintas sangat rendah
(km/jam)

2.6. Model *Greenshield*

Pemodelan paling awal yang tercatat dalam usaha mengamati perilaku lalu lintas ialah pemodelan *Greenshield*. Pada pemodelan ini *Greenshield* melakukan studi pada jalur jalan di kota Ohio, dimana kondisi arus lalu lintas memenuhi syarat yakni tanpa gangguan serta bergerak secara bebas (Fitriyani,2012). Model *Greenshield* menyimpulkan bahwa hubungan antara kecepatan dengan kepadatan kendaraan dalam satu arus lalu lintas adalah linear, seperti yang dinyatakan pada persamaan dibawah ini :

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

S = Kecepatan (km/jam)

D_j = Kepadatan saat macet (SKR/km)

S_{ff} = Kecepatan pada kondisi volume lalu lintas sangat rendah (km/jam)

2.7. Model *Greenberg*

Pemodelan kedua yang melakukan survei terhadap hubungan kecepatan dan kepadatan yang dilakukan pada aliran lalu lintas di sebuah terowongan yakni pemodelan *Greenberg* (Julianto, 2010). Pemodelan *Greenberg* menyimpulkan bahwa hubungan antara kecepatan dan kepadatan berbentuk logaritmik dimana persamaan yang didapat ialah:

$$S = S_m \cdot \ln\left(\frac{D_j}{D}\right) \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

S = Kecepatan (km/jam)

S_m = Kecepatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (km/jam)

D_j = Kepadatan saat macet (SKR/km)

D = Kepadatan (SKR/km)

2.8. Model Underwood

Pemodelan ini mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan dan kepadatan bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi eksponensial (Abdi dkk, 2009) yang dinyatakan pada persamaan berikut :

$$S = Sff \cdot e^{-\frac{D}{D_m}} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

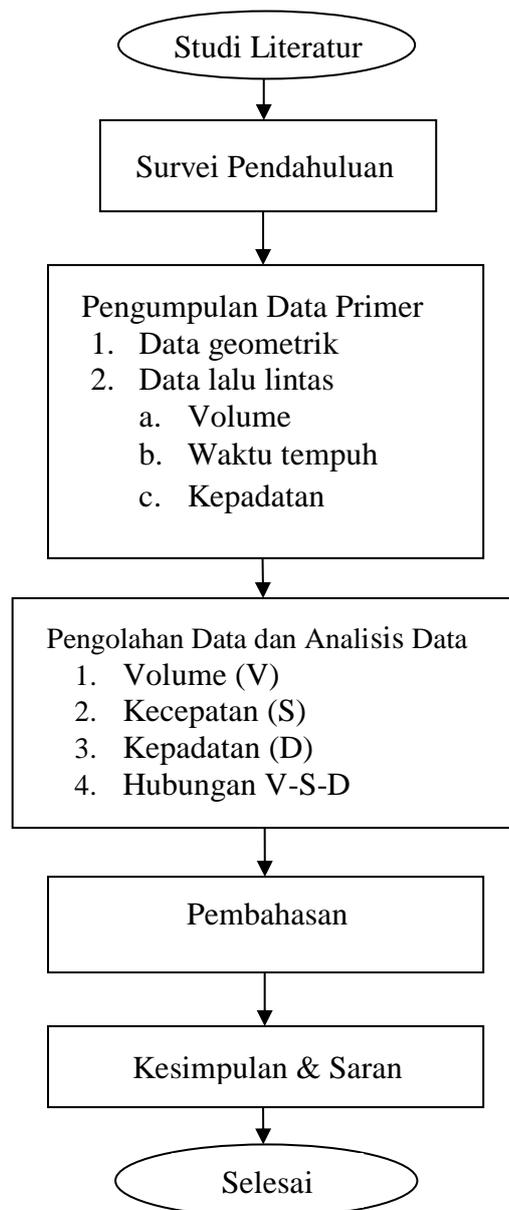
S = Kecepatan (km/jam)

D = Kepadatan (SKR/km)

D_m = Kepadatan pada kondisi volume lalu lintas maksimum (SKR/km)

III. METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian

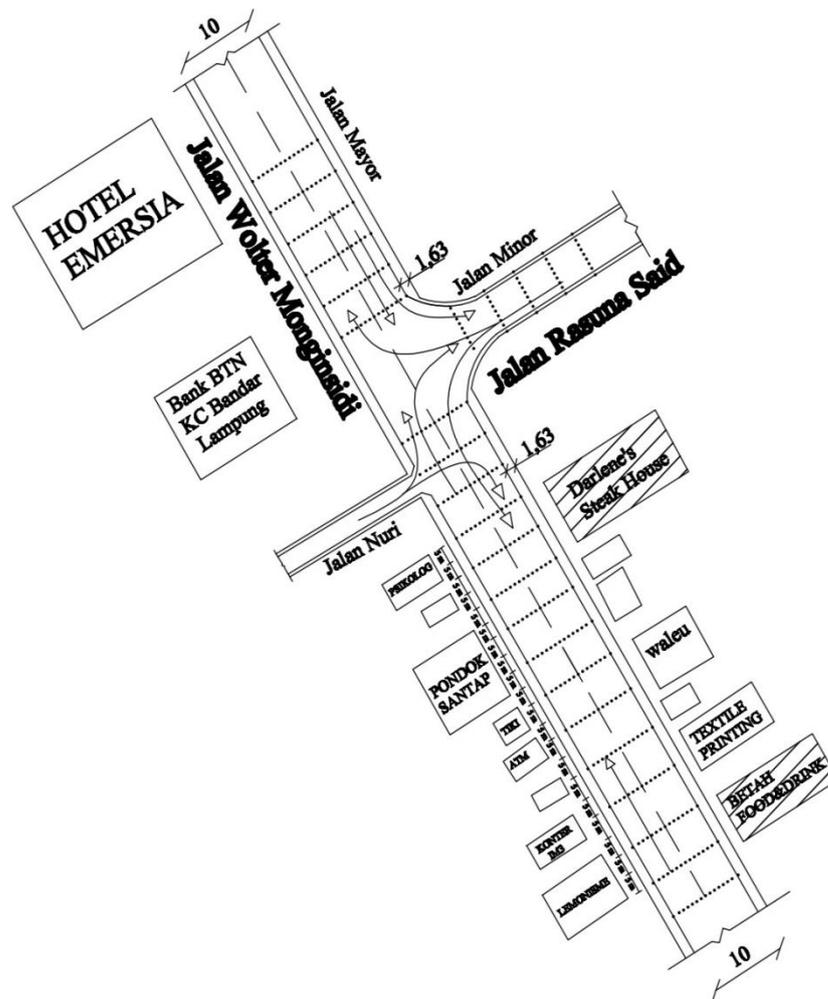


Gambar 2. Flow chart metode penelitian.

3.1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari, mengumpulkan serta mempelajari beberapa materi yang berkaitan dengan penelitian ini. Dari beberapa materi yang telah didapat dan dipelajari nantinya akan dijadikan sebagai bahan acuan dalam melakukan pengambilan data serta menjadi acuan untuk menganalisis data yang telah dikumpulkan.

3.2. Survei Pendahuluan



Gambar 3. Denah lokasi penelitian.

Survei pendahuluan dilakukan dengan pemilihan lokasi penelitian. Dalam pemilihan lokasi penelitian ini perlu ditinjau beberapa kondisi agar sesuai

dengan kriteria pemilihan lokasi. Adapun lokasi penelitian ini berada di Jalan Wolter Monginsidi, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung. Lokasi tersebut dipilih sebagai lokasi penelitian dikarenakan Jalan Wolter Monginsidi sendiri merupakan salah satu jalan utama untuk menuju arah Tanjung Karang sebagai pusat kota dan juga salah satu arah menuju daerah perkantoran yang ada di daerah Teluk.

3.3. Pengumpulan Data Primer

Data primer adalah data yang diambil langsung dari lapangan yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya. Penelitian ini terdiri dari persiapan terlebih dahulu dengan pembuatan batas awal dan akhir dengan panjang segmen jalan 100 meter, dimana batas tersebut di tandai dengan menggunakan cat warna putih yang dioleskan oleh pengamat. Dalam penelitian ini data primer yang dibutuhkan adalah data geometrik dan data lalu lintas.

3.3.1. Data geometrik

Pengukuran data geometrik dilakukan pada saat arus lalu lintas tidak dalam keadaan padat, dengan melakukan pengukuran secara langsung terhadap lebar jalur, lebar bahu jalan, dan panjang jalur yang diamati. Dari hasil pengukuran dilapangan didapatkan kondisi geometrik jalan sebagai berikut :

- Nama jalan : Wolter Monginsidi
- Jenis jalan : Jalan Perkotaan
- Tipe jalan : 2/2 UD (2 lajur 2 arah tak terbagi)
- Panjang segmen jalan: 100 m
- Lebar jalan : 10 m
- Kondisi medan : datar
- Lebar trotoar : 1,63 m
- Lebar bahu jalan : 50 cm

3.3.2. Data lalu lintas

a. Volume Lalu Lintas

Survei dilakukan dengan menggunakan *Drone* dimana data volume lalu lintas nantinya akan dihitung secara manual melalui hasil rekaman video. Survei volume lalu lintas dilakukan dengan mencatat setiap kendaraan yang melintas di titik yang telah ditentukan setiap 5 menit selama jam sibuk. Kendaraan yang dicatat disesuaikan dengan jenisnya yaitu kendaraan ringan (LV), kendaraan berat (HV), dan sepeda motor (MC).

b. Waktu Tempuh

Pencatatan waktu tempuh dilakukan dengan melihat hasil rekaman video, kemudian mencatat setiap waktu tempuh dari kendaraan ringan yang melintasi setiap segmen jalan dengan jarak 100 meter. Dalam penelitian ini di ambil sebanyak 20 sampel kendaraan ringan per 5 menit selama 2 jam. Waktu tempuh dihitung saat kendaraan ringan melintasi setiap segmen pengamatan.

c. Kepadatan

Survei kepadatan dilakukan dengan mencatat jumlah kendaraan yang berada di sepanjang lintasan yang dapat dilihat dari hasil rekaman arus lalu lintas, dalam penelitian ini dibatasi pada segmen jalan 100 meter.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Waktu Penelitian

Untuk efisiensi biaya dan waktu maka pencatatan arus lalu lintas pada Jalan Wolter Monginsidi ini dilakukan dalam kurun waktu satu hari. Dalam penelitian ini survei pengumpulan data lalu lintas dibagi menjadi 2 waktu pada jam-jam puncak (*peak hours*), 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. Serta pada sore hari pukul 15.30 - 17.30 WIB, waktu tersebut dipilih untuk mewakili waktu pulang kerja.

3.4.2. Peralatan

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

- Cat dan kuas digunakan dalam pembuatan batas awal dan akhir dari setiap segmen jalan yang ditinjau.
- 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.
- Meteran yang digunakan pada pengukuran data geometrik ini ialah sepanjang 100 meter, dimana meteran tersebut digunakan untuk mengukur panjang, lebar jalan, lebar trotoar, lebar bahu jalan yang diteliti.
- Pencatat waktu (*stopwatch*) digunakan untuk menentukan waktu awal pengamatan dilakukan sampai waktu akhir pengamatan survei agar sesuai dengan waktu yang telah ditentukan yaitu 2 jam pagi dan 2 jam sore.
- Kamera dan drone digunakan untuk merekam kejadian lalu lintas yang terjadi di lokasi pengamatan. Penggunaan kamera dan drone dimaksudkan agar mempermudah untuk pengambilan data volume lalu lintas, waktu tempuh, serta data kepadatan lalu lintas.
- 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.

3.5. Pengolahan dan Analisis Data

3.5.1. Pengolahan Data

a. Volume

Pengolahan data volume dilakukan dengan melakukan rekapitulasi data hasil survei yang telah dilakukan berdasarkan hasil rekaman video. Kemudian data volume lalu lintas tersebut akan disusun berdasarkan jenis kendaraan dengan waktu yang telah ditentukan. Dari hasil perhitungan masing-masing kendaraan tersebut dapat diketahui jumlah total dari setiap jenis kelompok kendaraan yang dicatat, dan jumlah total keseluruhan dari kendaraan.

b. Waktu Tempuh

Berdasarkan jarak tempuh yang telah diketahui, maka waktu tempuh dari masing-masing kendaraan ringan yang melintasi 20 segmen pengamatan dapat dihitung dengan menggunakan *stopwatch*. Waktu tempuh didapat dengan mengikuti sampel kendaraan ringan dari awal batas pengamatan sampai akhir batas pengamatan. Dengan diketahuinya waktu tempuh dari setiap kendaraan ringan tersebut maka dapat dihitung nilai kecepatan dari setiap kendaraan.

c. Kepadatan

Periode pengukuran untuk pengamatan data kepadatan ini sama seperti pada data volume, yaitu pada interval 5 menit. Dari hasil rekaman video dapat diketahui besarnya volume lalu lintas dan juga telah diketahui panjang lintasannya, selanjutnya dari data tersebut akan diolah hingga mendapatkan nilai kepadatan.

3.5.2. Analisis data

a. Volume lalu lintas

Setelah data lalu lintas periode waktu pagi dan sore hari terkumpul, selanjutnya data volume lalu lintas dari setiap jenis kendaraan yang telah dikelompokkan tersebut dikonversikan ke dalam satuan kendaraan ringan (SKR). Hasil perhitungan volume lalu lintas dalam satuan SKR/detik nantinya akan dikonversikan menjadi SKR/jam.

b. Kecepatan

Setelah waktu tempuh dari setiap kendaraan ringan diketahui, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan nilai kecepatan dimana panjang lintasan dalam hal ini ialah sepanjang 100 meter. Besarnya nilai kecepatan dapat diketahui dengan cara membagi panjang jarak yang ditempuh setiap kendaraan ringan yang melintas pada ruas jalan dengan waktu tempuh kendaraan yang diperoleh dalam m/detik yang kemudian dikonversi ke km/jam.

c. Kepadatan

Perhitungan nilai kepadatan lalu lintas didapatkan dengan mencatat semua kendaraan sesuai kelompoknya, kemudian jumlah dari setiap jenis kendaraan tersebut dikonversi ke dalam satuan kendaraan ringan (SKR). Selanjutnya jumlah kendaraan yang telah dikonversikan ke dalam satuan SKR tersebut dibagi dengan panjang lintasan dengan satuan km, sehingga akan didapat nilai kepadatannya dengan satuan SKR/km.

d. Model Hubungan Volume, Kecepatan, Kepadatan

Berdasarkan nilai volume, kecepatan, dan kepadatan lalu lintas yang telah dihitung, langkah berikutnya ialah melakukan analisis hubungan dari ketiga parameter lalu lintas tersebut dengan menggunakan Model Greenshield, Model Greenberg, dan Model Underwood.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Hasil evaluasi kinerja menunjukkan bahwa tingkat pelayanan pada ruas jalan dilokasi penelitian ini berada pada kondisi buruk. Berdasarkan hasil perhitungan kecepatan rata-rata kendaraan didapatkan tingkat pelayanan E dengan kecepatan pada pagi hari sebesar 28,78 km/jam arah Teluk dan 25,44 km/jam arah Tanjung Karang, sedangkan pada sore hari sebesar 28,08 km/jam arah Teluk dan 24,75 km/jam arah Tanjung Karang.. Hal ini dapat disimpulkan bahwa kecepatan kendaraan pada lokasi penelitian ini tidak memenuhi persyaratan sesuai Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 96 Tahun 2015 untuk ruas jalan arteri sekunder dengan tingkat pelayanan sekurang-kurangnya C yaitu 60 km/jam.
2. Berdasarkan analisis hubungan karakteristik volume, kecepatan, dan kepadatan ruas Jalan Wolter Monginsidi lebih mendekati Model Greenshield. Hal ini dikarenakan tingkat akurasi koefisien determinan Model Greenshield yang lebih besar dari pada Model Greenberg dan Model Underwood . Adapun nilai koefisien yang dihasilkan dari model Greenshield ini didapat $r^2 = 0,276$.

B. Saran

1. Perlu adanya petugas pengatur lalu lintas pada persimpangan pada jam sibuk agar arus lalu lintas pada ruas Jalan Wolter Monginsidi tidak terganggu dan menimbulkan kemacetan.
2. Untuk mendapatkan karakteristik indeks tingkat pelayanan yang lebih akurat, sebaiknya dilakukan penelitian lanjutan pada ruas jalan dengan tipe dan daerah lingkungan yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, G., A., Priyanto, S., Malkamah, S. 2009. Hubungan Volume Kecepatan Dan Kepadatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman. Teknisia Vol. XXIV No. 1
- Ali, N., Ramli, M., I. 2006. Studi Model Hubungan Volume-Kecepatan-Kepadatan Pada Jalan Perkotaan Tipe 2 Lajur Dan 4 Lajur Tak Terbagi (2UD dan 4UD). Jurnal Transportai Vol. 6 No. 2
- Babitha, P.E. & Jasella, K.H. 2019. Traffic Flow Modeling and Study of Traffic Congestion. International Journal of Scientific Engineering and Research Volume 4 Issue 1
- Das, P., Parida, M., Katiyar, V. K. 2015. Analysis of interrelationship between pedestrian flow parameters using artificial neural network. J. Mod. Transport. 23(4):298–309
- Haqqi, R., SM Marpaung, H., Sebayang, M. 2017. Analisis Waktu Tempuh Kendaraan Bermotor Dengan Metode Estimasi Instantaneous Model. Jom FTEKNIK Vol.4 No. 2
- Hendrata, W. 2007. Efektifitas Model Karakteristik Arus Lalu Lintas Di Ruas Jalan Raya Rungkut Madya Kotamadya Surabaya. Jurnal Teknik Sipil Unika Soegijapranata, vol. IV No.1
- Julianto, N.E. 2010. Hubungan Antara Kecepatan, Volume, Dan Kepadatan Lalu Lintas Ruas Jalan Siliwangi Semarang. Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan, Vol.12 No. 2, 151-160
- Kartini, Dian. 2016. Studi Kinerja Ruas Jalan Nasional Pada KM Surabaya 73+700-74+500 (Ruas Bts. Kab. Pasuruan-Karanglo). Skripsi. Institut Teknologi Nasional Malang. Malang.
- Maelissa, N., Maitimu, A., Latar, S. 2018. Analysis of Volume Relationship, Traffic Speed and Density in the Tulukabessy Street with the Greenberg and Underwood Methods. International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS) Vol.5 Issue-12
- Naser, I.H. 2021. A Review Of Speed- Flow Relationships In Traffic Studies. Global Journal of Engineering and Technology Advances.

Nurafni, Diana. 2014. Analisis Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kerapatan Lalu Lintas (Studi Kasus di Jalan zainal Abidin Pagar Alam Bandar Lampung). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia 2014

Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 96 Tahun 2015 tentang Pedoman Pelaksanaan Kegiatan Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas

Policepatil, S.A., Dkk. 2018. Traffic Volume Study of Kalaburagi, Karnataka. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 05 Issue: 06

Undang-Undang Nomor 2 tahun 2022 tentang Jalan

Undang-undang Nomor 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan

Walsen, S., Saleh, L.A. 2017. The Effect Analysis Of Raffic Volume, Velocity And Denity In Dr. Siwabessy Salobar Road. International Journal of Advanced Engineering

Widodo, W., Wicaksono, N., Harwin. 2012. Analisis Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Lalu Lintas dengan Metode *Greenshield dan Greenberg*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 15 No. 2 178-184