

**ANALISA GELOMBANG KEJUT PADA SIMPANG BERSINYAL  
JALAN SIMPANG SIJENJANG KECAMATAN JAMBI TIMUR  
KOTA JAMBI**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS BATANGHARI JAMBI**

**2023**

## HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISISA GELOMBANG KEJUT PADA SIMPANG BERSINYAL  
JALAN SIMPANG SIJENJANG KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI



Disusun Oleh :

NUR SAFARI

NIM : 1600822201026

Dengan ini Dosen Pembimbing Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi Menyatakan Bahwa Tugas Akhir Dengan Judul dan Penyusun Sebagaimana Tersebut Diatas Telah Disetujui Sesuai Dengan Prosedur, Ketentuan, dan Kelaziman Yang Berlaku Dalam Program Strata Satu (S-1) Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.

Jambi, Mei 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'AMSORI'.

Dr. Ir. H. AMSORI, M.DAS, M. ENG

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'ARI SETIAWAN'.

ARI SETIAWAN, ST, MT



## HALAMAN PENGESAHAN

### ANALISISA GELOMBANG KEJUT PADA SIMPANG BERSINYAL JALAN SIMPANG SIJENJANG KECAMATAN JAMBI TIMUR KOTA JAMBI

Tugas Akhir ini telah dipertahankan di hadapan panitia penguji tugas akhir dan komprehensif dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada program studi Teknik Sipil Universitas Batanghari Jambi.

Nama : Nur Safari




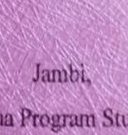

Nim : 1600822201026

Hari/Tanggal : Sabtu 18 Maret 2023

Jam : 08.30 WIB s/d Selesai

Tempat : Ruang Sidang Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi


**PANITIA PENGUJI**

Jabatan	Nama	Tanda tangan
Ketua	Elvira Handayani, ST, MT	
Sekretaris	Ari Setiawan, ST, MT	
Penguji I	Annisaa Dwiretnani, ST, MT	
Penguji II	Ir. Wari Dony, ST, MT	
Penguji III	Dr. Ir. H. Amsori M. Das, M. Eng	

DISAHKAN OLEH :

Dekan Fakultas Teknik

Jambi, Mei 2023  
Ketua Program Studi Teknik Sipil

  
(Dr. Ir. H. FAKHRUL ROZI YAMALI, ME)

  
(ELVIRA HANDAYANI, ST, MT)

## MOTTO

*“Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu”.*

*(QS: Al-Baqarah [2]: 45)*

*“Karna sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”.* (QS:Al-Insyirah [94]: 5-6)

*“Ilmu Akan Menjagamu, Adapun Harta Akan Membuatmu Sibuk Menjaganya”.* (ALI BIN THALIB)

*“Keberhasilan Bukan Milik Orang Yang Pintar, Keberhasilan Adalah Milik Mereka Yang Senantiasa Berusaha”.* (BJ Habibie)

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Salawat beserta salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW, kepada keluarga-Nya, para sahabat-Nya hingga akhir jaman.

Penulisan Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat akademik dalam menempuh jenjang strata satu pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi juga sebagai media tulis mengenai hasil pengamatan kegiatan-kegiatan yang berlangsung dilapangan.

Dalam penyusunan laporan ini tentunya tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan berbagai pihak. Oleh karna itu, dalam kesempatan ini penulis dengan senang hati menyampaikan ucapan terimakasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr. Ir. H. Fakhrol Rozi Yamali, ME selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
2. Bapak Drs. G. M. Saragih, M.Si selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
3. Ibu Ria Zulfianti, ST, MT selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
4. Bapak Ir. Wari Dony, ST, MT selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.



5. Ibu Elvira Handayani, ST, MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
6. Bapak Ir.H. Amsori. M.Das. M.Eng. Pdh selaku Dosen Pembimbing I.
7. Bapak Ari Setiawan, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II.
8. Bapak/Ibu Dosen, Tenaga Pengajar serta Staf pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Batanghari Jambi.
9. Kedua Orang Tua saya “Bapak Salikun” dan “Ibu Sutijah” yang telah membantu dan mendoakan demi kelancaran dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
10. Sahabat-sahabat saya “Andi Azis Marwan Zulkifli, Martinus Herlambang, Aprijal, Rani Saputri, Wika Lestari, Lestari Zulkarnain, dan Afhilia Rizky Safana, yang telah membantu dalam mengerjakan Tugas Akhir ini serta selalu memberikan dukungan dan do’a demi kelancaran saya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Rekan-rekan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universeitas Batanghari Jambi.

Dari penulisan laporan ini, penulis dapat bermanfaat untuk semua kalangan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak sekali kesalahan, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan guna keperluan serupa di kemudian hari.

Jambi, 2023

**NUR SAFARI**

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
MOTO.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR NOTASI.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Sistematikan Penulisan .....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b>	
2.1 Jalan.....	5
2.2 Kendaraan.....	6
2.3 Definisi Simpang Bersinyal.....	6
2.4 Kondisi Lingkungan .....	11

2.5	Kondisi Arus Lalu Lintas.....	12
2.6	Lampu Lalu Lintas.....	13
2.7	Hubungan Matematis Antara Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Lampu Lalu Lintas .....	15
2.7.1	Arus ( <i>Volume</i> ).....	15
2.7.2	Kepadatan ( <i>Density</i> ) .....	15
2.7.3	Kecepatan ( <i>Speed</i> ) .....	15
2.8	Model Greenshields .....	17
2.9	Metode Greenberg .....	18
2.10	Model Underwood.....	18
2.11	Analisis Gelombang Kejut.....	19
2.12	Gelombang Kejut Pada Persimpangan Lampu Lalu Lintas.....	19
2.13	Klasifikasi Gelombang Kejut .....	21
2.14	Nilai Gelombang Kejut Pada Simpang Lampu Lalu Lintas .....	24
2.15	Analisis Statistik .....	27
2.15.1	Analisis Regresi-Linear .....	27
2.15.2	Koefesien Determinasi ( $R^2$ ).....	27
2.16	Studi Terdahulu .....	28
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Lokasi Penelitian .....	30
3.2	Peralatan Penelitian .....	31
3.3	Pengumpulan Data.....	32
3.3.1	Data Primer.....	32
3.3.2	Data Skunder .....	32



3.4	Waktu Penelitian.....	32
3.5	Metode Penelitian .....	33
3.6	Pengolahan Data .....	35
3.7	Analisa Data .....	36
3.8	Bagan Air Penelitian.....	36

#### BAB IV ANALISA PEMBAHASAN

4.1	Perhitungan Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan .....	38
4.1.1	Lamanya Siklus Lampu Lalu Lintas.....	38
4.1.2	Perhitungan Volume Lalu Lintas.....	39
4.1.3	Perhitungan Kecepatan Kendaraan (S).....	40
4.2	Hubungan Matematis Volume, Kecepatan, Dan Kepadatan Lalu Lintas ....	41
4.2.1	Model Greenshilds.....	44
4.2.2	Model Greenberg.....	46
4.2.3	Model Underwood.....	49
4.3	Koefesien Determinasi ( $R^2$ ).....	51
4.4	Karakteristik Gelombang Kejut Pada Persimpangan Lampu Lalu Lintas ....	52

#### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	61
5.2	Saran .....	62

#### DAFTAR PUSTAKA

#### LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

2.1 Simpang Empat Bersinyal.....	7
2.2 Konflik Utama dan Kedua Pada Simpang Empat Bersinyal.....	8
2.3 Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua fase .....	9
2.4 Lampu Rambu-Rambu Lalu Lintas.....	14
2.5 Hubungan matematis antara kecepatan, arus, dan kepadatan .....	16
2.6 Perwujudan gelombang kejut pada persimpangan berlampu lalu lintas .....	21
2.7 Klasifikasi gelombang Kejut.....	23
2.8 Kurva arus kecepatan suatu lengan persimpangan .....	24
2.9 Diagram Jarak Waktu.....	24
3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Denah Lokasi penelitian.....	30
3.3 Denah Lokasi yang diperbesar .....	31
3.4 Sketsa Survey Kendaraan.....	33
3.5 Sketsa Survey Kecepatan .....	34
3.6 Sketsa posisi surveyor arus lalu lintas, kecepatan, dan durasi lampu lalu lintas pada simpang empat lengan .....	35
3.7 Bagas Air Penelitian .....	37
4.1 Grafik Volume Kendaraan .....	40
4.2 Grafik Kecepatan / Density (SMP/KM).....	41
4.3 Grafik Hubungan Kecepatan – Kepadatan Model Greenshilds .....	44
4.4 Grafik Hubungan Volume - Kepadatan Model Greenshilds.....	44
4.5 Grafik Hubungan Volume - Kecepatan Model Greenshilds .....	45

4.6 Grafik Hubungan Kecepatan - Kerapatan Model Greenberg.....	46
4.7 Grafik Hubungan Volume - Kerapatan Model Greenberg.....	47
4.8 Grafik Hubungan Volume - Kecepatan Model Greenberg .....	47
4.9 Grafik Hubungan Kecepatan - Kerapatan Model Underwood.....	49
4.10 Grafik Hubungan Volume - Kerapatan Model Underwood.....	49
4.11 Grafik Hubungan Volume - Kecepatan Model Underwood .....	50
4.12 Gelombang kejut dipersimpangan.....	53
4.13 Gelom kejut pada persimpangan berlampu lalu lintas .....	54





## DAFTAR TABEL

2.1 Karakteristik Persimpangan .....	10
4.1 Perhitungan Hubungan Matematis Volume, Kecepatan Dan Kepadatan LaluLintas .....	42
4.2 Hasil nilai resum $R^2$ .....	52



## NOTASI

$\omega$	= Omega
S	= Kecepatan (Km/Jam)
L	= Jarak (Km)
(T1-T2)	= Waktu Untuk Melintasi (detik)
V	= Volume (Kend/Jam)
D	= Kerapatan (Kend/Jam)
N	= Jumlah Kendaraan
K	= Kerapatan (Kendaraan/Km)
S <sub>ff</sub>	= Kecepatan rata-rata ruang keadaan arus bebas ( <i>free flow</i> )
D <sub>j</sub>	= Kerapatan pada saat macet ( <i>Jam density</i> )
V <sub>m</sub>	= Arus Maksimum (Kend/jam)
D <sub>m</sub>	= Kerapatan pada saat arus maksimum (Kend/jam)
S <sub>m</sub>	= Kecepatan pada saat arus maksimum (km/jam)
t <sub>a</sub>	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV diikuti LV
t <sub>b</sub>	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV diikuti HV
t <sub>c</sub>	= nilai rata-rata <i>time headway</i> HV diikuti LV

td	= nilai rata-rata <i>time headway</i> HV diikuti HV
na	= jumlah data <i>time headway</i> LV diikuti LV
nb	= jumlah data <i>time headway</i> LV diikuti HV
nc	= jumlah data <i>time headway</i> HV diikuti LV
nd	= jumlah data <i>time headway</i> HV diikuti HV
tak	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV-LV terkoreksi
tbk	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV-HV terkoreksi
tck	= nilai rata-rata <i>time headway</i> HV-LV terkoreksi
tdk	= nilai rata-rata <i>time headway</i> HV-HV terkoreksi
ta	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV diikuti LV
tb	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV diikuti MC
tc	= nilai rata-rata <i>time headway</i> MC diikuti LV
td	= nilai rata-rata <i>time headway</i> MC diikuti MC
na	= jumlah data <i>time headway</i> LV diikuti LV
nb	= jumlah data <i>time headway</i> LV diikuti MC
nc	= jumlah data <i>time headway</i> MC diikuti LV
nd	= jumlah data <i>time headway</i> MC diikuti MC
tak	= nilai rata-rata <i>time headway</i> LV-LV terkoreksi





- tbk = nilai rata-rata *time headway* LV-MC terkoreksi
- tck = nilai rata-rata *time headway* MC-LV terkoreksi
- tdk = nilai rata-rata *time headway* MC-MC terkoreksi
- Density = Kepadatan/kerapatan (smp/km)
- Us = Kecepatan satuan kendaraan (km/jam)



## DAFTAR ISTILAH

Ss	= Kecepatan rata-rata ruang (km/jam)
Smp	= Satuan Mobil Penumpang
emp	= Ekvivalen Mobil Penumpang
MC	= <i>Motor Cycle</i> (Sepeda Motor)
LV	= <i>Light Vehicle</i> (Kendaraan Ringan)
HV	= <i>Heavy Vehicle</i> (Kendaraan Berat)
RHK	= Ruang Henti Khusus



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Transportasi adalah pemindahan manusia dan atau barang dari satu tempat ke tempat lainnya dengan menggunakan kendaraan baik yang digerakkan oleh manusia atau mesin. Moda-moda transportasi yang digerakkan oleh mesin digunakan untuk memudahkan manusia dalam melakukan kegiatan sehari-hari. Dalam pelaksanaannya banyak permasalahan yang ditimbulkan dari kegiatan transportasi, baik pada transportasi perkotaan maupun transportasi antar kota.

Arus lalu lintas yang melalui suatu ruas jalan dapat dianggap merupakan arus menerus apabila arus dan kerapatan relative tinggi, Titik pada saat kendaraan harus mengurangi kecepatannya ditandai dengan nyala lampu rem tersebut bergerak kearah datangnya arus lalu lintas. Gerakan lampu rem menyala relatif terhadap jalan adalah gelombang kejut.

Arus Lalu lintas yang memasuki daerah insiden, maka kendaraan akan berhenti yang seterusnya akan menimbulkan antrian. Dengan keadaan ini maka akan terjadi perubahan kecepatan yang diakibatkan oleh perubahan nilai arus dan kerapatan kendaraan pada ruas jalan baik pada saat terjadi insiden dan setelah terjadi insiden. Perubahan kecepatan dan kerapatan inilah yang akan menimbulkan gelombang kejut (*shock wave*). Definisi dari gelombang kejut (*shock wave*) adalah gerakan pada arus lalu lintas yang disebabkan adanya perubahan nilai kerapatan, kecepatan, dan arus lalu lintas pada kendaraan. Gelombang kejut dapat dianalisa dari kecepatan, volume, dan kerapatan.



Dengan diketahui kecepatan, volume, dan kerapatan maka dapat diketahui juga pola karakteristik jalan tersebut. Penelitian ini menjadi menarik karena dengan mengetahui gelombang kejut maka dapat dilihat panjang antrian berdasarkan nilai gelombang kejut yang terjadi pada arus lalu lintas.

Penelitian ini dilakukan pada 4 (empat) Ruas Jalan Simpang Sijenjang Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi. Mengakibatkan banyak aktifitas setiap harinya yang menuntut suatu pergerakan, lebih khususnya lagi pergerakan pada jalan 1 jalur 2 lajur 2 arah pada simpang tersebut memiliki arus lalu lintas yang cukup besar. Oleh karena itu ruas jalan harus mampu beroperasi secara maksimal. Jalan raya ini merupakan jalan akses yang menghubungkan Muaro Jambi ke kota Jambi.

### 1.2 Rumusan Masalah

Bedasarkan latar belakang diatas, maka ada beberapa permasalahan yang dapat diidentifikasi, yaitu:

1. Lokasi studi untuk perencanaan simpang bersinyal Sijenjang Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.
2. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah arus (volume), kecepatan (*speed*), dan durasi lampu lalu lintas. Model arus lalu lintas yang dipakai untuk menunjukkan hubungan matematis antara parameter-parameter diatas adalah model Greenshild, Greenberg, dan Underwood.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilaksanakan penelitian ini untuk mengetahui seberapa besar

pengaruh jalan terhadap arus lalu lintas, kecepatan dan kerapatan lalu lintas pada lokasi yang diteliti.

1. Menganalisis hubungan matematis antara arus, kepadatan, dan kecepatan.
2. Menganalisis nilai panjang antrian berdasarkan nilai gelombang kejut yang terjadi pada arus lalu lintas di persimpangan Sijenjang Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.

#### 1.4 Batasan Masalah

Adapun yang menjadi masalah dalam penelitian ini diantaranya:

1. Penelitian ini dilakukan di simpang Sijenjang Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi.
2. Survei arus lalu lintas (volume), Kepadatan, dan Kecepatan (*spot speed*)
3. Survei dilakukan pada yaitu :
  - Pagi hari pada pukul 07.00-09.00 WIB
  - Siang hari pada pukul 11.00-13.00 WIB
  - Sore hari pada pukul 16.00-18.00 WIB
4. Penelitian ini dilakukan di satu sisi ruas jalan yang mengalami volume kendaraan padat.

#### 1.5 Sistematika Penulisan

Adapun metodologi penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi dari latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan

penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

2. **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang landasan teori yang digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai studi ini.

3. **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini akan membahas langkah-langkah kerja yang akan dilakukan dan cara memperoleh data yang relevan dengan penelitian ini. Dalam bab ini juga diterangkan secara jelas proses pengambilan data, pengolahan data, dan analisa data.

4. **BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN**

Berisi penjelasan mengenai peninjauan masalah secara khusus (detail) batasan pembahasan pada bab ini hanya pada satu bagian permasalahan yang sedang dilakukan penelitian.

5. **BAB V KESIMPULAN**

Bab ini berisi kesimpulan dari sebuah penelitian atau pembahasan dan disertai saran yang diambil setelah pembahasan seluruh masalah disertai pula hasil analisa sebagai lampiran data yang ada.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Jalan

Menurut pasal 1 Peraturan Pemerintah No.34 Tahun 2006 bahwa 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 (Bambang Irawan, 2018).

Jalan umum menurut fungsinya berdasarkan pasal 8 Undang-undang No 38 tahun 2004 tentang Jalan dikelompokkan menjadi 4 (empat) yaitu :

1. Jalan arteri merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna.
2. Jalan kolektor merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan pengumpul atau pembagi dengan ciri perjalanan jarak sedang, kecepatan rata-rata sedang, dan jumlah jalan masuk dibatasi.
3. Jalan lokal merupakan jalan umum yang berfungsi melayani angkutan setempat dengan ciri perjalanan jarak dekat, kecepatan rata-rata rendah, dan jumlah jalan masuk tidak dibatasi.

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

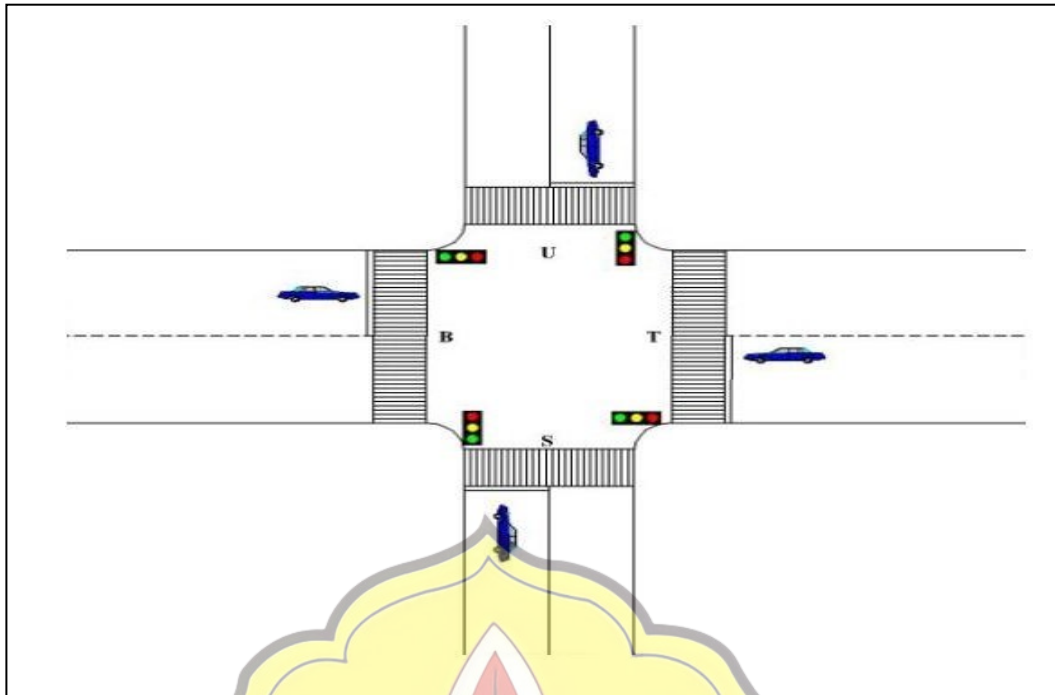
## 2.2 Kendaraan

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012, Kendaraan adalah suatu sarana angkut di jalan yang terdiri atas kendaraan bermotor dan kendaraan tidak bermotor. Kendaraan bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh peralatan mekanik berupa mesin selain kendaraan yang berjalan di atas rel. Sedangkan kendaraan tidak bermotor adalah setiap kendaraan yang digerakkan oleh tenaga manusia atau hewan (Bambang Irawan, 2018)

## 2.3 Definisi Simpang Bersinyal

Pada umumnya sinyal lalu lintas dipergunakan untuk satu atau lebih dari alasan berikut

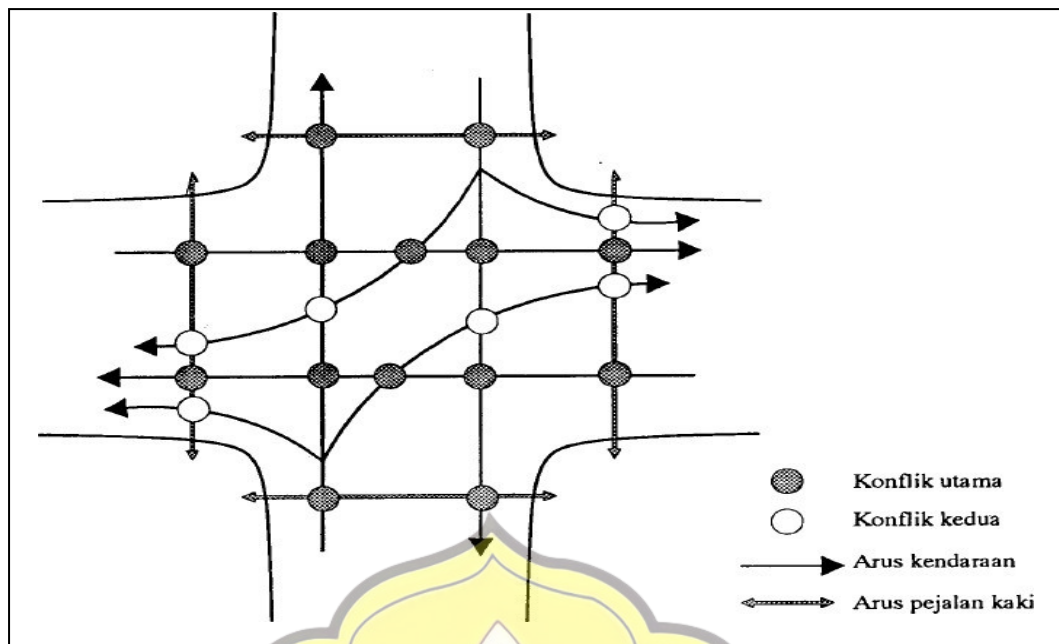
1. Untuk menghindari kemacetan simpang akibat adanya konflik arus lalu lintas, sehingga terjamin bahwa suatu kapasitas tertentu dapat dipertahankan, bahkan selama kondisi lalu lintas jam puncak;
2. Untuk memberi kesempatan kepada kendaraan dan/atau pejalan kaki dari jalan simpang (kecil) untuk memotong jalan utama;
3. Untuk mengurangi jumlah kecelakaan lalu lintas akibat tabrakan antara kendaraan-kendaraan dari arah yang bertentangan



**Gambar 2.1** Simpang Empat Bersinyal

*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*

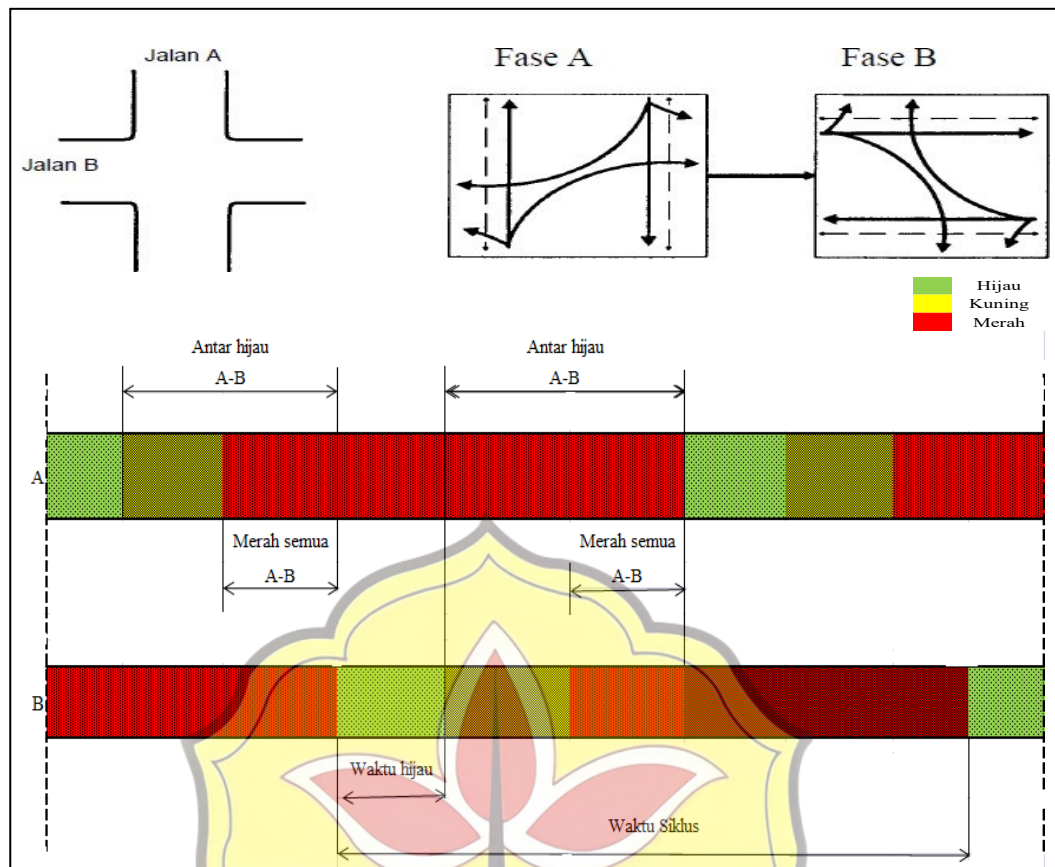
Penggunaan sinyal dengan lampu tiga-warna (hijau, kuning, merah) diterapkan untuk memisahkan lintasan dari gerakan-gerakan lalu lintas yang saling bertentangan dalam dimensi waktu. Hal ini adalah keperluan yang mutlak bagi gerakan-gerakan lalu lintas yang datang dari jalan-jalan yang saling berpotongan atau konflik-konflik utama. Sinyal-sinyal dapat juga digunakan untuk memisahkan gerakan membelok dari lalu lintas lurus melawan, atau untuk memisahkan gerakan lalu-lintas membelok dari pejalan-kaki yang menyeberang atau konflik-konflik kedua.



**Gambar 2.2** Konflik Utama dan Kedua Pada Simpang Empat Bersinyal  
*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*

Jika hanya konflik-konflik primer yang dipisahkan, maka adalah mungkin untuk mengatur sinyal lampu lalu-lintas hanya dengan dua fase, masing-masing sebuah untuk jalan yang berpotongan. Metoda ini selalu dapat diterapkan jika gerakan belok kanan dalam suatu simpang telah dilarang. Karena pengaturan dua fase memberikan kapasitas tertinggi dalam beberapa kejadian, maka pengaturan tersebut disarankan sebagai dasar dalam kebanyakan analisa lampu lalu-lintas.

Fase sinyal adalah serangkaian pergerakan yang dapat berlangsung secara simultan atau berurutan hak berjalan yang diterima oleh sebuah pergerakan. Hak jika dibuat dalam gambar. Penentuan jumlah fase sinyal yang akan digunakan dipengaruhi oleh tipe simpang dan kondisi arus lalu-lintasnya.



**Gambar 2.3** Urutan waktu pada pengaturan sinyal dengan dua fase  
*Sumber : Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*

Dalam sistem lama, pola waktu yang sama digunakan sepanjang hari/minggu; pada sistem yang lebih modern, rencana waktu sinyal yang berbeda yang ditetapkan sebelumnya, dan digunakan untuk kondisi yang berbeda pula, sebagai contoh, kondisi lalu lintas puncak pagi, puncak sore dan lewat puncak. Dengan tersedianya data lalu lintas, manual ini dapat digunakan untuk menghitung waktu-sinyal terbaik bagi setiap kondisi.

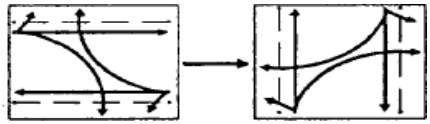
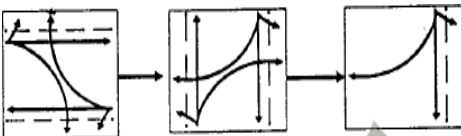
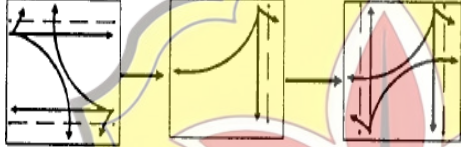
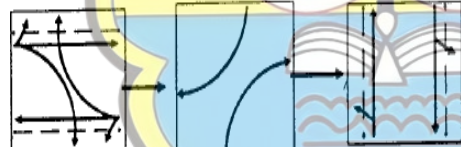
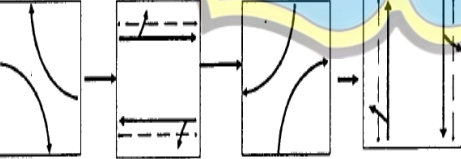
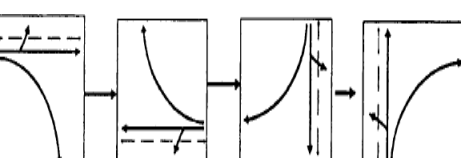
Jika pertimbangan keselamatan lalu lintas atau pembatasan-pembatasan kapasitas memerlukan pemisahan satu atau lebih gerakan belok kanan, maka banyaknya fase harus ditambah. Penggunaan lebih dari dua fase biasanya akan



menambah waktu siklus dan rasio waktu yang disediakan untuk pergantian antara fase (kecuali untuk tipe tertentu dari Sinyal aktuasi kendaraan yang terkendali). Meskipun hal ini memberi suatu keuntungan dari sisi keselamatan lalu lintas, pada umumnya berarti bahwa kapasitas keseluruhan dari simpang tersebut akan berkurang.

Berangkatnya arus lalu lintas selama waktu hijau sangat dipengaruhi oleh rencana fase yang memperhatikan gerakan belok kanan. Jika arus belok kanan dari suatu pendekat yang ditinjau dan atau dari arah berlawanan terjadi dalam fase yang sama dengan arus berangkat lurus dan belok kiri dari pendekat tersebut maka arus berangkat tersebut dianggap sebagai terlawan. Jika tidak ada arus belok kanan dari pendekat-pendekat tersebut, atau jika arus belok kanan diberangkatkan ketika lalu lintas lurus dari arah berlawanan sedang menghadapi merah arus berangkat tersebut dianggap sebagai terlindung. Pada kasus 2 dan 3 arus berangkat dari pendekat Utara adalah terlawan sebagian dan terlindung sebagian. Pada kasus 4 arus berangkat dari pendekat Utara dan Selatan adalah terlindung, sedangkan dari pendekat Timur dan Barat adalah terlawan.

**Tabel 2.1 : Karakteristik Persimpangan**

NO	Kasus	Karakteristik
1		Karakteristik Pengaturan dua fase, hanya konflik-konflik primer yang dipisahkan.
2		Karakteristik pengaturan tiga fase dengan pemutusan paling akhir pada pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini
3		Karakteristik pengaturan tiga fase dengan start-dini dari pendekat utara agar menaikkan kapasitas untuk belok kanan dari arah ini
4		Karakteristik pengaturan tiga fase dengan belok kanan terpisah pada satu jalan
5		Karakteristik Pengaturan empat fase dengan arus berangkat dari satu-persatu pendekat pada saatnya masing-masing
6		Pengaturan empat fase dengan arus berangkat dengan satu persatu pendekat pada saatnya masing-masing

Sumber: *Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI 1997)*

## 2.4 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan menggambarkan tipe lingkungan jalan yang dibagi atas tiga tipe yaitu tipe komersil, pemukiman dan akses terbatas. Selain ditinjau dari tipenya, kondisi lingkungan juga ditinjau dari hambatan samping di sekitar simpang. Hambatan samping adalah segala aktivitas di sekitar pendekatan simpang yang dapat mempengaruhi besar arus jenuh suatu pendekatan. (Hidayat, Nurul 2018)

Aktivitas sekitar yang dimaksud adalah:

1. Angkutan umum yang berhenti untuk menaikkan atau menurunkan penumpang
2. Pejalan kaki yang berjalan disisi luar pendekatan atau penyeberang pendekatan
3. Kendaraan yang keluar masuk dari sisi jalan

## 2.5 Kondisi Arus Lalu-Lintas

Sebagaimana analisis arus lalu lintas di ruas, kondisi arus lalu lintas simpang juga dinyatakan dalam volume lalu lintas jam puncak pagi, siang, dan sore. Meskipun demikian, volume ini ( $Q$ ) dibedakan berdasarkan perbedaan gerakannya, yaitu: belok kiri, lurus, dan belok kanan. Nilai volume yang diperoleh di lapangan, kemudian dikonversi dari kendaraan per jam menjadi satuan mobil penumpang (smp) per jam dengan menggunakan ekivalen kendaraan penumpang (emp).

Data arus lalu lintas yang digunakan sebagai data masukan analisis simpang bersinyal, dinyatakan dalam : rasio kendaraan belok kiri ( $P_{LT}$ ) dan rasio

kendaraan belok kanan ( $P_{RT}$ ). Nilai kedua rasio diatas (baik pada pendekatan terlawan maupun terlindung ).

Selain rasio belok, yang perlu disiapkan dalam analisis simpang bersinyal adalah rasio kendaraan tak bermotor ( $P_{UM}$ ). Nilai rasio ini diperoleh dari arus kendaraan tak bermotor  $Q_{UM}$  (kend/jam) dibagi dengan arus kendaraan bermotor ( $Q_{MV}$  (kend/jam)). (Hidayat, Nurul 2018)

## 2.6 Lampu Lalu lintas

Lampu lalu lintas (menurut UU no. 22/2009 tentang Lalu lintas dan Angkutan Jalan: alat pemberi isyarat lalu lintas atau APILL) adalah lampu yang mengendalikan arus lalu lintas yang terpasang di persimpangan jalan, tempat penyeberangan pejalan kaki (*zebra cross*), dan tempat arus lalu lintas lainnya. Lampu ini yang menandakan kapan kendaraan harus berjalan dan berhenti secara bergantian dari berbagai arah. Pengaturan lalu lintas di persimpangan jalan dimaksudkan untuk mengatur pergerakan kendaraan pada masing-masing kelompok pergerakan kendaraan agar dapat bergerak secara bergantian sehingga tidak saling mengganggu antar-arus yang ada.

Warna yang paling umum digunakan untuk lampu lalu lintas adalah merah, kuning, dan hijau. Merah menandakan berhenti atau sebuah tanda bahaya, kuning menandakan hati-hati, dan hijau menandakan boleh memulai berjalan dengan hati-hati. Biasanya, lampu warna merah mengandung beberapa corak berwarna jingga, dan lampu hijau mengandung beberapa warna biru. Ini dimaksudkan agar orang-orang yang buta warna merah dan hijau dapat mengerti

sinyal lampu yang menyala. Di Amerika Serikat, lampu lalu lintas memiliki pinggiran berwarna putih yang dapat menyala dalam kegelapan. Ini bertujuan agar orang yang mengidap buta warna dapat membedakan mana lampu kendaraan dan yang mana lampu lalu lintas dengan posisinya yang vertikal.

Sistem pengendalian lampu lalu lintas dikatakan baik jika lampu-lampu lalu lintas yang terpasang dapat berjalan baik secara otomatis dan dapat menyesuaikan diri dengan kepadatan lalu lintas pada tiap-tiap jalur. Sistem ini disebut sebagai *actuated controller*. Namun, para akademisi Indonesia telah menemukan sistem baru untuk menjalankan lampu lalu lintas. Sistem ini dikenal sebagai Logika fuzzy. Metode logika fuzzy digunakan untuk menentukan lamanya waktu lampu lalu lintas menyala sesuai dengan volume kendaraan yang sedang mengantri pada sebuah persimpangan. Hasil pengujian sistem logika fuzzy ini menunjukkan bahwa sistem lampu dengan logika ini dapat menurunkan keterlambatan kendaraan sebesar 48,44% dan panjang antrean kendaraan sebesar 56,24%; jika dibandingkan dengan sistem lampu konvensional. Lampu lalu lintas pada umumnya dioperasikan dengan menggunakan tenaga listrik. Namun, saat ini sudah perkembangan teknologi lampu lalu lintas dengan tenaga matahari.





**Gambar 2.4** Lampu Rambu-Rambu Lalu-lintas  
*Sumber : Rekayasa Lalu-Lintas Edisi*

## 2.7 Hubungan Matematis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu lintas

### 2.7.1 Arus (*Volume*)

Volume adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik per satuan waktu pada lokasi tertentu. Untuk mengukur jumlah arus lalu lintas, biasanya dinyatakan dalam kendaraan/hari, smp/jam, dan kendaraan/menit (Tamin,2008)

Arus (volume) lalu lintas dinyatakan dengan notasi  $V$  adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dalam suatu ruas jalan tertentu dalam satu satuan waktu tertentu.

### 2.7.2 Kepadatan (*Density*)

Kepadatan (Density) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi  $D$  adalah jumlah kendaraan yang berada dalam satu satuan panjang jalan tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan Km/Jam.

### 2.7.3 Kecepatan (*Speed*)

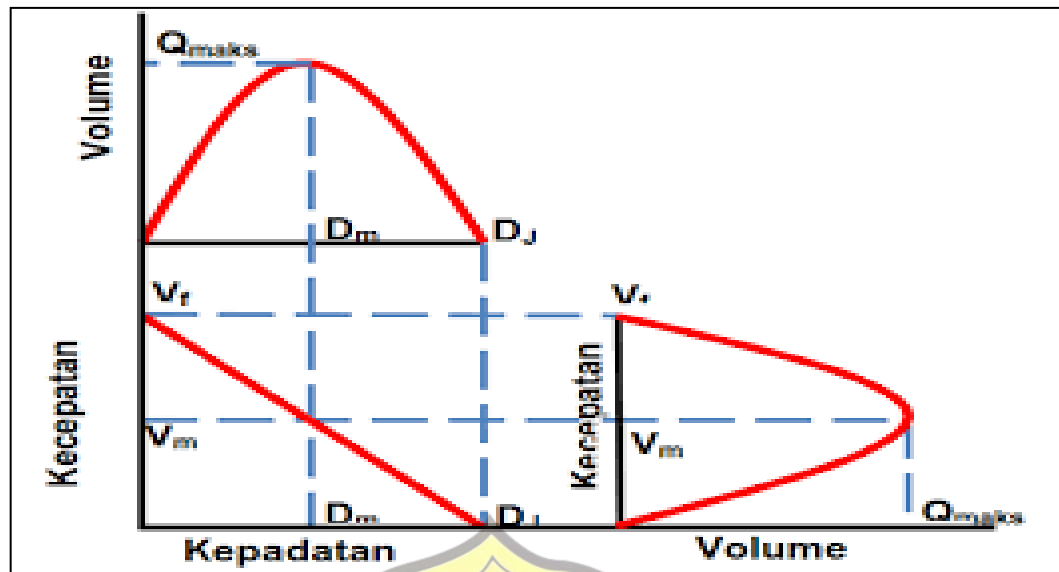
Kecepatan (*speed*) lalu lintas, dinyatakan dengan notasi  $S$  adalah jarak yang dapat ditempuh oleh sebuah kendaraan dalam satu satuan waktu tertentu, biasa dinyatakan dalam satuan km/jam (Tamin, 2008).

Hubungan matematis antara kecepatan, volume, dan kepadatan dapat dinyatakan dengan persamaan berikut

$$V=D.S \dots\dots\dots(2.1)$$

Memperlihatkan bentuk umum hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan (D-S), Volume-kepadatan (V-D), dan Arus-kecepatan (V.S)

Hubungan matematis antara kecepatan – kepadatan adalah monoton kebawah yang menyatakan bahwa apabila kepadatan lalu lintas meningkat, maka kecepatan akan menurun. Arus lalu lintas akan menjadi 0 (nol) apabila kepadatan sangat tinggi sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan kendaraan tidak bergerak lagi. Kondisi seperti ini dikenal dengan kondisi macet total. Pada kondisi kepadatan 0 (nol) ( $D=0$ ), tidak terdapat kendaraan di ruas jalan sehingga arus lalu lintas juga 0 (nol). Oleh karena itu, perilaku arus lalu lintas yang berada diantara kedua nilai ekstrem ini sangat perlu dipelajari.



**Gambar 2.5** Hubungan matematis antara kecepatan, arus, dan kepadatan  
*sumber: Tamin 2003*

Apabila kepadatan meningkat dari nol, maka kecepatan akan menurun sedangkan arus lalu lintas akan meningkat. Apabila kepadatan terus meningkat maka akan dicapai suatu kondisi dimana peningkatan kepadatan tidak akan meningkatkan arus lalu lintas, malah sebaliknya akan menurunkan arus lalu lintas. Titik maksimum arus lalu lintas tersebut dinyatakan sebagai kapasitas arus.

$S_m$  : kapasitas atau arus maksimum (kendaraan/jam)

$S_m$  : Kecepatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (Km/jam)

$D_m$  : Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas maksimum (kendaraan/Km)

$D_j$  : kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kendaraan/Km)

$S_{ff}$  : kecepatan pada kondisi arus lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati 0 (nol) atau kecepatan arus bebas (Km/jam)

Kecepatan arus bebas ( $S_{ff}$ ) tersebut tidak dapat diamati dilapangan karena kondisi tersebut terjadi saat tidak ada kendaraan ( $D=0$ ). Nilai kecepatan arus

bebas bisa didapatkan secara matematis yang diturunkan dari hubungan matematis antara arus-kecepatan yang terjadi dilapangan. Data yang bisa dikumpulkan dilapangan dengan melakukan survei lalu lintas adalah arus dan kecepatan lalu lintas tersebut harus pula dinyatakan dalam satu satuan tertentu lainnya, yaitu satuan mobil penumpang (smp).

## 2.8 Model Greenshield

Greenshield (Ofyar Z. Tamin Edisi kesatu) merumuskan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan diasumsikan linear, seperti yang dinyatakan dengan persamaan (2.2).

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} \cdot D \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana:

S : Kecepatan (*Speed*)

S<sub>ff</sub> : Kecepatan rata-rata ruang keadaan arus bebas (*free flow*)

D<sub>j</sub> : Kerapatan pada saat macet (*Jam density*)

D : Kepadatan (*Density*)

## 2.9 Model Greenberg

Greenberg (Ofyar Z. Tamin Edisi kesatu) mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan bukan merupakan fungsi linear melainkan fungsi eksponensial. Persamaan dasar model Greenberg dapat dinyatakan melalui persamaan (2.3).

$$D = C \cdot e^{b \cdot S} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

D : Kepadatan

S : Kecepatan (*Speed*)

C dan b merupakan konstanta

### 2.10 Model Underwood

Underwood (Ofyar Z. Tamin Edisi kesatu) mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara kecepatan-kepadatan bukan merupakan fungsi linear melainkan fungsi logaritmik. Persamaan dasar model underwood dapat dinyatakan melalui persamaan (2.4).

$$S = S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_m}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana:

D : Kepadatan

S : Kecepatan (*Speed*)

S<sub>ff</sub> : Kecepatan arus bebas

D<sub>m</sub> : Kepadatan pada kondisi arus maksimum (kapasitas)

### 2.11 Analisa Gelombang Kejut (*Shock Wave*)

Gelombang kejut (*shock wave*) didefinisikan sebagai gerakan atau perjalanan sebuah perubahan arus lalu lintas. Pada keadaan kondisi arus bebas (*free-flow*), kendaraan akan melaju dengan kecepatan tertentu. Apabila arus tersebut mendapat hambatan (*gangguan*), maka akan terjadi pengurangan arus yang dapat melewati lokasi hambatan tersebut.

Pengurangan arus ini akan mengakibatkan kepadatan kendaraan pada daerah sebelum terjadi hambatan menjadi meningkat yang pada akhirnya mengakibatkan kecepatan turun dan terjadi antrian. Hambatan pada arus lalu lintas



tersebut dapat berupa penutupan sebagian atau seluruh lajur pada suatu ruas jalan, misalnya : akibat terjadinya kecelakaan atau adanya perbaikan jalan, atau dapat juga disebabkan adanya hambatan pada saat lampu merah pada persimpangan berlampu lalu lintas.

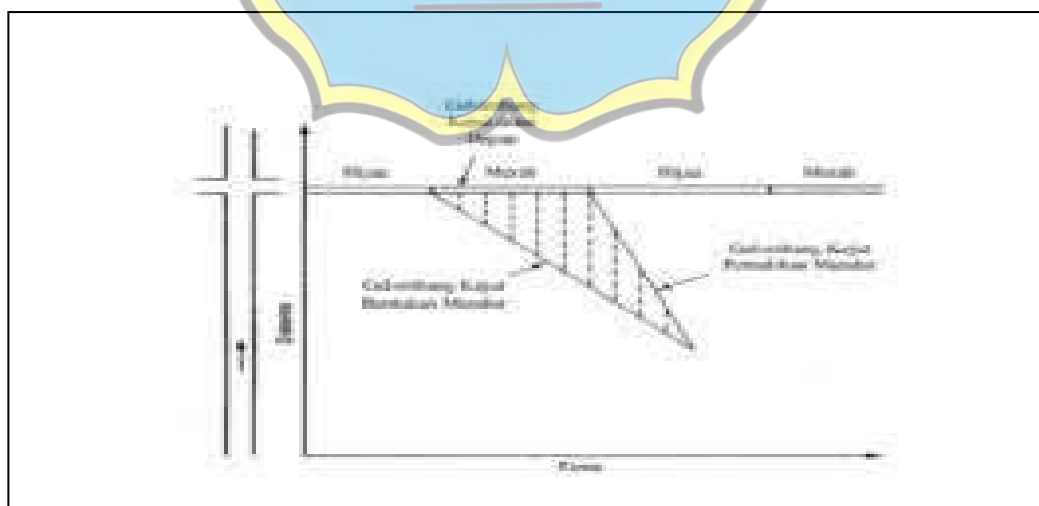
Gelombang kejut dapat digambarkan sebagai gerakan pada arus lalu lintas akibat adanya perubahan nilai kepadatan dan arus lalu lintas. Apabila arus dan kepadatan relative tinggi, titik pada saat kendaraan harus mengurangi kecepatannya ditandai dengan nyala lampu rem, dan titik tersebut akan bergerak kearah datangnya lalu lintas. Gerakan lampu rem menyala relatif terhadap jalan sebenarnya merupakan gerakan gelombang kejut.

## **2.12 Gelombang Kejut pada Persimpangan Lampu Lalu Lintas**

Asumsi yang digunakan pada gelombang kejut pada persimpangan lampu lalu lintas ini adalah lalu lintas yang lewat relatif rendah dengan arus konstan. Jika kapasitas lengan persimpangan lebih besar dari arus lalu lintas yang datang, maka tidak akan ada kendaraan yang tertahan pada saat lampu hijau yang menyala. Oleh karna itu, pada jarak tertentu sebelum lampu lalu lintas dan sesudahnya terdapat kondisi arus bebas (free-flow). Namun, pada jarak tertentu sebelum lampu lalu lintas selama lampu merah menyala, akan terjadi diskontinuitas arus lalu lintas yaitu pada saat kendaraan yang datang dan bergabung dengan kendaraan yang berhenti mengantri dan pada saat kendaraan tersebut dapat bergerak kembali ketika lampu hijau menyala.

Diskontinuitas arus lalu lintas pertama mengarah kebelakang membentuk gelombang kejut dan diskontinuitas arus lalu lintas. Kedua gelombang kejut tersebut akan bergerak kebelakang membentuk gelombang kejut. Kedua gelombang kejut tersebut akan bergerak kebelakang, karna diskontinuitas arus lalu lintas selalu bergerak kearah yang berlawanan dengan arah pergerakan lalu lintas. Kedua gelombang kejut dapat dijelaskan yaitu gelombang kejut mundur bentukan (backward forming shock wave) yang terjadi pada saat lampu merah menyala.

Gelombang kejut ini merupakan hasil peningkatan kepadatan lalu lintas akibat adanya antrian, dan gelombang kejut mundur pemulihan (backward recovery shock wave) yang terjadi pada saat lampu berubah menjadi hijau sehingga terjadi pengurangan kepadatan pada antrian, karena kendaraan mulai dapat berjalan. Untuk lebih jelas, kedua gelombang kejut tersebut dapat dilihat dengan menggunakan gambar dibawah ini.



**Gambar 2.6** Perwujudan gelombang kejut pada persimpangan berlampu lalu lintas

*Sumber : Ofyar Z Tamnin 2003*

Disamping gelombang kejut di atas, pada kondisi ini masih terdapat satu gelombang kejut lagi yang disebut gelombang kejut diam depan (*frontal stationary shock wave*) yang terjadi pada garis henti selama waktu lampu merah menyala. Istilah depan (*frontal*) digunakan untuk menunjukkan bahwa gelombang kejut tersebut berada pada garis depan daerah antrian, sedangkan istilah diam (*stationary*) menunjukkan bahwa gelombang kejut tersebut tidak berpindah (tetap berada pada posisi yang sama)

### 2.13 Klasifikasi Gelombang Kejut

Gelombang kejut dapat diklasifikasikan menjadi 6 (enam) kelas (Noviyanti, 2016), yaitu :

1. Gelombang kejut diam depan (*frontal stationary shock wave*), terdapat pada lokasi penyempitan jalur (termasuk hambatan akibat adanya lampu lalu lintas) yang menunjukkan bahwa pada lokasi tersebut arus lalu lintas lebih besar dari kapasitas jalannya. Istilah 'depan' berarti bagian terdepan dari daerah kemacetan mempunyai kerapatan lebih rendah ke arah hilir dan lebih tinggi ke arah hulu. Istilah 'diam' berarti gelombang kejut terjadi pada lokasi tersebut dan tidak akan berpindah dengan berubahnya waktu.
2. Gelombang kejut mundur bentukan (*backward forming shock wave*), terbentuk apabila terjadi kemacetan. Istilah 'mundur' berarti dengan berjalannya waktu, gelombang kejut akan bergerak ke belakang (ke arah hulu atau ke arah yang berlawanan dengan arah pergerakan lalu lintas). Istilah 'bentukan' berarti dengan berjalannya waktu, kemacetan akan semakin meningkat ke arah hulu.

3. Gelombang kejut maju pemulihan (*frontal recovery shock wave*), terbentuk pada saat terjadinya kemacetan di mana arus lalu lintas berada di bawah kapasitas penyempitannya. Oleh karena itu, panjang kemacetan akan berkurang. Istilah ‘maju’ berarti selama berjalannya waktu, gelombang kejut bergerak ke depan (ke arah hilir atau ke arah yang sama dengan arah pergerakan lalu lintas). Istilah ‘pemulihan’ berarti selama berjalannya waktu terdapat kondisi arus lalu lintas bebas (*free-flow*) pada daerah yang semakin jauh ke arah hilir.

4. Gelombang kejut diam belakang (*rear stationary shock wave*), terbentuk apabila arus kedatangan lalu lintas sama dengan kapasitas pada daerah kemacetan lokasinya selama rentang waktu tertentu. Istilah ‘belakang’ berarti bagian paling belakang dari daerah kemacetan.

5. Gelombang kejut mundur pemulihan (*backward recovery shock wave*), terbentuk pada saat kemacetan terjadi dan kemudian terjadi peningkatan kapasitas jalan. Istilah ‘mundur’ berarti selama berjalannya waktu, gelombang kejut bergerak ke belakang (ke arah hulu atau ke arah yang berlawanan dengan arah pergerakan lalu lintas). Istilah ‘pemulihan’ berarti selama berjalannya waktu, kondisi arus-bebas (*free-flow*) meningkat semakin menjauh dari daerah kemacetan. Daerah kemacetan berada di sebelah kiri gelombang kejut dan kondisi arus bebas berada di sebelah kanannya.

6. Gelombang kejut maju bentukan (*forward forming shock wave*), istilah ‘maju’ berarti gelombang kejut bergerak ke arah yang sama dengan arah pergerakan lalu lintas, sedangkan istilah ‘bentukan’ berarti selama

berlangsungnya waktu kemacetan terjadi peningkatan arus lalu lintas pada tempat yang semakin jauh ke arah hilir.



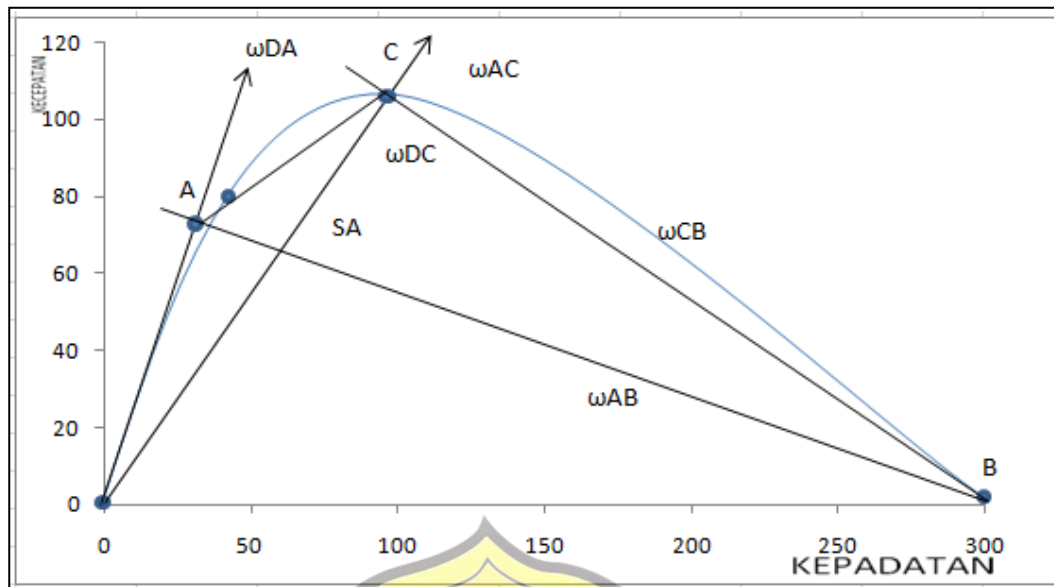
**Gambar 2.7** : Klasifikasi Gelombang kejut

*Sumber : Noviyanti 2016*

#### 2.14 Nilai Gelombang Kejut Pada Persimpangan Berlampu Lalu Lintas

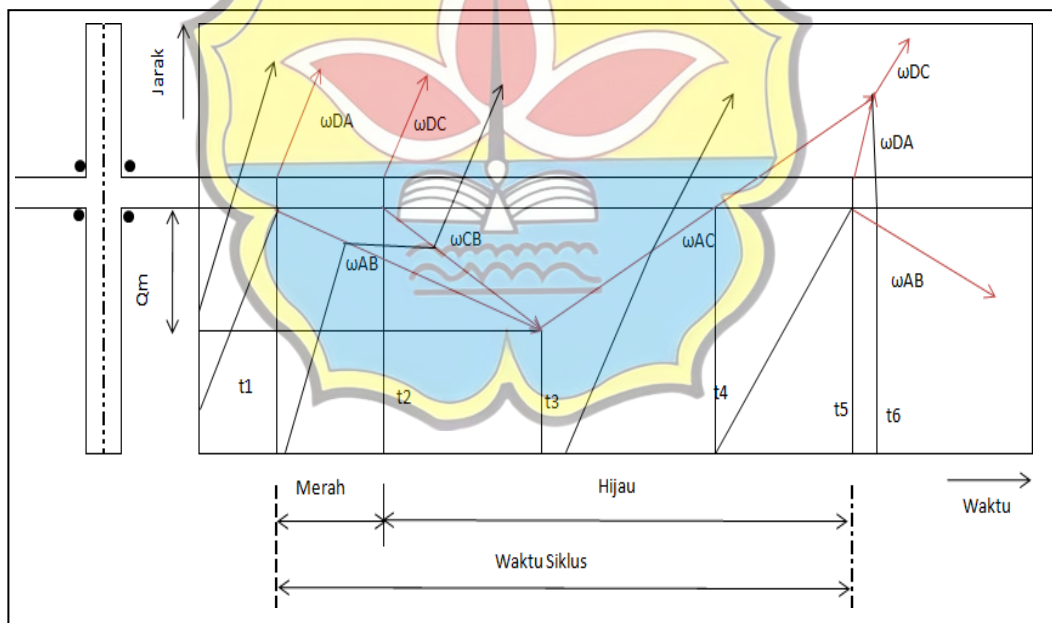
Gelombang kejut pada persimpangan berlalu lintas dapat dianalisis apabila hubungan matematis antara arus kepadatan untuk lengan persimpangan telah diketahui dan kondisi arus lalu lintas telah ditentukan. Sebagai contoh, Kurva arus kepadatan satu lengan persimpangan pada gambar 2.8 , Sedangkan diagram jarak waktu diperlihatkan pada gambar 2.9





**Gambar 2.8** : Kurva arus kecepatan suatu lengan persimpangan

*Sumber : ofyar Z.Tamin 2003*



**Gambar 2.9** : Diagram Jarak Waktu

*Sumber : ofyar Z.Tamin 2003*

Selama waktu antara  $t_0$  sampai dengan  $t_1$ , lampu hijau menyala sehingga arus lalu lintas pada lengan persimpangan bergerak melewati persimpangan kea

arah hilir dengan arus kondisi A ( $V_A$ ,  $DA$ , dan  $SA$ ). Lintasan kendaraan digambarkan pada gambar 2.9 . Pada waktu  $t_1$ , lampu lalu lintas berubah menjadi merah dan kondisi arus lalu lintas pada garis henti (stop line) berubah menjadi kondisi B, sedangkan kondisi arus lalu lintas setelah persimpangan ke arah hilir pada kondisi D. Tiga gelombang kejut yang terbentuk mulai  $t_1$  pada garis henti adalah sebagai berikut

$$\omega_{DA} = \frac{V_A - V_D}{DA - DD} = SA \dots\dots\dots 2.5$$

$$\omega_{DB} = \frac{V_B - V_D}{DB - DD} = 0 \dots\dots\dots 2.6$$

$$\omega_{AB} = \frac{V_B - V_A}{DB - DA} = - \frac{V_A}{DB - DA} \dots\dots\dots 2.7$$

Arus lalu lintas dengan kondisi A, B, dan D menerus terjadi sampai dengan waktu  $t_2$  dimana saat  $t_2$  lampu merah ke hijau. Sebuah arus lalu lintas dengan kondisi baru akan terbentuk, yaitu arus lalu lintas pada kondisi C dimana pada waktu  $t_2$  arus lalu lintas pada garis henti akan meningkat dari 0 (nol) menjadi jenuh. Hal ini menyebabkan 2 (dua) gelombang kejut baru, yaitu  $\omega_{DC}$  dan  $\omega_{CB}$ , sedangkan gelombang kejut  $\omega_{DB}$  berakhir. Kecepatan gelombang kejut baru tersebut dapat dilihat pada grafik diatas dan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$\omega_{DC} = \frac{V_C - V_D}{DC - DD} = SC \dots\dots\dots 2.8$$

$$\omega_{CB} = \frac{V_C - V_B}{DB - DC} = - \frac{V_C}{DB - DC} \dots\dots\dots 2.9$$

Arus lalu lintas dengan kondisi D, C, B, dan A menerus terjadi sampai dengan  $\omega_{AB}$  dan  $\omega_{CB}$  mencapai  $t_3$ . selang waktu antara  $t_2$  sampai dengan  $t_3$  dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini.

$$t_3 - t_2 = r \cdot \left| \frac{\omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right| \dots\dots\dots 2.10$$

Dengan  $r$  adalah durasi efektif lampu merah (detik). Panjang antrian maksimum akan terjadi pada waktu  $t_3$  dan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$QM = \frac{r}{3600} \cdot \left| \frac{\omega_{CB} \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right| \dots\dots\dots 2.11$$

Pada waktu  $t_3$ , terbentuk 1 (satu) gelombang kejut baru, yaitu gelombang kejut gerak maju ( $\omega_{AC}$ ), sedangkan 2 (dua) buah gelombang kejut gerak mundur  $\omega_{AB}$  dan  $\omega_{CB}$  berakhir. Gelombang kejut  $\omega_{AC}$  diperlihatkan pada gambar diatas dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\omega_{AC} = \frac{V_C - V_A}{D_C - D_A} \dots\dots\dots 2.12$$

Arus lalu lintas pada kondisi D, C, dan A menerus terjadi sampai dengan  $t_5$ , yaitu pada saat lampu merah menyala. Pada waktu  $t_4$ , gelombang kejut gerak maju  $\omega_{AC}$  memotong garis henti dan arus lalu lintas pada garis henti berubah dari arus lalu lintas maksimum  $V_C$  menjadi  $V_A$ . Dapat dikatakan, pada saat  $t_4$  seluruh kendaraan yang sudah melewati garis henti. Waktu antara mulainya lampu hijau ( $t_2$ ) sampai ( $t_4$ ) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$t_4 - t_2 = \frac{r \cdot \omega_{CB}}{(\omega_{CB} - \omega_{AB})} \cdot \left| \frac{\omega_{CB}}{\omega_{AC}} + 1 \right| \dots\dots\dots 2.13$$

$(t_4 - t_2) = T$  disebut dengan waktu penormalan, yaitu total waktu antara sejak diberlakukan penormalan lajur hingga antrian berakhir.

**2.15 Analisis Statistik**

**2.15.1 Analisis Regresi-Linear**

Analisis regresi-linear adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki. Model analisis regresi-linear dapat memodelkan hubungan antara 2 (dua) peubah atau lebih. Dalam kasus yang paling sederhana.

$$Y = A + B X \dots\dots\dots 2.14$$

Dimana :

Y = Peubah tidak bebas

X = Peubah bebas

A = Konstanta regresi

B = Koefisien regresi

Besarnya konstanta A dan B dapat dicari dengan persamaan di bawah ini :

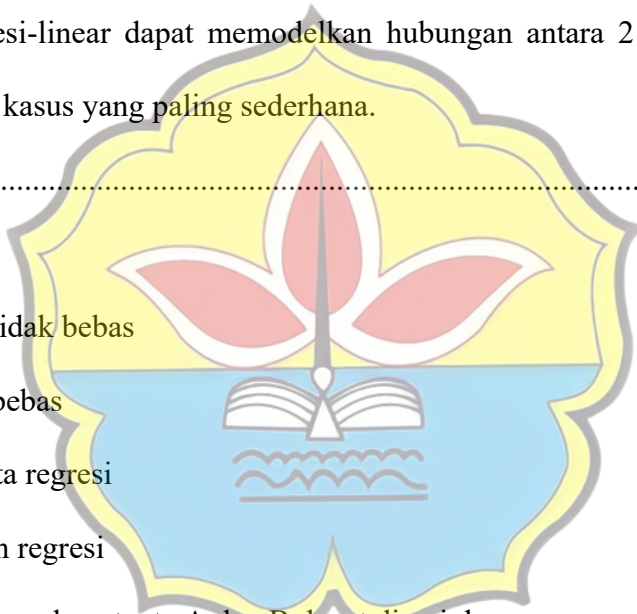
$$B = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \dots\dots\dots 2.15$$

$$A = \frac{\sum Y - B \sum X}{n} \dots\dots\dots 2.16$$

**2.15.2 Koefisien Determinan**

Koefisien determinan ( $R^2$ ) dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$R^2 = \frac{(n \sum xy - (\sum x)(\sum y))^2}{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)} \dots\dots\dots 2.17$$



Persamaan diatas digunakan untuk menentukan model terbaik yang dapat mewakili setiap hubungan matematis antara parameter.

## 2.16 Studi Terdahulu

1. James A. Timboeleng, (2013), *Analisa Gelombang Kejut Terhadap Karakteristik Arus Lalu Lintas di Jalan Walanda Maramis Bitung*. Universitas Sam Ratulangi, mengkaji untuk mengetahui kapasitas ruas jalan yang didapatkan berdasarkan persamaan diatas dengan nilai koefisien determinasi untuk menganalisa gelombang kejut.
2. Noviyanti, (2016), *Analisa Gelombang Kejut Pada Persimpangan jalan Rel Kereta Api*. Universitas Sebelas Maret, Mengetahui nilai gelombang kejut yang terjadi pada perlintasan kereta api purwosari arah jalan slamet riyadi pada ruas jalan arah pergerakan lalu lintas dari barat ketimur (kearah solo).
3. Retno Dwi Nurjanah, (2015), *Studi gelombang kejut pada simpang bersinyal dengan menggunakan EMP atas dasar analisa Headway*. Universitas Sebelas Maret, Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai EMP menggunakan analisa *headway* dan menghitung nilai gelombang kejut yang terjadi di simpang bersinyal Jl Urip Sumoharjo – Jl. Sutan Syahrir – Jl. Ir. H. Juanda.

4. Ofyar Z. Tamin (2003), *Perencanaan dan pemodelan Transportasi: contoh soal dan aplikasi*, edisi ke satu, Teknik Sipil Institute Teknologi Bandung (ITB).
5. Nurul hidayanti (2018), *Sistem transportasi dan rekayasa lalu lintas*, Muhammdiyah University Press Surakarta.
6. Marlien Helti Lidya Astri Bella James A Timboeleng (2016), *Analisa gelombang kejut pada persimpangan bersinyal (Studi kasus : Jl. 17 Agustus – Jl. Babe Palar)*. Universitas Sam Ratulangi Manado.  
*Jurnal Sipil Statistik* Vol. 4 No. 90 September 2016 (559-566) ISSN: 2337-6732.



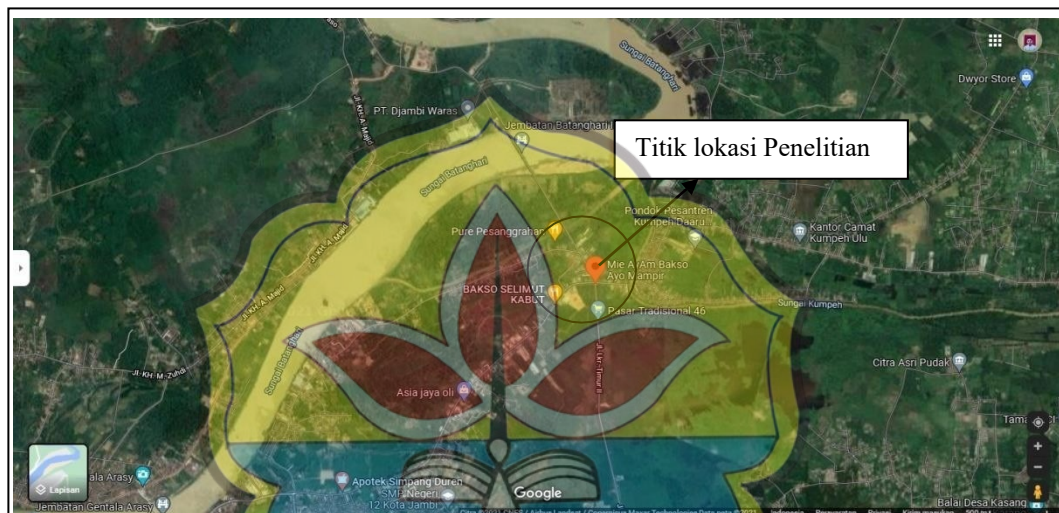


## BAB III

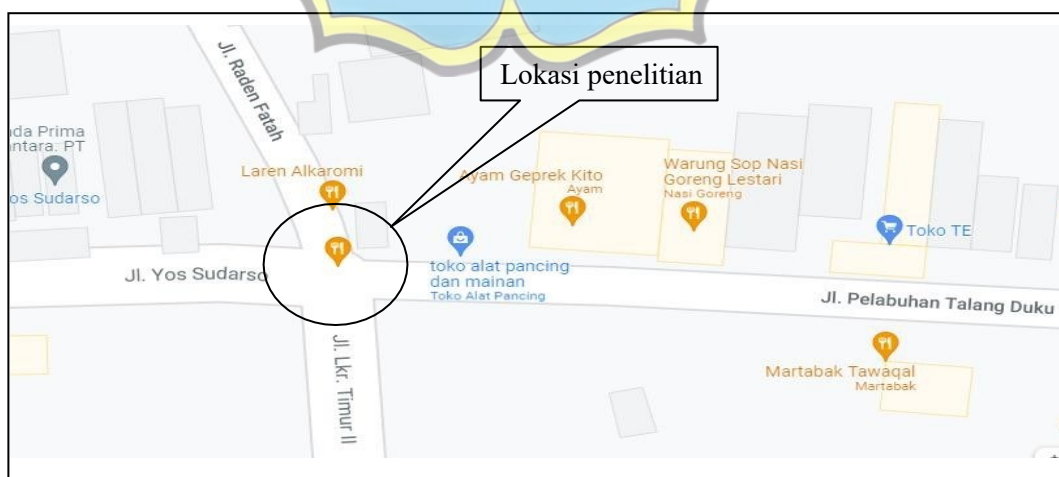
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

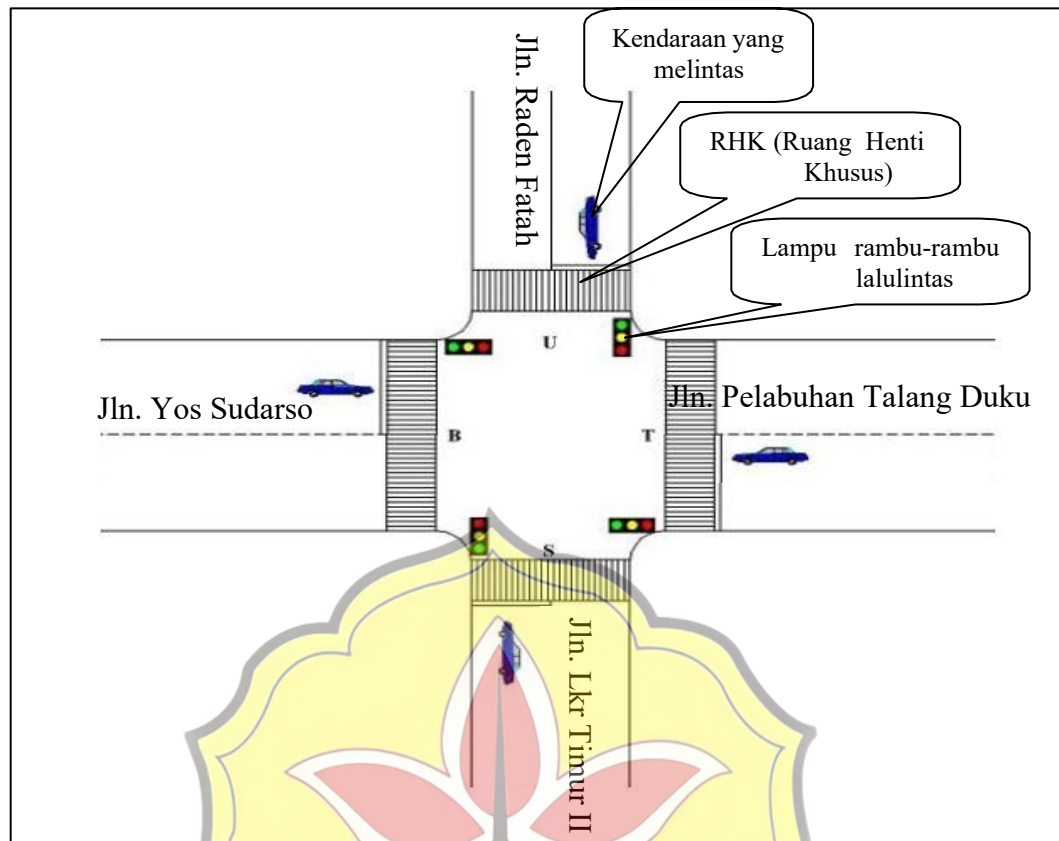
Lokasi penelitian Analisa Gelombang Kejut berada di Sejinjang Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi. Untuk menjelaskan mengenai ruas jalan dan sekolah yang menjadi lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 dan 3.2



**Gambar 3.1** Lokasi Penelitian  
*Sumber : Google Map, 2022*



**Gambar 3.2** Denah lokasi Penelitian  
*Sumber : Google Map, 2022*



**Gambar 3.3** Denah Lokasi yang diperbesar  
 Sumber : Data olahan, 2022

### 3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada saat pengumpulan data adalah:

1. *Stop watch digital*, untuk mencatat waktu tempuh kendaraan yang melewati penggal jalan dan menghitung lamanya pintu perlintasan ditutup
2. Video kamera dan *tripod*, untuk merekam kondisi lokasi selama pengambilan data berlangsung
3. Meteran, untuk mengukur penggal jalan dan geometric lokasi
4. Alat tulis untuk mencatat data
5. Alat transportasi bagi operator dan surveyor

### 3.3 Pengumpulan Data

#### 3.3.1 Data Primer

Data kecepatan kendaraan yang diambil dikelompokkan berdasarkan jenis kendaraan. Jenis kendaraan dikelompokkan dalam sepeda motor (MC), kendaraan ringan(LV), dan kendaraan berat (HV) dengan masing-masing sampel tiap jenis kendaraan setiap interval 5 menit. Proses ini dilakukan dengan perhitungan manual yaitu menghitung waktu dari penggal yang telah ditentukan dengan pengamatan menggunakan *stop watch*.

1. Data survey arus lalu lintas (volume)
2. Data survey Kecepatan (*speed*)
3. Data durasi lampu lalu lintas

#### 3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder, berupa data yang diperoleh dari referensi yang berkaitan dengan Analisa Gelombang kejut. Pengumpulan data sekunder bertujuan untuk mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pokok permasalahan yang diperoleh dari beberapa jurnal, literatur, dan media internet.

### 3.4 Waktu Penelitian

Pengambilan data primer untuk analisa data adalah Periode pengamatan dilakukan pada waktu pagi hari (jam 07.00-09.00), siang hari (jam 11.00-13.00) dan sore hari (jam 16.00-18.00). Pemilihan periode pengamatan ini dilakukan berdasarkan survei pendahuluan. Pemilihan ini didasarkan pada kondisi dimana

puncak kendaraan yang lewat tinggi, sehingga dapat diketahui kepadatan lalu lintas terhadap lalu sedangkan interval pengamatan di lapangan adalah 5 menit.

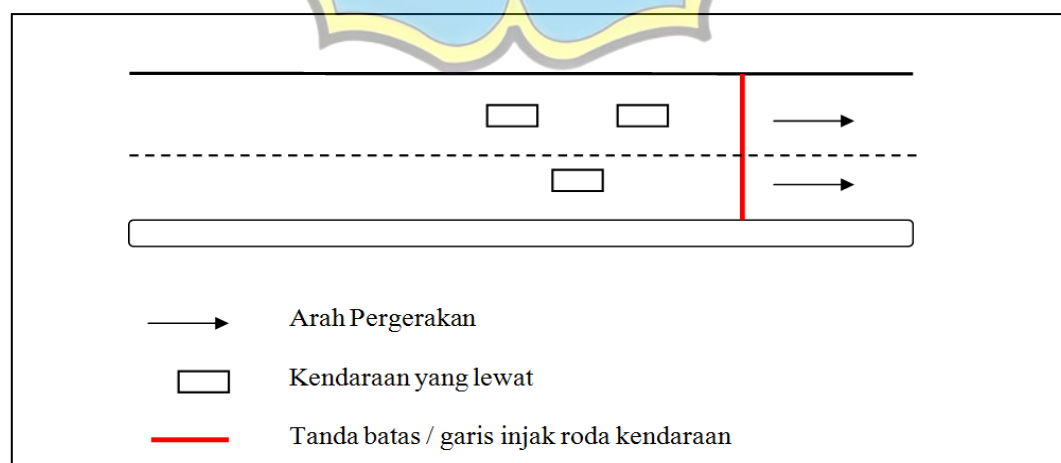
### 3.5 Metode Penelitian

Untuk penelitian ini data yang dibutuhkan didapat dari observasi atau pengamatan langsung di lokasi penelitian. Adapun jenis data yang dibutuhkan adalah:

1. Data arus lalu lintas (volume)

Pengamatan dapat dilakukan secara visual yakni dengan mencatat jumlah kendaraan yang lewat pada suatu titik pengamatan tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya setiap interval waktu 5 menit

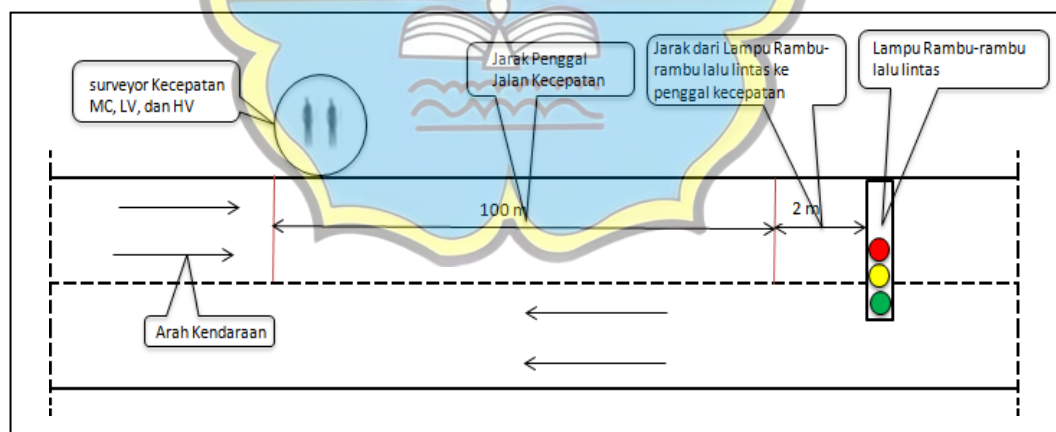
Jenis kendaraan yang disurvei dibagi dalam tiga golongan yaitu sepeda motor (*motor cycle / MC*), kendaraan ringan (*light vehicle / LV*) dan kendaraan berat (*heavy vehicle / HV*). Berikut ini gambaran tentang pelaksanaan pencatatan data arus lalu lintas.



**Gambar 3.4** Sketsa Survey Kendaraan  
*Sumber : Data olahan, 2022*

## 2. Data kecepatan (*speed*)

Pengambilan data kecepatan dilakukan dengan metode kecepatan setempat (*spot speed*) pada lokasi studi. Pengambilan jumlah sampel didasarkan pada banyaknya populasi kendaraan yang ada yaitu dengan menggunakan tabel penentuan jumlah sampel. Kecepatan dihitung berdasarkan waktu selang pada jarak tertentu. Pengambilan data kecepatan ini dilakukan untuk semua jenis kendaraan yaitu LV, dan HV. Pada kondisi ini akan tercipta suatu *platoon* yang menyulitkan pengambilan data. Tata cara untuk pengambilan sampel adalah kendaraan yang paling depan dari suatu *platoon* diambil sebagai sampel dengan pertimbangan kendaraan kedua dan selanjutnya diperkirakan mempunyai kecepatan yang tidak terlalu besar selisihnya dan kemungkinan tidak dapat menyiap.



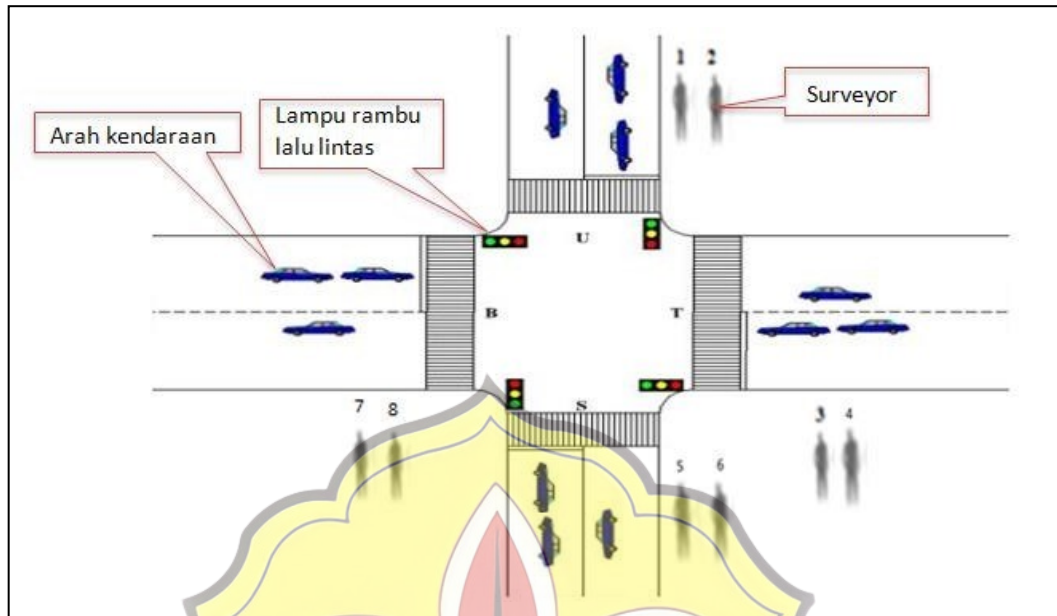
**Gambar 3.5** Sketsa survey kecepatan

Sumber : Data olahan, 2022

## 3. Data durasi lampu lalu lintas

Pengambilan data durasi lampu lalu lintas dilakukan langsung dilokasi dan melihat secara langsung. Pengambilan data durasi lampu lalu lintas ini untuk

mengetahui berapa lamanya lampu warna merah, kuning, hijau pada saat menyala dengan menggunakan stopwact.



**Gambar 3.6** Sketsa posisi surveyor arus lalu lintas, kecepatan, dan durasi lampu lalu lintas pada simpang empat lengan  
*Sumber : Data olahan, 2022*

### 3.6 Pengolahan Data

Data yang didapat dari survey yaitu data jumlah kendaraan yang melintas, data kecepatan kendaraan, dan data rasio waktu lampu lalu lintas. Dari data survey tersebut dikumpulkan selanjutnya dihitung. Perhitungan yang pertama yaitu menghitung jumlah keseluruhan kendaraan dari hasil survey pagi, siang, dan sore (2.1). Dari hasil perhitungan volume selanjutnya kita bisa menghitung nilai kecepatan (*speed*) setiap kendaraan (2.2) dari kecepatan tersebut dapat menghitung kerapatan pada kendaraan (2.3), Selanjutnya menghitung menghitung kecepatan rata-rata waktu (2.4) menghitung kecepatan rata-rata ruang (2.5) dari hasil yang sudah ada kita menghitung Emp kendaraan dan bisa langsung



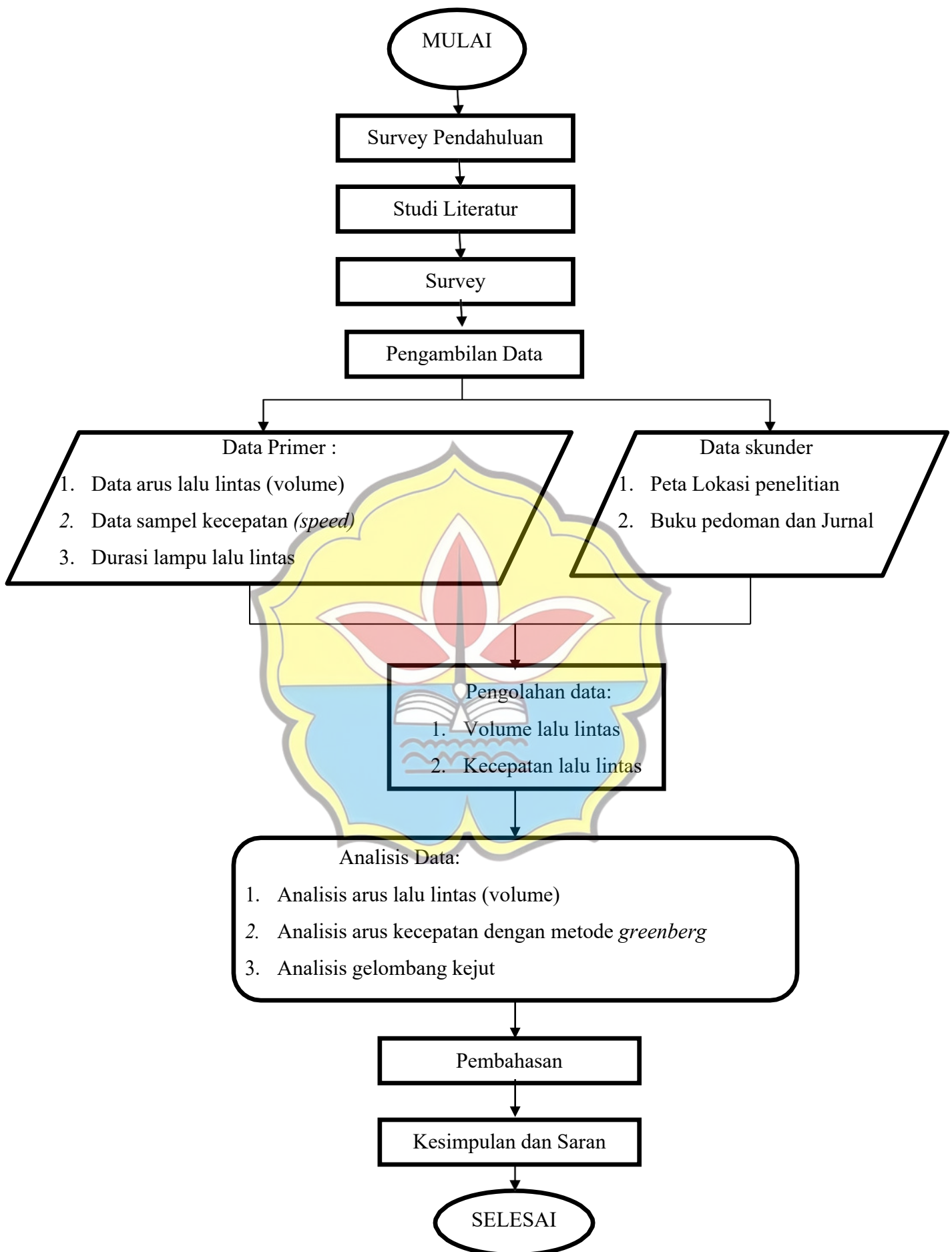
menghitung analisis gelombang kejut dan dilanjutkan menganalisis regresi linear(2.6) dari hasil regresi tersebut bisa terbuatlah sebuah gambar grafik hubungan kecepatan,volume,dan kepadatan pada kendaraan emp. Selanjutnya menghitung analisa gelombang kejut dan terbentuklah sebuah diagram gelombang kejut.

### 3.7 Analisa Data

Data yang didapat dari survei dikumpulkan selanjutnya dianalisa untuk mendapatkan nilai yang akurat. Validasi data ditentukan berdasarkan metode survei yang dilakukan yaitu dengan pengambilan dan penentuan sampel. Sampel dipilih secara acak berdasarkan kendaraan yang lewat pada simpang sijenjang tersebut dan dianalisis dengan data kendaraan dengan menggunakan analisa gelombang kejut.

### 3.8 Bagan Alir Penelitian

*Flowchart* atau diagram alir adalah sebuah jenis diagram yang mewakili algoritme, alir kerja atau proses, yang menampilkan langkah-langkah dalam bentuk jenis – jenis persegi, dan urutannya dihubungkan dengan panah. Adapun tahapan penyusunan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada gambar 3.7



Gambar 3.7 Bagan Alir Penelitian

## BAB IV

### ANALISA BEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

##### 4.1.1 Lamanya Siklus Lampu Lalu Lintas

1. Lamanya siklus lampu lalu lintas diambil secara langsung dilapangan. Pada hasil survey didapat lamanya lampu merah dari arah jembatan auduri II tepatnya di sebelah timur yaitu 129 detik, sedangkan lampu hijau menyala selama 25 detik, lampu kuning menyala hanya 3 detik, maka waktu siklus lampu lalu lintas pada persimpangan yang disurvei selama 170 detik.

2. Lamanya siklus lampu lalu lintas diambil secara langsung dilapangan. Pada hasil survey didapat lamanya lampu merah dari arah kumpe tepatnya di sebelah selatan yaitu 140 detik, sedangkan lampu hijau menyala selama 24 detik, lampu kuning menyala hanya 3 detik, maka waktu siklus lampu lalu lintas pada persimpangan yang disurvei selama 171 detik.

3. Lamanya siklus lampu lalu lintas diambil secara langsung dilapangan. Pada hasil survey didapat lamanya lampu merah dari arah jalan lingkaran selatan tepatnya di sebelah Barat yaitu 130 detik, sedangkan lampu hijau menyala selama 25 detik, lampu kuning menyala hanya 3 detik, maka waktu siklus lampu lalu lintas pada persimpangan yang disurvei selama 171 detik.

4. Lamanya siklus lampu lalu lintas diambil secara langsung dilapangan. Pada hasil survey didapat lamanya lampu merah dari arah kasang tepatnya di

sebelah utara yaitu 130 detik, sedangkan lampu hijau menyala selama 24 detik, lampu kuning menyala hanya 3 detik, maka waktu siklus lampu lalu lintas pada persimpangan yang disurvei selama 173 detik.

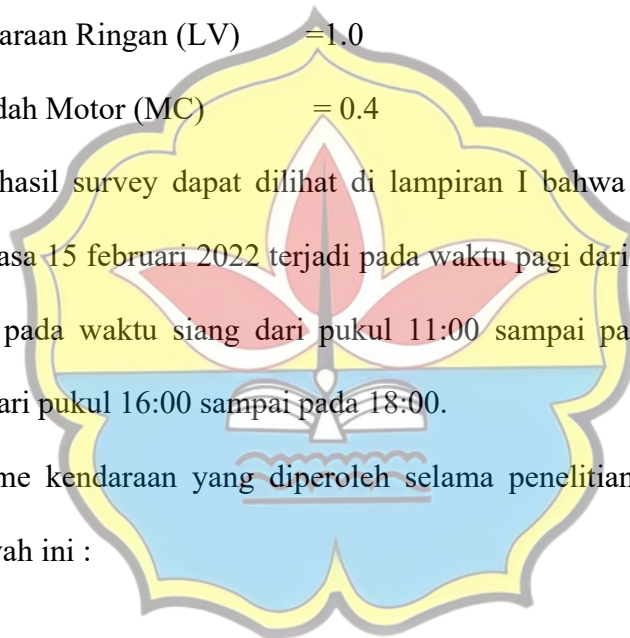
#### 4.1.2 Perhitungan Volume Lalu Lintas

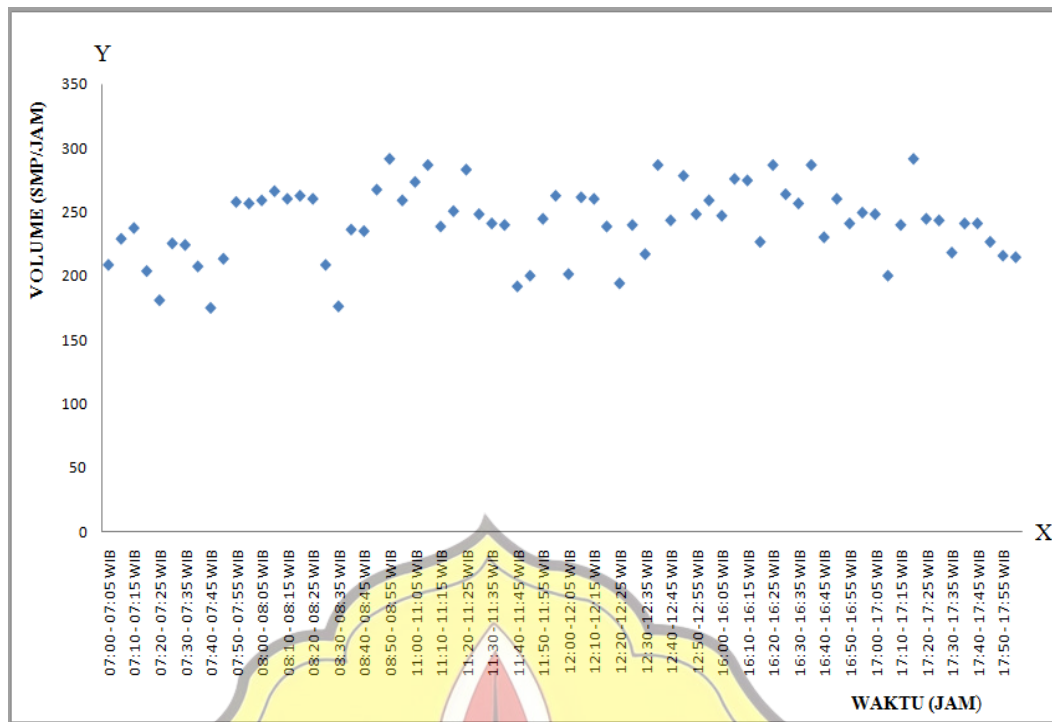
Ekivalen mobil penumpang (emp) masing-masing kendaraan menurut pedoman kapasitas jalan Indonesia (PKJI) adalah sebagai berikut :

1. Kendaraan Berat (HV) = 1.3
2. Kendaraan Ringan (LV) = 1.0
3. Sepedah Motor (MC) = 0.4

Dari hasil survey dapat dilihat di lampiran I bahwa volume maksimum pada hari selasa 15 februari 2022 terjadi pada waktu pagi dari pukul 07:00 sampai pada 09:00, pada waktu siang dari pukul 11:00 sampai pada 13:00, dan pada waktu sore dari pukul 16:00 sampai pada 18:00.

Volume kendaraan yang diperoleh selama penelitian dapat dilihat pada Grafik dibawah ini :





**Gambar 4.1** : Grafik Volume Kendaraan  
*Sumber : Data olahan, 2022*

Dari hasil survey dapat dilihat bahwa volume maksimum pada hari selasa terjadi pada waktu pagi pengamatan dari pukul 07:00 sampai pukul 09.00 , pada waktu siang 11.00 sampai pukul 13.00 , dan waktu sore pukul 16.00 sampai pukul 18.00 . Grafik Volume Kendaraan ini didapat dari perhitungan Lampiran I.

**4.1.3 Perhitungan Kecepatan Kendaraan (S)**

Variabel kecepatan yang digunakan untuk menganalisa hubungan antara kecepatan, volume, dan kepadatan adalah kecepatan rata-rata. Kecepatan rata-rata dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$S_s \frac{dn}{\sum ti} \dots \dots \dots 2$$

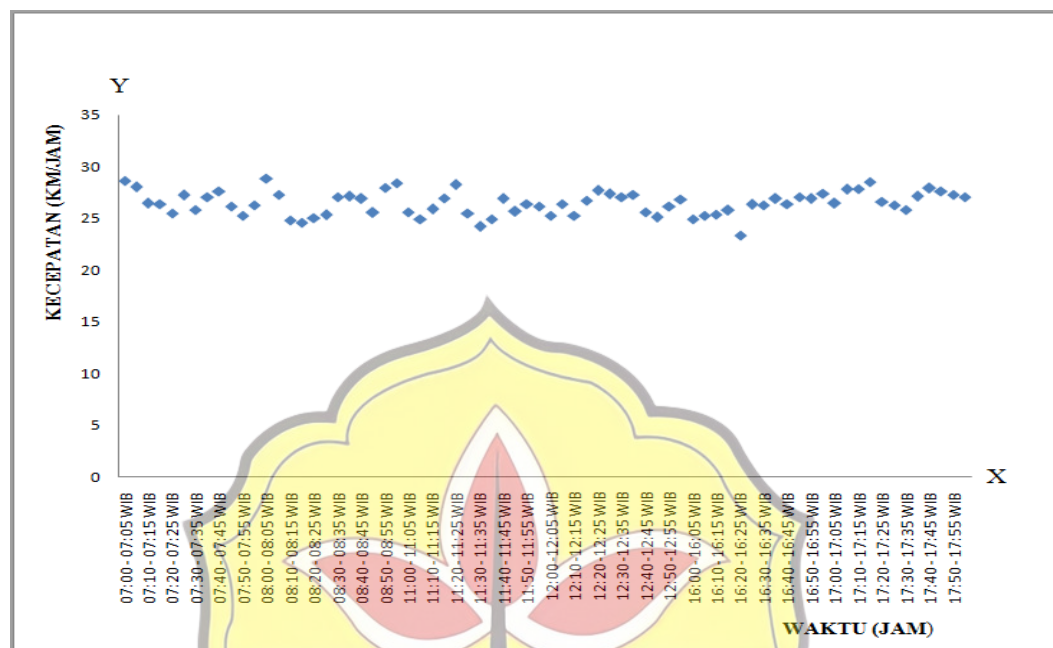
Dimana :

Ss = Kecepatan rata-rata (Km/jam)

D = Jarak tempuh (m)

N = Jumlah kendaraan

$t_i$  = Waktu tempuh kendaraan ke-I (m/det)



**Gambar 4.2 :** Grafik Kecepatan / Density (SMP/KM)

*Sumber : Data olahan, 2022*

Dari tabel hasil survey di lampiran II dapat dilihat digrafik bahwa kecepatan kendaraan pada hari Selasa per lima menit di ambil satu sampel kendaraan HV, LV, dan MC (SMP/KM)

#### 4.2 Hubungan Matematis Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas

Dari tabel 4.1 dapat dilihat hubungan karakteristik antara kepadatan kecepatan, kepadatan volume, dan kecepatan volume hari Selasa 15 february 2022. Sedangkan Grafik Dibawah Memperlihatkan hubungan kapasitas Volume, Kecepatan, dan Kepadatan lalu lintas dengan pemodelan Greenshields, model Greenberg, dan model Underwood.



**Tabel 4.1 : Perhitungan Hubungan Matematis Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Lalu Lintas**

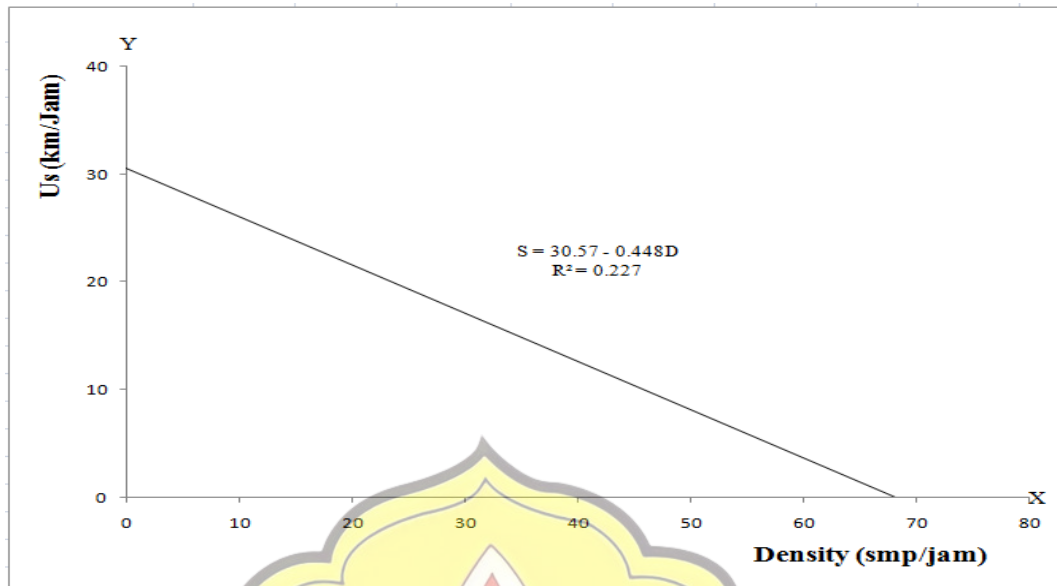
No	Waktu	Us (km/jam)	Volume (smp/jam)	Density (smp/km)	Ln D	Ln Us
1	07:00 - 07:05 WIB	28.64	208.8	7.290	1.987	3.355
2	07:05 - 07:10 WIB	28.03	229.2	8.178	2.101	3.333
3	07:10 - 07:15 WIB	26.44	237.6	8.988	2.196	3.275
4	07:15 - 07:20 WIB	26.40	204	7.727	2.045	3.273
5	07:20 - 07:25 WIB	25.46	181.2	7.116	1.962	3.237
6	07:25 - 07:30 WIB	27.21	225.6	8.290	2.115	3.304
7	07:30 - 07:35 WIB	25.85	224.4	8.681	2.161	3.252
8	07:35 - 07:40 WIB	27.06	207.6	7.671	2.037	3.298
9	07:40 - 07:45 WIB	27.61	175.2	6.345	1.848	3.318
10	07:45 - 07:50 WIB	26.16	213.6	8.167	2.100	3.264
11	07:50 - 07:55 WIB	25.28	258	10.208	2.323	3.230
12	07:55 - 08:00 WIB	26.30	256.8	9.765	2.279	3.269
13	08:00 - 08:05 WIB	28.87	259.2	8.979	2.195	3.363
14	08:05 - 08:10 WIB	27.31	266.4	9.755	2.278	3.307
15	08:10 - 08:15 WIB	24.79	260.4	10.502	2.352	3.211
16	08:15 - 08:20 WIB	24.59	262.8	10.689	2.369	3.202
17	08:20 - 08:25 WIB	25.04	260.4	10.398	2.342	3.221
18	08:25 - 08:30 WIB	25.33	208.8	8.245	2.110	3.232
19	08:30 - 08:35 WIB	27.05	176.4	6.521	1.875	3.298
20	08:35 - 08:40 WIB	27.13	236.4	8.713	2.165	3.301
21	08:40 - 08:45 WIB	26.89	235.2	8.747	2.169	3.292
22	08:45 - 08:50 WIB	25.56	267.6	10.470	2.349	3.241
23	08:50 - 08:55 WIB	27.98	291.6	10.422	2.344	3.332
24	08:55 - 09:00 WIB	28.39	259.2	9.130	2.212	3.346
1	11:00 - 11:05 WIB	25.59	273.6	10.693	2.370	3.242
2	11:05 - 11:10 WIB	24.92	286.8	11.508	2.443	3.216
3	11:10 - 11:15 WIB	25.88	238.8	9.228	2.222	3.253
4	11:15 - 11:20 WIB	26.92	250.8	9.318	2.232	3.293
5	11:20 - 11:25 WIB	28.25	283.2	10.024	2.305	3.341
6	11:25 - 11:30 WIB	25.48	248.4	9.749	2.277	3.238
7	11:30 - 11:35 WIB	24.20	241.2	9.968	2.299	3.186
8	11:35 - 11:40 WIB	24.90	240	9.637	2.266	3.215
9	11:40 - 11:45 WIB	26.88	192	7.143	1.966	3.291
10	11:45 - 11:50 WIB	25.66	200.4	7.809	2.055	3.245
11	11:50 - 11:55 WIB	26.42	244.8	9.266	2.226	3.274
12	11:55 - 12:00 WIB	26.14	262.8	10.054	2.308	3.263

Lanjutan Tabel 4.1 Perhitungan Hubungan Matematis Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu Lintas

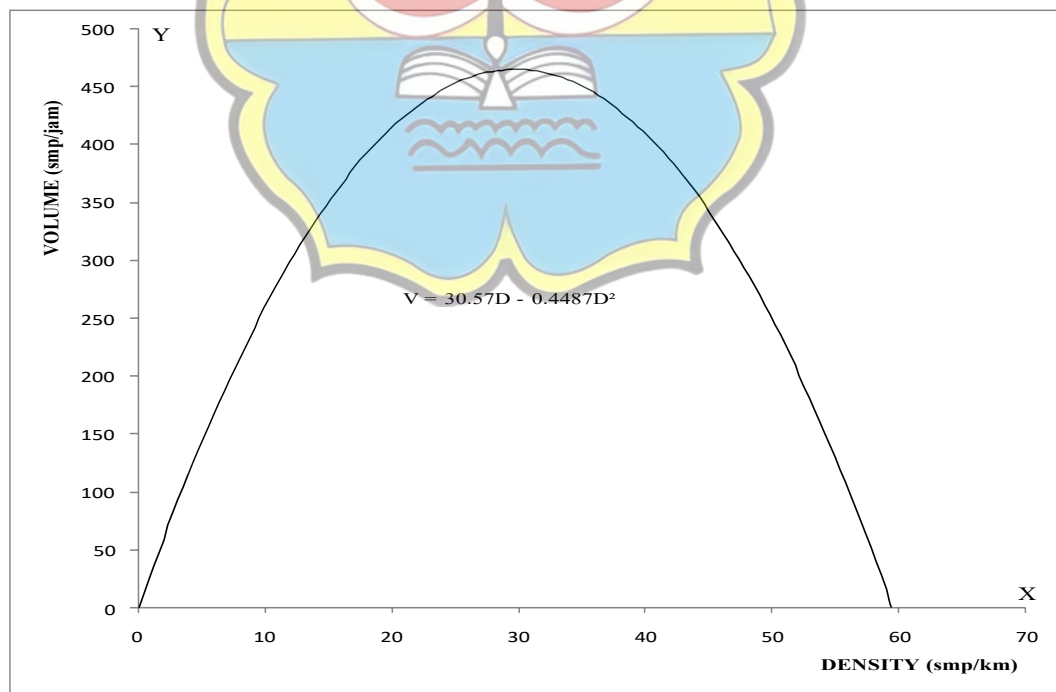
No	Waktu	Us (km/jam)	Volume (smp/jam)	Density (smp/km)	Ln D	Ln Us
13	12:00 -12:05 WIB	25.23	201.6	7.990	2.078	3.228
14	12:05 -12:10 WIB	26.37	261.6	9.921	2.295	3.272
15	12:10 -12:15 WIB	25.30	260.4	10.294	2.332	3.231
16	12:15 -12:20 WIB	26.69	238.8	8.947	2.191	3.284
17	12:20 -12:25 WIB	27.68	194.4	7.024	1.949	3.321
18	12:25 -12:30 WIB	27.34	240	8.778	2.172	3.308
19	12:30 -12:35 WIB	27.06	217.2	8.027	2.083	3.298
20	12:35 -12:40 WIB	27.30	286.8	10.507	2.352	3.307
21	12:40 -12:45 WIB	25.58	243.6	9.525	2.254	3.242
22	12:45 -12:50 WIB	25.09	278.4	11.097	2.407	3.222
23	12:50 -12:55 WIB	26.17	248.4	9.492	2.250	3.265
24	12:55 -13:00 WIB	26.83	259.2	9.660	2.268	3.290
1	16:00 - 16:05 WIB	24.93	247.2	9.917	2.294	3.216
2	16:05 - 16:10 WIB	25.26	276	10.928	2.391	3.229
3	16:10 - 16:15 WIB	25.38	274.8	10.826	2.382	3.234
4	16:15 - 16:20 WIB	25.76	226.8	8.804	2.175	3.249
5	16:20 - 16:25 WIB	23.33	286.8	12.291	2.509	3.150
6	16:25 - 16:30 WIB	26.35	264	10.020	2.305	3.271
7	16:30 - 16:35 WIB	26.27	256.8	9.776	2.280	3.268
8	16:35 - 16:40 WIB	26.88	286.8	10.672	2.368	3.291
9	16:40 - 16:45 WIB	26.39	230.4	8.729	2.167	3.273
10	16:45 - 16:50 WIB	27.02	260.4	9.637	2.266	3.297
11	16:50 - 16:55 WIB	26.87	241.2	8.976	2.195	3.291
12	16:55 - 17:00 WIB	27.37	249.6	9.121	2.211	3.309
13	17:00 - 17:05 WIB	26.46	248.4	9.389	2.240	3.275
14	17:05 - 17:10 WIB	27.80	200.4	7.209	1.975	3.325
15	17:10 - 17:15 WIB	27.83	240	8.624	2.155	3.326
16	17:15 - 17:20 WIB	28.51	291.6	10.229	2.325	3.350
17	17:20 - 17:25 WIB	26.58	244.8	9.211	2.220	3.280
18	17:25 - 17:30 WIB	26.25	243.6	9.279	2.228	3.268
19	17:30 - 17:35 WIB	25.84	218.4	8.452	2.134	3.252
20	17:35 - 17:40 WIB	27.13	241.2	8.890	2.185	3.301
21	17:40 - 17:45 WIB	27.88	241.2	8.650	2.158	3.328
22	17:45 - 17:50 WIB	27.62	226.8	8.212	2.106	3.319
23	17:50 - 17:55 WIB	27.27	216	7.920	2.069	3.306
24	17:55 - 18:00 WIB	27.08	214.8	7.934	2.071	3.299

Sumber : Data olahan, 2022

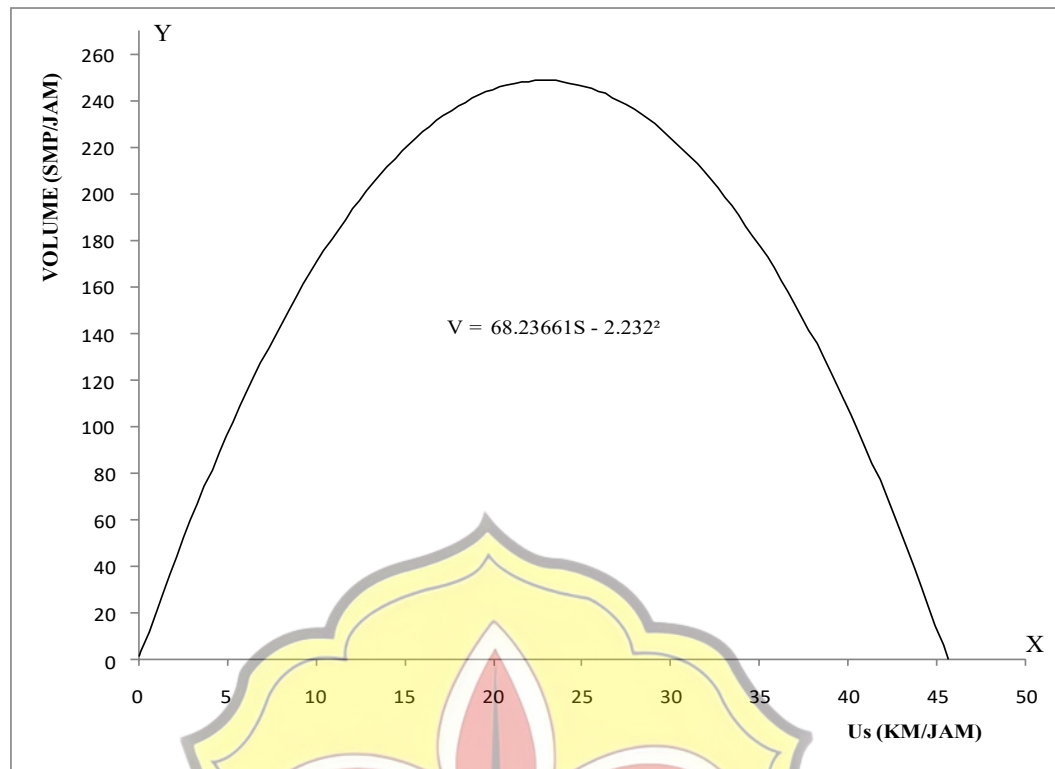
### 4.2.1 Model Greenshilde



**Gambar 4.3 :** Grafik Hubungan Kecepatan – Kepadatan Model Greenshilds  
*Sumber : Data olahan, 2022*



**Gambar 4.4 :** Grafik Hubungan Volume - Kepadatan Model Greenshilds  
*Sumber : Data olahan, 2022*



**Gambar 4.5 :** Grafik Hubungan Volume - Kecepatan Model Greenshilds  
*Sumber : Data olahan, 2022*

Dari hasil grafik diatas didapat dari tabel lampiran IV Sehingga, Hasil nilai B didapat dari grafik diatas adalah -0.448, Sedangkan hasil nilai A dari grafik diatas adalah 30.57, Maka dihasilkan nilai  $S_{ff} = 30.57$  km/jam dan  $D_j =$

$$-\frac{(30.57)}{(-0.448)} = 68.23661 \text{ Smp/km} \text{ Dengan dihasilkan nilai } b = \frac{1}{-0.448} = -2.232$$

Dengan menggunakan nilai  $S_{ff}$  dan  $D_j$ , maka dapat ditentukan hubungan matematis antarparameter sebagai berikut :

Hubungan kecepatan – kepadatan :  $S = 30.57 - 0.448D$

Hubungan Volume – Kepadatan :  $V = 30.57D - 0.448D^2$

Hubungan volume – kecepatan :  $V = 68.23661S - 2.232^2$

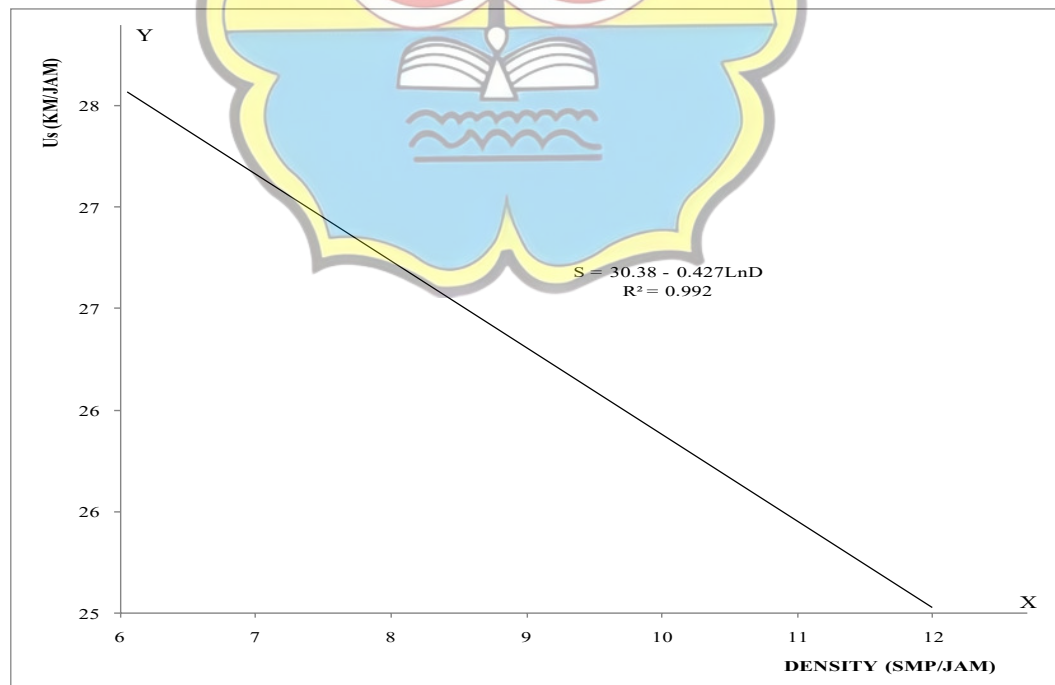
Maka dapat dihitung Volume maksimum dengan menggunakan persamaan  $V = 30.57D - 0.448D^2$  dan  $V = 68.23661S - 2.232^2$

$$\frac{\partial V}{\partial D} = 0 \text{ Didapat } D_m = \frac{68.23661}{2} = 34.11831 \text{ smp/km}$$

$$\frac{\partial V}{\partial S} = 0 \text{ Didapat } S_m = \frac{30.57}{2} = 15.28500 \text{ km/jam}$$

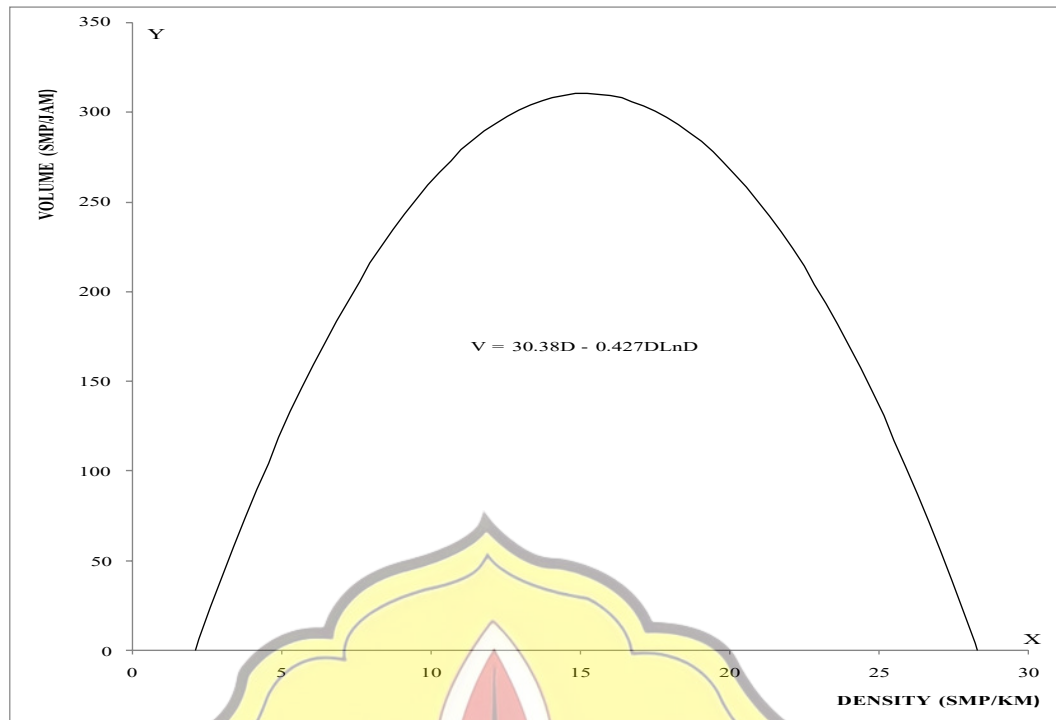
Dengan memasukkan nilai  $D_m = 34.11831$  smp/jam ke persamaan  $V = 30.57D - 0.448D^2$  atau nilai  $S_m = 15.28500$  km/jam ke persamaan  $V = 68.23661S - 2.232^2$ , akan didapat nilai  $V_m = D_m \times S_m = 0$  Didapat  $V_m = 34.11831 \times 15.28500 = 521.49837$  smp/jam. Dapat disimpulkan bahwa volume maksimum tersebut terjadi pada kondisi kepadatan  $D = 34.11831$  smp/km yang bergerak dengan kecepatan  $S = 15.28500$  km/jam.

#### 4.2.2 Model Greenberg

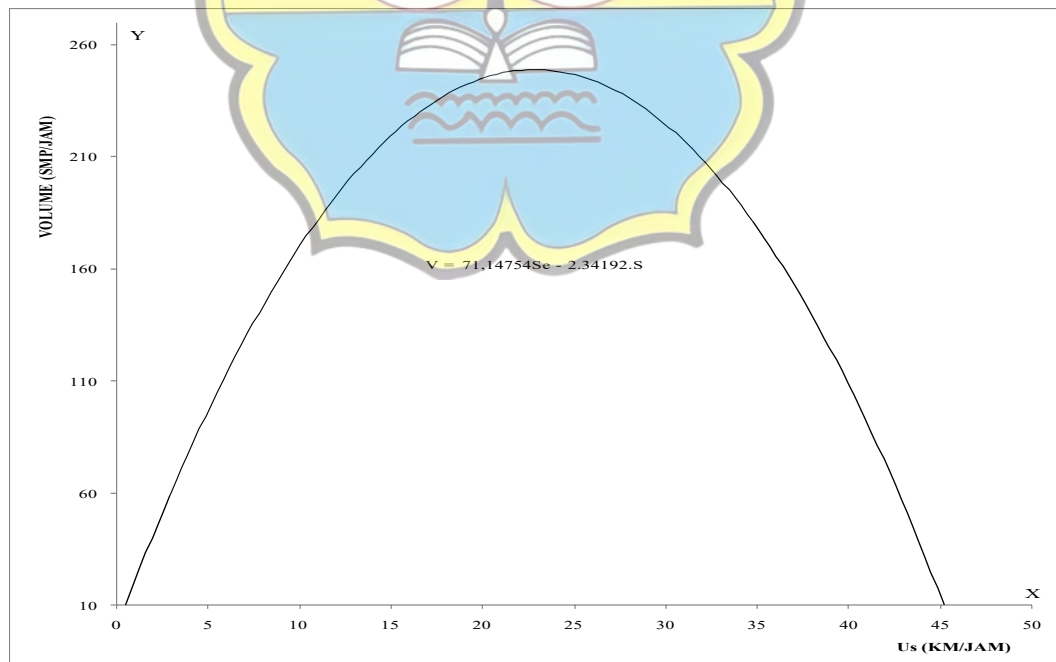


**Gambar 4.6 :** Grafik Hubungan Kecepatan - Kerapatan Model Greenberg

*Sumber : Data olahan, 2022*



**Gambar 4.7** : Grafik Hubungan Volume - Kerapatan Model Greenberg  
*Sumber : Data olahan, 2022*



**Gambar 4.8** : Grafik Hubungan Volume - Kecepatan Model Greenberg  
*Sumber : Data olahan, 2022*



Dari hasil grafik diatas didapat dari tabel lampiran V, Dengan menggunakan nilai B yang di hasilkan dari grafik di atas yaitu :  $-0.427\text{LnD}$ , dan nilai A yang di hasilkan dari grafik di atas yaitu : 30.38 dengan menggunakan nilai b yang dihasilkan  $b = \frac{1}{-0.427} = -2.34192$  dan menggunakan nilai  $c = \frac{30.38}{e^{0.427}} = 71.14754$  Maka dapat ditentukan hubungan matematis antarparameter sebagai berikut :

Hubungan kecepatan – kepadatan :  $S = 30.38 - 0.427\text{LnD}$

Hubungan volume – kepadatan :  $V = 30.38D - 0.427D\text{LnD}$

Hubungan volume – Kecepatan :  $V = 71.14754e^{-2.34192.S}$

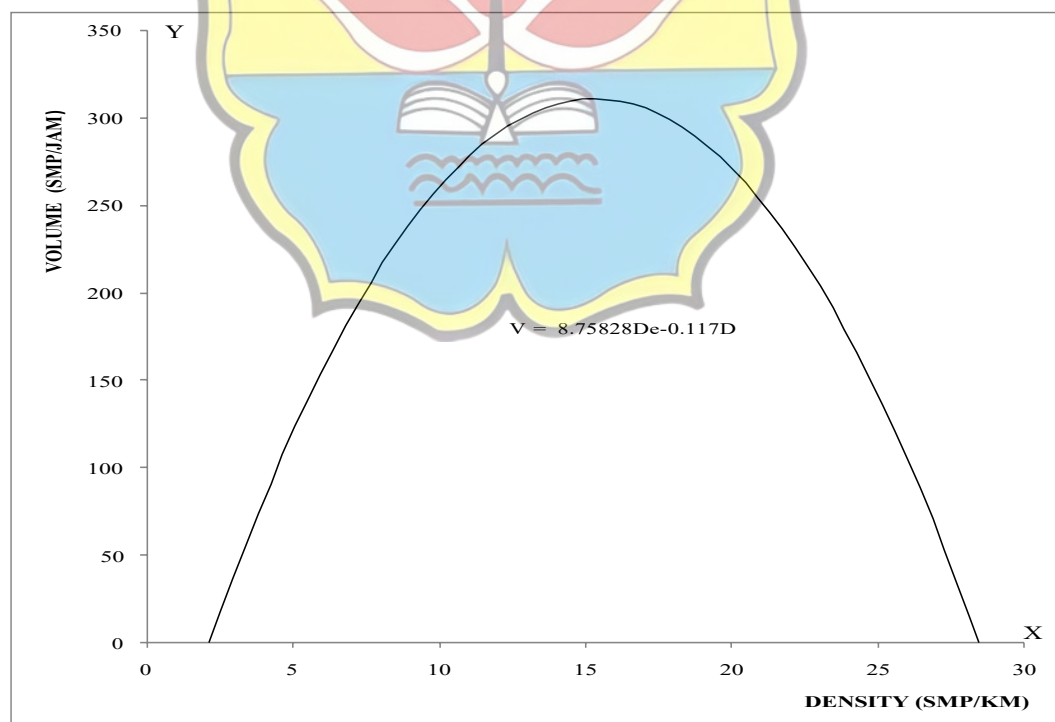
Maka volume maksimum dapat di hitung dengan menggunakan persamaan di atas maka didapat  $\frac{\partial V}{\partial D} = 0$  didapat  $D_m = e^{\ln C - 1} = 29.95300$  smp/km dengan memasukkan nilai  $D_m$  ke persamaan di atas akan di dapat nilai  $V_m = 12.78993$  smp/jam. Volume maksimum tersebut terjadi pada kondisi  $D_m = 29.9$  smp/km. Volume maksimum juga dapat dihitng dengan menggunakan persamaan di atas.

$\frac{\partial V}{\partial S} = 0$  didapat  $S_m = -\frac{1}{b} = 0.427$  km/jam .

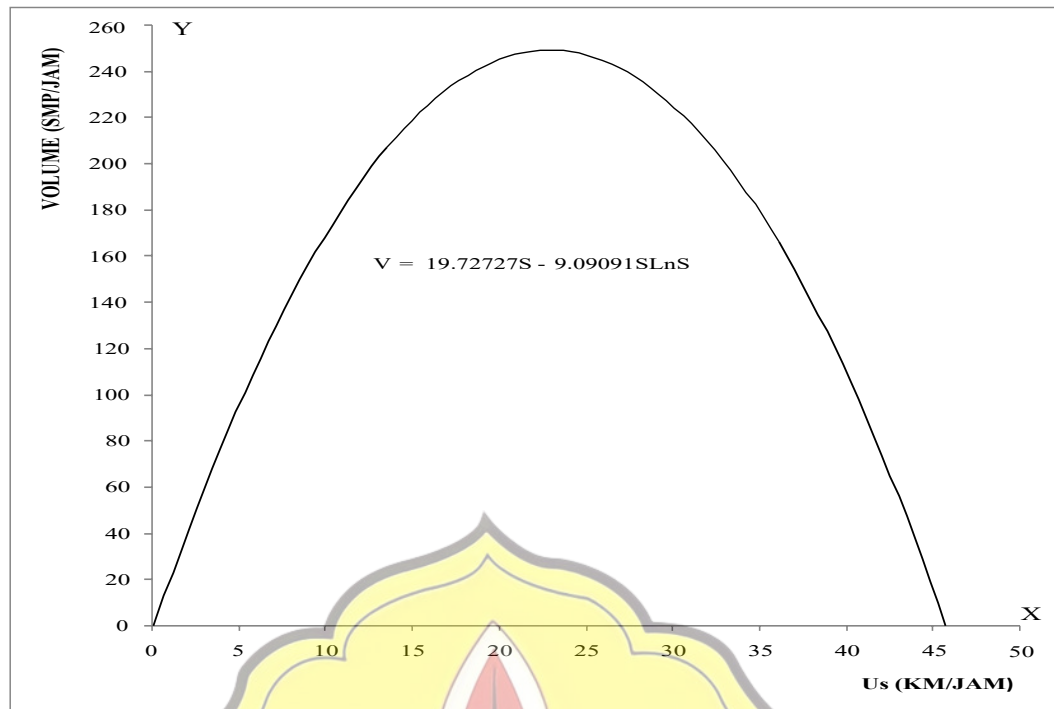
Dengan memasukkan nilai  $S_m$  ke persamaan  $V = 71.14754e^{-2.34192.S}$  akan didapat nilai  $V_m = 12.78993$  smp/jam. Volume maksimum tersebut terjadi pada kondisi  $S = 0.427$  km/jam. Dapat disimpulkan bahwa Volume maksimum  $V_m = 12.79$  smp/jam terjadi pada kondisi kepadatan  $D = 29.9$  smp/km yang bergerak dengan kecepatan  $S = 42.7$  km/jam.

### 4.2.3 Model Underwood

**Gambar 4.9 :** Grafik Hubungan Kecepatan - Kerapatan Model Underwood  
*Sumber : Data olahan, 2022*



**Gambar 4.10 :** Grafik Hubungan Volume - Kerapatan Model Underwood  
*Sumber : Data olahan, 2022*



**Gambar 4.11** : Grafik Hubungan Volume - Kecepatan Model Underwood

*Sumber : Data olahan, 2022*

Dari hasil grafik diatas didapat dari tabel lampiran VI, Dengan di dapat nilai B dari grafik di atas adalah  $B = 0.117$  dan didapat nilai A dari grafik diatas adalah  $A = 2.17$  Selanjutnya dihasilkan nilai  $Dm = \frac{1}{0.117} = 8.54701 \text{ smp/km}$  dan  $Sff = e^{2.17} = 8.75828 \text{ km/jam}$ . Dengan menggunakan nilai Sff dan Dm, maka dapat ditentukan hubungan matematis antarparameter sebagai berikut :

Hubungan antara kecepatan – kepadatan :  $\text{Ln}S = 2.17 - 0.117D$

Hubungan antara volume – kepadatan :  $V = 8.74828De^{-0.117D}$

Hubungan antara volume – kecepatan :  $V = 18.98377S^{-8.54701\text{Ln}S}$

Volume maksimum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan di

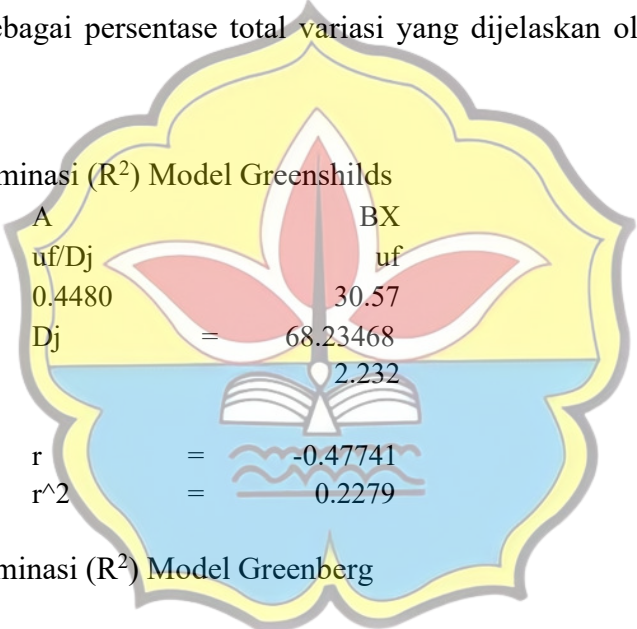
atas.  $\frac{\partial V}{\partial S} = 0$  didapat  $S_m = e^{(\text{Ln}8.75828)-1} = 3.22199 \text{ km/jam}$ . Dengan memasukkan

nilai  $D_m = 8.54701$  smp/km ke persamaan di atas atau nilai  $S_m = 3.22199$  km/jam ke persamaan di atas, maka akan didapat nilai  $V_m = 27.53838$  smp/jam. Volume maksimum tersebut terjadi pada kondisi kepadatan  $D = 85.47$  smp/km yang bergerak dengan kecepatan  $S = 32.2199$  km/jam.

### 4.3 Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien ini mempunyai batas limit sama dengan satu (perfect explanation) dan nol (no explanation). Nilai antara kedua batas limit ini ditafsirkan sebagai persentase total variasi yang dijelaskan oleh analisis regresi-linear.

#### 4.3.1 Determinasi ( $R^2$ ) Model Greenshilds



$$\begin{aligned} A &= \frac{uf/D_j}{D_j} = \frac{BX}{uf} \\ 0.4480 &= \frac{68.23468}{2.232} \\ r &= -0.47741 \\ r^2 &= 0.2279 \end{aligned}$$

#### 4.3.2 Determinasi ( $R^2$ ) Model Greenberg

$$\begin{aligned} r &= 0.996 & r^2 &= 0.99228 \\ \text{nilai a} &= 34.915 \\ \text{nilai b} &= -3.830 \\ \text{nilai k} &= -0.261 \\ \text{nilai c} &= 9106 \end{aligned}$$

#### 4.3.3 Determinasi ( $R^2$ ) Model Underwood

Persaman Dasar:

$$U = U_f \cdot \text{EXP}(-D/D_j)$$

$$\text{Ln } U = \text{Ln} (U_f \cdot \text{EXP}(-D/D_j)) = \text{Ln } U_f + \text{Ln} (\text{EXP}(-D/D_j))$$

$$Y = a + bX \text{ -----> Ln } U_s = \text{Ln } U_f + (-1/D_j) \cdot D$$

Ln Us	=	3.27	-0.0093	D
Uf = EXP (ln Uf)	=	26.44	0.0093	
Dm = Dj	=	107.53		
Ln Uf	=	3.27480231		
r	=	-0.994		
r <sup>2</sup>	=	0.98739		

**Tabel 4.2 : Hasil nilai resum R<sup>2</sup>**

Model	R <sup>2</sup>
Greenshield	0.22792
Greenberg	0.99228
Underwood	0.98739

*Sumber : Data olahan, 2022*

#### 4.4 Karakteristik Gelombang Kejut Pada Persimpangan Lampu Lalu Lintas

Gelombang kejut pada persimpangan berlampu lalu lintas dapat dianalisis apabila hubungan matematis antara arus kepadatan untuk lengan persimpangan telah diketahui dan kondisi arus lalu lintas telah ditemukan.

Untuk perhitungan gelombang kejut, digunakan hubungan matematis antara volume – kepadatan yang memiliki angka koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) tertinggi dari ketiga model tersebut. Diperoleh koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) tertinggi pada model Greenberg yaitu dengan nilai 0.22815

Hubungan Kecepatan - Kepadatan  $S = 30.38 - 0.428LnD$

Hubungan Volume - Kepadatan  $V = 39.51D - 22.08D \ln D$

Hubungan Volume - Kecepatan  $V = 9.123Se^{-0.04529}$

Pada saat kondisi arus atau volume D,  $V_D = 0$  smp/jam maka  $D_D = 0$  smp/km

kondisi saat arus atau volume maksimum ( $V_c$ ) didapat dengan menggunakan persamaan ( $V_c$ ) =  $39.51 \cdot 22.08 \cdot e^{-0.04529 \times 22.08} = 320,92993$  smp/jam.

Kondisi kepadatan maksimum ( $D_c$ ) didapat dengan menggunakan persamaan ( $D_c$ ) =  $e^{\ln 39.51 - 1} = 38.51000$  Pada saat kondisi arus atau volume B,  $V_B = 0$  smp/jam maka  $D_B = 39$

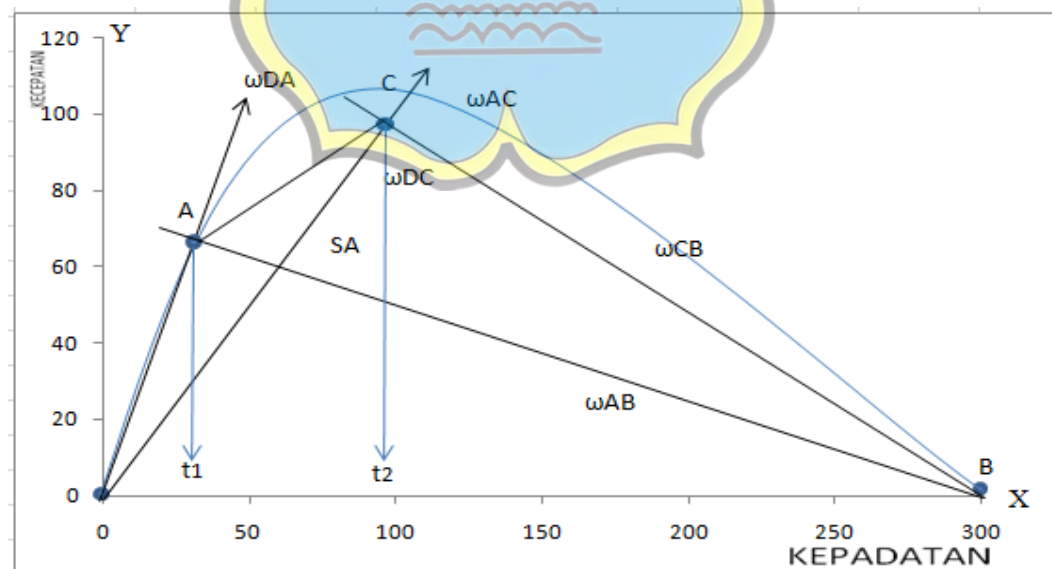
Untuk kondisi  $V_A$  diasumsi dari nilai nol (0) sampai volume maksimum terbesar :

$V_A = 281$  smp/jam,  $D_A = 11$

$V_C = 320.92993$  smp/jam,  $D_c = 38.51000$

$V_B = 0$  smp/jam,  $D_B = 39$

$V_D = 0$  smp/jam,  $D_D = 0$  smp/jam

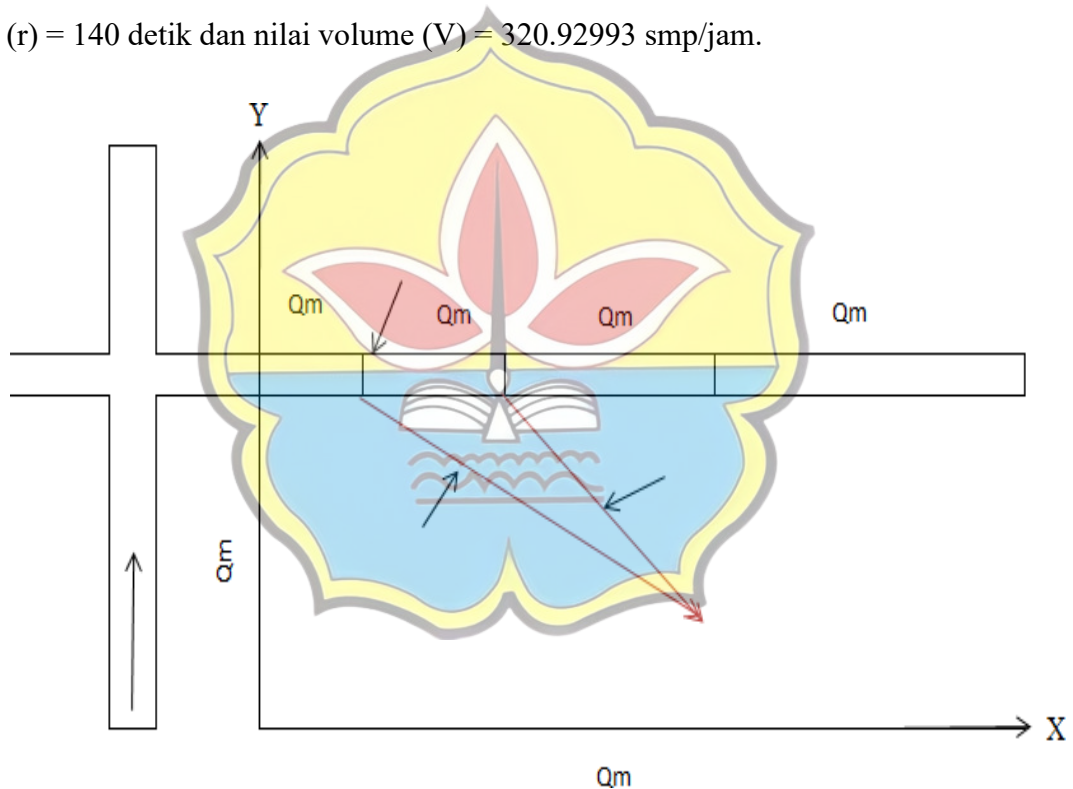


**Gambar 4.12** : Gelombang kejut dipersimpangan

*Sumber : Data olahan, 2022*



Digambar 4.12 dapat dilihat selama waktu antara  $t_1$  sampai dengan  $t_2$ , lampu hijau menyala sehingga arus lalu lintas pada lengan persimpangan bergerak melewati persimpangan ke arah hilir dengan kondisi arus lalu lintas pada garis henti (stop-line) perubahan menjadi kondisi B, sedangkan kondisi arus lalu lintas setelah persimpangan ke arah hilir pada kondisi D, tiga gelombang kejut yang terbentuk mulai  $t_1$  pada garis henti adalah  $\omega_{DA}$ ,  $\omega_{DB}$ , dan  $\omega_{AB}$  Jl. Simpang Sijenang Kecamatan Jambi Timur Kota Jambi dengan durasi efektif lampu merah ( $r$ ) = 140 detik dan nilai volume ( $V$ ) = 320.92993 smp/jam.



**Gambar 4.13** : Gelombang kejut pada persimpangan berlampu lalu lintas  
*Sumber : Data olahan, 2022*

$$\omega_{DA} = \omega_{DA} = \frac{V_A - V_D}{D_A - D_D} = \frac{281 - 0}{11 - DD} = 25.54545$$

Nilai positif berarti gelombang kejut gerak maju yang mengarah searah pergerakan lalu lintas.  $\omega_{DA}$  merupakan gelombang kejut gerak maju yang terjadi

didepan garis henti.  $\omega_{DB}$  merupakan gelombang kejut diam depan yang terjadi

$$\text{pada garis henti } \omega_{DB} = \frac{v_B - v_A}{DB - DA} = \frac{(0) - (0)}{(0) - (0)} = 0 \text{ km/jam} \quad \omega_{AB} = \frac{v_B - v_A}{DB - DA} -$$

$$\frac{0 - 281}{39 - 11} = -10.03571 \text{ km/jam}$$

Tanda negatif berarti gelombang kejut bergerak mundur kebelakang berlawanan arah dengan pergerakan arus lalu lintas.  $\omega_{AB}$  merupakan gelombang kejut mundur bentukan yang terjadi dibelakang garis henti.

Pada saat  $t_2$  dimana lampu berubah dari merah ke hijau, sebuah arus lalu lintas dengan kondisi baru akan terbentuk, yaitu arus lalu lintas pada kondisi C dimana arus lalu lintas pada garis henti akan meningkat dari 0 (nol) menjadi jenuh (saturated). Hal ini menyebabkan 2 (dua) gelombang kejut baru yaitu  $\omega_{CB}$ .

$$\omega_{DC} = \frac{v_C - v_D}{DC - DD} = \frac{320.92993 - 0}{38.51000 - 0} = 8.33368 \text{ km/jam}$$

$\omega_{DC}$  merupakan gelombang kejut gerak maju yang terjadi didepan garis henti.

$$\omega_{CB} = \frac{v_B - v_C}{DB - DC} = \frac{0 - 320.92993}{39 - 38.51000} = -6.5495904 \text{ km/jam}$$

$\omega_{CB}$  merupakan gelombang kejut mundur pemulihan yang terjadi di garis henti. Arus lalu lintas dengan kondisi D, C, B, dan S menerus terjadi sampai dengan  $\omega_{AB}$  dan  $\omega_{CB}$  mencapai  $t_3$ . Selang waktu antara  $t_2$  sampai  $t_3$  dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$t_3 - t_2 = r \left| \frac{\omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right| = 140 \left| \frac{-10.03571}{-6.5495904 - 10.03571} \right| = 84.71353 \text{ det}$$

Panjang antrian maksimum (QM) akan terjadi pada waktu  $t_3$  dan dapat dihitung dengan persamaan berikut dimana  $r$  adalah durasi efektif lampu merah (detik).

$$QM = \frac{t}{3600} \left| \frac{\omega_{CB} \cdot \omega_{AB}}{\omega_{CB} - \omega_{AB}} \right| = \frac{140}{3600} \cdot \left| \frac{6.5495904 \cdot 10.03571}{6.5495904 - 10.03571} \right| = -0.73324 \text{ km} = 733.2 \text{ m}$$

Ketika waktu  $t_3$  terbentuk 1 gelombang kejut baru yaitu : gelombang kejut gerak maju ( $\omega_{AC}$ ), sedangkan 2 gelombang kejut gerak mundur  $\omega_{AB}$  dan  $\omega_{CB}$  berakhir. Gelombang kejut  $\omega_{AC}$  dapat dihitung dengan persamaan :

$$\omega_{AC} = \frac{VC-VA}{DC-DA} = \frac{320.92993-281}{39-11} = 1.42607$$

Arus lalu lintas pada kondisi D,C, dan A terus terjadi sampai dengan  $t_5$ , yaitu pada saat lampu merah menyala. Di waktu  $t_4$ , gelombang kejut gerak maju ( $\omega_{AC}$ ) memotong garis henti berubah dari arus lalu lintas maksimum VC menjadi VA waktu antara mulainya lampu hijau ( $t_2$ ) sampai ( $t_4$ ) dapat dihitung dengan persamaan :

$$t_4-t_2 = \frac{r \cdot \omega_{AB}}{(\omega_{CB}-\omega_{AB})} \cdot \left| \frac{\omega_{CB}}{\omega_{AC}} + 1 \right| = \left| \frac{\left(\frac{-140}{3600}\right) \cdot (-10.03571)}{(-6.5495904) - (-10.03571)} \right| \left| \frac{-6.5495904}{1.42607} + 1 \right|$$

$$= 4.0222 \text{ detik}$$

$t_4-t_2 = T$  yaitu waktu penormalan, adalah total waktu antara sejak diberlakukan penormalan lajur hingga antrian berakhir.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 kesimpulan

1. Sesuai hasil analisa didapat hubungan matematis antara volume, kecepatan dan kepadatan yang ideal yaitu untuk model Greenberg diperoleh dari nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) tertinggi yaitu sebesar 0.99228

2. Dari hasil hubungan matematis diambil antara Volume dan Kepadatan pada model Greeberg untuk menganalisa panjang antrian menggunakan nilai gelombang kejut didapat volume maksimum (VM) adalah sebesar 320.92993 smp/jam, kepadatan maksimum (DM) sebesar 38,51000 smp/km dan diambil kondisi arus  $VA = 281$  smp/jam yang mengalami penundaan selama 140 detik didapat panjang antrian (QM) selama yaitu 733,2 meter dan waktu penormalan yang dibutuhkan adalah 4.0222 detik lebih kecil dari durasi lampu hijau yaitu 23 detik. Artinya pada saat lampu berubah dari hijau ke merah semua kendaraan yang mengantri telah melewati garis henti.

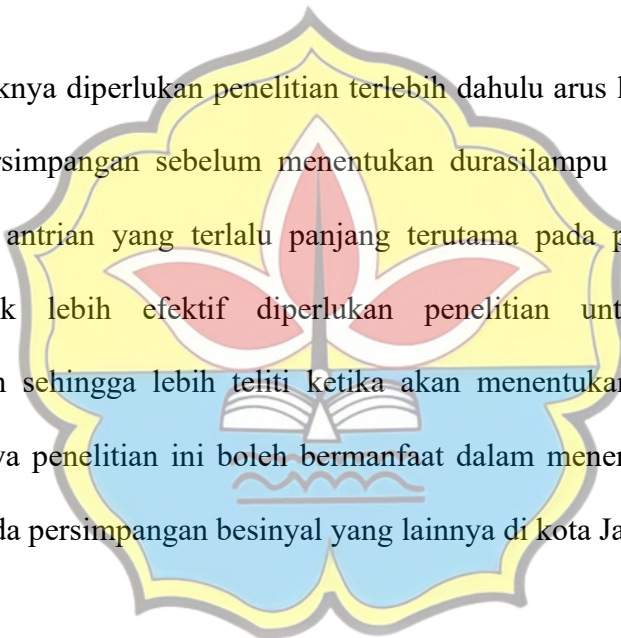
Bisa dilihat pada gambar 4.13 bahwa kinerja lampu lalu lintas sampai dibandingkan dengan kondisi arus  $VA = 281$  smp/jam mengalami panjang antrian  $VC = 320.92993$  meter dan memerlukan waktu penormalan selama  $\Omega DA = 25.54545$  detik lebih besar dari durasi lampu hijau 24 detik, artinya saat lampu hijau berubah menjadi merah tidak semua kendaraan yang mengantri telah melewati garis henti, masih ada beberapa kendaraan yang tertahan.

Dapat dilihat juga bahwa lama waktu penormalan sangat dipengaruhi oleh besarnya arus lalu lintas, lamanya waktu penundaan dan panjang antrian yang terjadi.

## 5.2 Saran

1. Perlu menambahkan durasi lampu hijau atau mengurangi durasi lampu merah sehingga semua kendaraan boleh melewati garis henti pada saat lampu hijau menyala.

2. Sebaiknya diperlukan penelitian terlebih dahulu arus lalu lintas yang akan melewati persimpangan sebelum menentukan durasi lampu lalu lintas sehingga tidak terjadi antrian yang terlalu panjang terutama pada persimpangan empat lengan untuk lebih efektif diperlukan penelitian untuk semua lengan persimpangan sehingga lebih teliti ketika akan menentukan durasi lampu lalu lintas. Kiranya penelitian ini boleh bermanfaat dalam menentukan durasi lampu lalu lintas pada persimpangan besinyal yang lainnya di kota Jambi.



## DAFTAR PUSTAKA

Marlien Helti Lidya Astri Bella Dan James A Timboeleng, Semuel Y. R. Rompis  
*Analisa Gelombang Kejut Persimpangan Bersinyal (Studi Kasus: Jl. 17 Agustus –  
Jl. Babe Palar)*. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Ir. Bernaldy., *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*. Republik

Retno Dwi Nurjanah, Agus Sumarsono., Amirotul MHM., *Studi  
Gelombang Kejut pada Simpang Bersinyal dengan menggunakan EMP atas dasar  
Analisa Headway*. Universitas Sebelas Maret, September 2015

James A. Timboeleng, *Analisa Gelombang Kejut Terhadap Karakteristik  
Arus Lalu Lintas di Jalan Walanda Maramis Bitung*. Universitas Sam Ratulangi,  
2013

Endri Saputro., *Studi Evaluasi Simpang Empat Bersinyal Jalan Adhiyaksa  
Kota Banjaemasin*. Universitas Islam Malang, 2013

Hidayati, *Sistem Transportasi dan Rekayasa Lalu Lintas*. Muhammadiyah  
University Press, 2018

Ofyar Z. *Tamin Perencanaan dan Pemodelan Transportasi Contoh Soal  
dan Aplikasi*. Penerbit ITB, 2003

*Pedoman Kapasitas jalan Indonesia.*, Kementrian Pekerjaan Umum, 2014

Bambang Irawan *Penuntun Praktis Perencanaan Jalan Raya*, Universitas  
IBN Khaldun Bogor, 2018

*Rekayasa Lalu-Lintas Edisi* , Prof.Ir.Leksmono SuryoPutranto,MT.Phd



LAMPIRAN I

SURVEY JUMLAH KENDARAAN  
WAKTU PAGI, SIANG, SORE ARAH BARAT

MC = 0,4  
LV = 1  
HV = 1,3

VOLUME KENDARAAN (Kend/Jam)				
NO	WAKTU	MC	LV	HV
1	07:00 - 07:05 WIB	9	6	6
2	07:05 - 07:10 WIB	10	6	7
3	07:10 - 07:15 WIB	11	5	8
4	07:15 - 07:20 WIB	8	6	6
5	07:20 - 07:25 WIB	9	5	5
6	07:25 - 07:30 WIB	6	6	8
7	07:30 - 07:35 WIB	5	5	9
8	07:35 - 07:40 WIB	12	6	5
9	07:40 - 07:45 WIB	11	5	4
10	07:45 - 07:50 WIB	10	6	6
11	07:50 - 07:55 WIB	16	6	7
12	07:55 - 08:00 WIB	15	5	8
13	08:00 - 08:05 WIB	13	6	8
14	08:05 - 08:10 WIB	12	7	8
15	08:10 - 08:15 WIB	10	6	9
16	08:15 - 08:20 WIB	13	5	9
17	08:20 - 08:25 WIB	14	7	7
18	08:25 - 08:30 WIB	9	6	6
19	08:30 - 08:35 WIB	8	5	5
20	08:35 - 08:40 WIB	9	7	7
21	08:40 - 08:45 WIB	8	6	8
22	08:45 - 08:50 WIB	18	6	7
23	08:50 - 08:55 WIB	19	5	9
24	08:55 - 09:00 WIB	17	7	6
1	11:00 - 11:05 WIB	16	6	8
2	11:05 - 11:10 WIB	18	5	9
3	11:10 - 11:15 WIB	17	4	7
4	11:15 - 11:20 WIB	17	5	7
5	11:20 - 11:25 WIB	18	6	8
6	11:25 - 11:30 WIB	10	5	9
7	11:30 - 11:35 WIB	11	4	9
8	11:35 - 11:40 WIB	9	6	8
9	11:40 - 11:45 WIB	8	5	6
10	11:45 - 11:50 WIB	9	4	7
11	11:50 - 11:55 WIB	10	6	8
12	11:55 - 12:00 WIB	13	5	9

VOLUME KENDARAAN (smp/Jam)					
NO	WAKTU	MC	LV	HV	VOLUME TOTAL
		X1	X2	X3	SMP/JAM
1	07:00 - 07:05 WIB	3,6	6	7,8	208,8
2	07:05 - 07:10 WIB	4	6	9,1	229,2
3	07:10 - 07:15 WIB	4,4	5	10,4	237,6
4	07:15 - 07:20 WIB	3,2	6	7,8	204
5	07:20 - 07:25 WIB	3,6	5	6,5	181,2
6	07:25 - 07:30 WIB	2,4	6	10,4	225,6
7	07:30 - 07:35 WIB	2	5	11,7	224,4
8	07:35 - 07:40 WIB	4,8	6	6,5	207,6
9	07:40 - 07:45 WIB	4,4	5	5,2	175,2
10	07:45 - 07:50 WIB	4	6	7,8	213,6
11	07:50 - 07:55 WIB	6,4	6	9,1	258
12	07:55 - 08:00 WIB	6	5	10,4	256,8
13	08:00 - 08:05 WIB	5,2	6	10,4	259,2
14	08:05 - 08:10 WIB	4,8	7	10,4	266,4
15	08:10 - 08:15 WIB	4	6	11,7	260,4
16	08:15 - 08:20 WIB	5,2	5	11,7	262,8
17	08:20 - 08:25 WIB	5,6	7	9,1	260,4
18	08:25 - 08:30 WIB	3,6	6	7,8	208,8
19	08:30 - 08:35 WIB	3,2	5	6,5	176,4
20	08:35 - 08:40 WIB	3,6	7	9,1	236,4
21	08:40 - 08:45 WIB	3,2	6	10,4	235,2
22	08:45 - 08:50 WIB	7,2	6	9,1	267,6
23	08:50 - 08:55 WIB	7,6	5	11,7	291,6
24	08:55 - 09:00 WIB	6,8	7	7,8	259,2
1	11:00 - 11:05 WIB	6,4	6	10,4	273,6
2	11:05 - 11:10 WIB	7,2	5	11,7	286,8
3	11:10 - 11:15 WIB	6,8	4	9,1	238,8
4	11:15 - 11:20 WIB	6,8	5	9,1	250,8
5	11:20 - 11:25 WIB	7,2	6	10,4	283,2
6	11:25 - 11:30 WIB	4	5	11,7	248,4
7	11:30 - 11:35 WIB	4,4	4	11,7	241,2
8	11:35 - 11:40 WIB	3,6	6	10,4	240
9	11:40 - 11:45 WIB	3,2	5	7,8	192
10	11:45 - 11:50 WIB	3,6	4	9,1	200,4
11	11:50 - 11:55 WIB	4	6	10,4	244,8
12	11:55 - 12:00 WIB	5,2	5	11,7	262,8

LANJUTAN LAMPIRAN 1

VOLUME KENDARAAN (Kend/Jam)				
NO	WAKTU	MC	LV	HV
13	12:00 -12:05 WIB	10	5	6
14	12:05 -12:10 WIB	11	7	8
15	12:10 -12:15 WIB	10	6	9
16	12:15 -12:20 WIB	12	6	7
17	12:20 -12:25 WIB	11	4	6
18	12:25 -12:30 WIB	9	6	8
19	12:30 -12:35 WIB	10	5	7
20	12:35 -12:40 WIB	18	5	9
21	12:40 -12:45 WIB	18	4	7
22	12:45 -12:50 WIB	17	6	8
23	12:50 -12:55 WIB	10	5	9
24	12:55 -13:00 WIB	18	4	8
1	16:00 - 16:05 WIB	17	6	6
2	16:05 - 16:10 WIB	19	5	8
3	16:10 - 16:15 WIB	18	4	9
4	16:15 - 16:20 WIB	12	5	7
5	16:20 - 16:25 WIB	13	7	9
6	16:25 - 16:30 WIB	14	6	8
7	16:30 - 16:35 WIB	15	5	8
8	16:35 - 16:40 WIB	13	7	9
9	16:40 - 16:45 WIB	12	4	8
10	16:45 - 16:50 WIB	14	7	7
11	16:50 - 16:55 WIB	15	5	7
12	16:55 - 17:00 WIB	11	6	8
13	17:00 - 17:05 WIB	10	5	9
14	17:05 - 17:10 WIB	9	4	7
15	17:10 - 17:15 WIB	9	6	8
16	17:15 - 17:20 WIB	19	5	9
17	17:20 - 17:25 WIB	14	7	6
18	17:25 - 17:30 WIB	13	6	7
19	17:30 - 17:35 WIB	12	3	8
20	17:35 - 17:40 WIB	11	4	9
21	17:40 - 17:45 WIB	15	5	7
22	17:45 - 17:50 WIB	16	6	5
23	17:50 - 17:55 WIB	13	5	6
24	17:55 - 18:00 WIB	12	4	7

VOLUME KENDARAAN (smp/Jam)					
NO	WAKTU	MC	LV	HV	VOLUME TOTAL
		X1	X2	X3	SMP/JAM
13	12:00 -12:05 WIB	4	5	7,8	201,6
14	12:05 -12:10 WIB	4,4	7	10,4	261,6
15	12:10 -12:15 WIB	4	6	11,7	260,4
16	12:15 -12:20 WIB	4,8	6	9,1	238,8
17	12:20 -12:25 WIB	4,4	4	7,8	194,4
18	12:25 -12:30 WIB	3,6	6	10,4	240
19	12:30 -12:35 WIB	4	5	9,1	217,2
20	12:35 -12:40 WIB	7,2	5	11,7	286,8
21	12:40 -12:45 WIB	7,2	4	9,1	243,6
22	12:45 -12:50 WIB	6,8	6	10,4	278,4
23	12:50 -12:55 WIB	4	5	11,7	248,4
24	12:55 -13:00 WIB	7,2	4	10,4	259,2
1	16:00 - 16:05 WIB	6,8	6	7,8	247,2
2	16:05 - 16:10 WIB	7,6	5	10,4	276
3	16:10 - 16:15 WIB	7,2	4	11,7	274,8
4	16:15 - 16:20 WIB	4,8	5	9,1	226,8
5	16:20 - 16:25 WIB	5,2	7	11,7	286,8
6	16:25 - 16:30 WIB	5,6	6	10,4	264
7	16:30 - 16:35 WIB	6	5	10,4	256,8
8	16:35 - 16:40 WIB	5,2	7	11,7	286,8
9	16:40 - 16:45 WIB	4,8	4	10,4	230,4
10	16:45 - 16:50 WIB	5,6	7	9,1	260,4
11	16:50 - 16:55 WIB	6	5	9,1	241,2
12	16:55 - 17:00 WIB	4,4	6	10,4	249,6
13	17:00 - 17:05 WIB	4	5	11,7	248,4
14	17:05 - 17:10 WIB	3,6	4	9,1	200,4
15	17:10 - 17:15 WIB	3,6	6	10,4	240
16	17:15 - 17:20 WIB	7,6	5	11,7	291,6
17	17:20 - 17:25 WIB	5,6	7	7,8	244,8
18	17:25 - 17:30 WIB	5,2	6	9,1	243,6
19	17:30 - 17:35 WIB	4,8	3	10,4	218,4
20	17:35 - 17:40 WIB	4,4	4	11,7	241,2
21	17:40 - 17:45 WIB	6	5	9,1	241,2
22	17:45 - 17:50 WIB	6,4	6	6,5	226,8
23	17:50 - 17:55 WIB	5,2	5	7,8	216
24	17:55 - 18:00 WIB	4,8	4	9,1	214,8

LAMPIRAN I

SURVEY JUMLAH KENDARAAN  
WAKTU PAGI, SIANG, SORE ARAH BARAT

MC	=	0,4
LV	=	1
HV	=	1,3

VOLUME KENDARAAN (Kend/Jam)				
NO	WAKTU	MC	LV	HV
1	07:00 - 07:05 WIB	9	6	6
2	07:05 - 07:10 WIB	10	6	7
3	07:10 - 07:15 WIB	11	5	8
4	07:15 - 07:20 WIB	8	6	6
5	07:20 - 07:25 WIB	9	5	5
6	07:25 - 07:30 WIB	6	6	8
7	07:30 - 07:35 WIB	5	5	9
8	07:35 - 07:40 WIB	12	6	5
9	07:40 - 07:45 WIB	11	5	4
10	07:45 - 07:50 WIB	10	6	6
11	07:50 - 07:55 WIB	16	6	7
12	07:55 - 08:00 WIB	15	5	8
13	08:00 - 08:05 WIB	13	6	8
14	08:05 - 08:10 WIB	12	7	8
15	08:10 - 08:15 WIB	10	6	9
16	08:15 - 08:20 WIB	13	5	9
17	08:20 - 08:25 WIB	14	7	7
18	08:25 - 08:30 WIB	9	6	6
19	08:30 - 08:35 WIB	8	5	5
20	08:35 - 08:40 WIB	9	7	7
21	08:40 - 08:45 WIB	8	6	8
22	08:45 - 08:50 WIB	18	6	7
23	08:50 - 08:55 WIB	19	5	9
24	08:55 - 09:00 WIB	17	7	6
1	11:00 - 11:05 WIB	16	6	8
2	11:05 - 11:10 WIB	18	5	9
3	11:10 - 11:15 WIB	17	4	7
4	11:15 - 11:20 WIB	17	5	7
5	11:20 - 11:25 WIB	18	6	8
6	11:25 - 11:30 WIB	10	5	9
7	11:30 - 11:35 WIB	11	4	9
8	11:35 - 11:40 WIB	9	6	8
9	11:40 - 11:45 WIB	8	5	6
10	11:45 - 11:50 WIB	9	4	7
11	11:50 - 11:55 WIB	10	6	8
12	11:55 - 12:00 WIB	13	5	9
13	12:00 - 12:05 WIB	10	5	6

VOLUME KENDARAAN (smp/Jam)					
NO	WAKTU	MC	LV	HV	VOLUME TOTAL
		X1	X2	X3	SMP/JAM
1	07:00 - 07:05 WIB	3,6	6	7,8	208,8
2	07:05 - 07:10 WIB	4	6	9,1	229,2
3	07:10 - 07:15 WIB	4,4	5	10,4	237,6
4	07:15 - 07:20 WIB	3,2	6	7,8	204
5	07:20 - 07:25 WIB	3,6	5	6,5	181,2
6	07:25 - 07:30 WIB	2,4	6	10,4	225,6
7	07:30 - 07:35 WIB	2	5	11,7	224,4
8	07:35 - 07:40 WIB	4,8	6	6,5	207,6
9	07:40 - 07:45 WIB	4,4	5	5,2	175,2
10	07:45 - 07:50 WIB	4	6	7,8	213,6
11	07:50 - 07:55 WIB	6,4	6	9,1	258
12	07:55 - 08:00 WIB	6	5	10,4	256,8
13	08:00 - 08:05 WIB	5,2	6	10,4	259,2
14	08:05 - 08:10 WIB	4,8	7	10,4	266,4
15	08:10 - 08:15 WIB	4	6	11,7	260,4
16	08:15 - 08:20 WIB	5,2	5	11,7	262,8
17	08:20 - 08:25 WIB	5,6	7	9,1	260,4
18	08:25 - 08:30 WIB	3,6	6	7,8	208,8
19	08:30 - 08:35 WIB	3,2	5	6,5	176,4
20	08:35 - 08:40 WIB	3,6	7	9,1	236,4
21	08:40 - 08:45 WIB	3,2	6	10,4	235,2
22	08:45 - 08:50 WIB	7,2	6	9,1	267,6
23	08:50 - 08:55 WIB	7,6	5	11,7	291,6
24	08:55 - 09:00 WIB	6,8	7	7,8	259,2
1	11:00 - 11:05 WIB	6,4	6	10,4	273,6
2	11:05 - 11:10 WIB	7,2	5	11,7	286,8
3	11:10 - 11:15 WIB	6,8	4	9,1	238,8
4	11:15 - 11:20 WIB	6,8	5	9,1	250,8
5	11:20 - 11:25 WIB	7,2	6	10,4	283,2
6	11:25 - 11:30 WIB	4	5	11,7	248,4
7	11:30 - 11:35 WIB	4,4	4	11,7	241,2
8	11:35 - 11:40 WIB	3,6	6	10,4	240
9	11:40 - 11:45 WIB	3,2	5	7,8	192
10	11:45 - 11:50 WIB	3,6	4	9,1	200,4
11	11:50 - 11:55 WIB	4	6	10,4	244,8
12	11:55 - 12:00 WIB	5,2	5	11,7	262,8
13	12:00 - 12:05 WIB	4	5	7,8	201,6

14	12:05 -12:10 WIB	11	7	8
15	12:10 -12:15 WIB	10	6	9
16	12:15 -12:20 WIB	12	6	7
17	12:20 -12:25 WIB	11	4	6
18	12:25 -12:30 WIB	9	6	8
19	12:30 -12:35 WIB	10	5	7
20	12:35 -12:40 WIB	18	5	9
21	12:40 -12:45 WIB	18	4	7
22	12:45 -12:50 WIB	17	6	8
23	12:50 -12:55 WIB	10	5	9
24	12:55 -13:00 WIB	18	4	8
1	16:00 - 16:05 WIB	17	6	6
2	16:05 - 16:10 WIB	19	5	8
3	16:10 - 16:15 WIB	18	4	9
4	16:15 - 16:20 WIB	12	5	7
5	16:20 - 16:25 WIB	13	7	9
6	16:25 - 16:30 WIB	14	6	8
7	16:30 - 16:35 WIB	15	5	8
8	16:35 - 16:40 WIB	13	7	9
9	16:40 - 16:45 WIB	12	4	8
10	16:45 - 16:50 WIB	14	7	7
11	16:50 - 16:55 WIB	15	5	7
12	16:55 - 17:00 WIB	11	6	8
13	17:00 - 17:05 WIB	10	5	9
14	17:05 - 17:10 WIB	9	4	7
15	17:10 - 17:15 WIB	9	6	8
16	17:15 - 17:20 WIB	19	5	9
17	17:20 - 17:25 WIB	14	7	6
18	17:25 - 17:30 WIB	13	6	7
19	17:30 - 17:35 WIB	12	3	8
20	17:35 - 17:40 WIB	11	4	9
21	17:40 - 17:45 WIB	15	5	7
22	17:45 - 17:50 WIB	16	6	5
23	17:50 - 17:55 WIB	13	5	6
24	17:55 - 18:00 WIB	12	4	7

14	12:05 -12:10 WIB	4,4	7	10,4	261,6
15	12:10 -12:15 WIB	4	6	11,7	260,4
16	12:15 -12:20 WIB	4,8	6	9,1	238,8
17	12:20 -12:25 WIB	4,4	4	7,8	194,4
18	12:25 -12:30 WIB	3,6	6	10,4	240
19	12:30 -12:35 WIB	4	5	9,1	217,2
20	12:35 -12:40 WIB	7,2	5	11,7	286,8
21	12:40 -12:45 WIB	7,2	4	9,1	243,6
22	12:45 -12:50 WIB	6,8	6	10,4	278,4
23	12:50 -12:55 WIB	4	5	11,7	248,4
24	12:55 -13:00 WIB	7,2	4	10,4	259,2
1	16:00 - 16:05 WIB	6,8	6	7,8	247,2
2	16:05 - 16:10 WIB	7,6	5	10,4	276
3	16:10 - 16:15 WIB	7,2	4	11,7	274,8
4	16:15 - 16:20 WIB	4,8	5	9,1	226,8
5	16:20 - 16:25 WIB	5,2	7	11,7	286,8
6	16:25 - 16:30 WIB	5,6	6	10,4	264
7	16:30 - 16:35 WIB	6	5	10,4	256,8
8	16:35 - 16:40 WIB	5,2	7	11,7	286,8
9	16:40 - 16:45 WIB	4,8	4	10,4	230,4
10	16:45 - 16:50 WIB	5,6	7	9,1	260,4
11	16:50 - 16:55 WIB	6	5	9,1	241,2
12	16:55 - 17:00 WIB	4,4	6	10,4	249,6
13	17:00 - 17:05 WIB	4	5	11,7	248,4
14	17:05 - 17:10 WIB	3,6	4	9,1	200,4
15	17:10 - 17:15 WIB	3,6	6	10,4	240
16	17:15 - 17:20 WIB	7,6	5	11,7	291,6
17	17:20 - 17:25 WIB	5,6	7	7,8	244,8
18	17:25 - 17:30 WIB	5,2	6	9,1	243,6
19	17:30 - 17:35 WIB	4,8	3	10,4	218,4
20	17:35 - 17:40 WIB	4,4	4	11,7	241,2
21	17:40 - 17:45 WIB	6	5	9,1	241,2
22	17:45 - 17:50 WIB	6,4	6	6,5	226,8
23	17:50 - 17:55 WIB	5,2	5	7,8	216
24	17:55 - 18:00 WIB	4,8	4	9,1	214,8

## KECEPATAN / DENSITY (KM/JAM)

NO	WAKTU	MC	LV	HV	Yi	Xi	KECEPATAN (KM/JAM)
		[1]	[2]	[3]	[4]=1+2+3	[5]=4/3600	[6]=5*1000
1	07:00 - 07:05 WIB	40,22	30,52	32,37	103,11	0,029	28,64
2	07:05 - 07:10 WIB	40,00	30,96	29,94	100,90	0,028	28,03
3	07:10 - 07:15 WIB	38,99	31,02	25,16	95,17	0,026	26,44
4	07:15 - 07:20 WIB	37,60	31,90	25,54	95,04	0,026	26,40
5	07:20 - 07:25 WIB	35,60	28,90	27,17	91,67	0,025	25,46
6	07:25 - 07:30 WIB	37,68	28,21	32,08	97,97	0,027	27,21
7	07:30 - 07:35 WIB	38,60	30,28	24,18	93,06	0,026	25,85
8	07:35 - 07:40 WIB	37,50	27,78	32,15	97,43	0,027	27,06
9	07:40 - 07:45 WIB	39,30	34,07	26,04	99,41	0,028	27,61
10	07:45 - 07:50 WIB	33,85	28,41	31,90	94,16	0,026	26,16
11	07:50 - 07:55 WIB	34,59	30,26	26,14	90,99	0,025	25,28
12	07:55 - 08:00 WIB	40,41	31,06	23,20	94,67	0,026	26,30
13	08:00 - 08:05 WIB	41,20	31,07	31,65	103,92	0,029	28,87
14	08:05 - 08:10 WIB	39,02	31,55	27,74	98,31	0,027	27,31
15	08:10 - 08:15 WIB	29,60	30,33	29,33	89,26	0,025	24,79
16	08:15 - 08:20 WIB	32,55	29,50	26,46	88,51	0,025	24,59
17	08:20 - 08:25 WIB	33,77	30,25	26,14	90,16	0,025	25,04
18	08:25 - 08:30 WIB	32,43	28,21	30,53	91,17	0,025	25,33
19	08:30 - 08:35 WIB	34,58	30,65	32,15	97,38	0,027	27,05
20	08:35 - 08:40 WIB	31,40	29,72	36,56	97,68	0,027	27,13
21	08:40 - 08:45 WIB	32,48	29,11	35,21	96,80	0,027	26,89
22	08:45 - 08:50 WIB	34,58	26,99	30,44	92,01	0,026	25,56
23	08:50 - 08:55 WIB	32,50	29,99	38,24	100,73	0,028	27,98
24	08:55 - 09:00 WIB	35,60	28,65	37,95	102,20	0,028	28,39
1	11:00 - 11:05 WIB	35,68	26,76	29,67	92,11	0,026	25,59
2	11:05 - 11:10 WIB	31,50	27,24	30,98	89,72	0,025	24,92
3	11:10 - 11:15 WIB	32,50	29,12	31,54	93,16	0,026	25,88
4	11:15 - 11:20 WIB	34,56	30,57	31,77	96,90	0,027	26,92
5	11:20 - 11:25 WIB	37,50	31,67	32,54	101,71	0,028	28,25
6	11:25 - 11:30 WIB	34,57	27,92	29,24	91,73	0,025	25,48
7	11:30 - 11:35 WIB	30,23	28,45	28,43	87,11	0,024	24,20
8	11:35 - 11:40 WIB	31,49	27,52	30,64	89,65	0,025	24,90
9	11:40 - 11:45 WIB	33,50	29,67	33,60	96,77	0,027	26,88
10	11:45 - 11:50 WIB	34,60	28,24	29,54	92,38	0,026	25,66
11	11:50 - 11:55 WIB	35,78	28,57	30,76	95,11	0,026	26,42
12	11:55 - 12:00 WIB	31,72	29,57	32,81	94,10	0,026	26,14

LANJUTAN LAMPIRAN II

NO	WAKTU	MC	LV	HV	Yi	Xi	KECEPATAN (KM/JAM)
		[1]	[2]	[3]	[4]=1+2+3	[5]=4/3600	[6]=5*1000
13	12:00 -12:05 WIB	29,10	31,11	30,62	90,83	0,025	25,23
14	12:05 -12:10 WIB	32,02	32,43	30,48	94,93	0,026	26,37
15	12:10 -12:15 WIB	32,60	29,33	29,14	91,07	0,025	25,30
16	12:15 -12:20 WIB	35,67	28,69	31,73	96,09	0,027	26,69
17	12:20 -12:25 WIB	36,89	29,55	33,19	99,63	0,028	27,68
18	12:25 -12:30 WIB	35,69	30,33	32,41	98,43	0,027	27,34
19	12:30 -12:35 WIB	34,68	30,56	32,17	97,41	0,027	27,06
20	12:35 -12:40 WIB	36,79	29,67	31,81	98,27	0,027	27,30
21	12:40 -12:45 WIB	31,59	31,32	29,16	92,07	0,026	25,58
22	12:45 -12:50 WIB	32,49	29,11	28,72	90,32	0,025	25,09
23	12:50 -12:55 WIB	32,60	32,02	29,59	94,21	0,026	26,17
24	12:55 -13:00 WIB	34,58	31,06	30,96	96,60	0,027	26,83
1	16:00 - 16:05 WIB	31,47	29,27	29	89,74	0,025	24,93
2	16:05 - 16:10 WIB	33,59	28,58	28,75	90,92	0,025	25,26
3	16:10 - 16:15 WIB	32,33	29,52	29,53	91,38	0,025	25,38
4	16:15 - 16:20 WIB	31,55	30,46	30,73	92,74	0,026	25,76
5	16:20 - 16:25 WIB	32,30	21,15	30,55	84,00	0,023	23,33
6	16:25 - 16:30 WIB	31,22	32,49	31,14	94,85	0,026	26,35
7	16:30 - 16:35 WIB	31,45	31,86	31,26	94,57	0,026	26,27
8	16:35 - 16:40 WIB	33,51	30,83	32,41	96,75	0,027	26,88
9	16:40 - 16:45 WIB	31,35	30,15	33,52	95,02	0,026	26,39
10	16:45 - 16:50 WIB	32,55	29,36	35,37	97,28	0,027	27,02
11	16:50 - 16:55 WIB	31,59	28,57	36,58	96,74	0,027	26,87
12	16:55 - 17:00 WIB	32,54	28,87	37,11	98,52	0,027	27,37
13	17:00 - 17:05 WIB	29,98	29,53	35,73	95,24	0,026	26,46
14	17:05 - 17:10 WIB	31,51	30,69	37,88	100,08	0,028	27,80
15	17:10 - 17:15 WIB	32,33	31,42	36,43	100,18	0,028	27,83
16	17:15 - 17:20 WIB	34,43	32,57	35,63	102,63	0,029	28,51
17	17:20 - 17:25 WIB	32,12	28,82	34,74	95,68	0,027	26,58
18	17:25 - 17:30 WIB	31,21	29,15	34,15	94,51	0,026	26,25
19	17:30 - 17:35 WIB	32,36	27,53	33,13	93,02	0,026	25,84
20	17:35 - 17:40 WIB	35,41	29,63	32,63	97,67	0,027	27,13
21	17:40 - 17:45 WIB	36,34	30,52	33,52	100,38	0,028	27,88
22	17:45 - 17:50 WIB	32,21	31,74	35,48	99,43	0,028	27,62
23	17:50 - 17:55 WIB	32,11	31,33	34,74	98,18	0,027	27,27
24	17:55 - 18:00 WIB	30,45	29,51	37,51	97,47	0,027	27,08



## KECEPATAN / DENSITY (KM/JAM)

NO	WAKTU	MC [1]	LV [2]	HV [3]	Yi [4]=1+2+3	Xi [5]=4/3600	KECEPATAN (KM/JAM) [6]=5*1000
1	07:00 - 07:05 WIB	40,22	30,52	32,37	103,11	0,029	28,64
2	07:05 - 07:10 WIB	40,00	30,96	29,94	100,90	0,028	28,03
3	07:10 - 07:15 WIB	38,99	31,02	25,16	95,17	0,026	26,44
4	07:15 - 07:20 WIB	37,60	31,90	25,54	95,04	0,026	26,40
5	07:20 - 07:25 WIB	35,60	28,90	27,17	91,67	0,025	25,46
6	07:25 - 07:30 WIB	37,68	28,21	32,08	97,97	0,027	27,21
7	07:30 - 07:35 WIB	38,60	30,28	24,18	93,06	0,026	25,85
8	07:35 - 07:40 WIB	37,50	27,78	32,15	97,43	0,027	27,06
9	07:40 - 07:45 WIB	39,30	34,07	26,04	99,41	0,028	27,61
10	07:45 - 07:50 WIB	33,85	28,41	31,90	94,16	0,026	26,16
11	07:50 - 07:55 WIB	34,59	30,26	26,14	90,99	0,025	25,28
12	07:55 - 08:00 WIB	40,41	31,06	23,20	94,67	0,026	26,30
13	08:00 - 08:05 WIB	41,20	31,07	31,65	103,92	0,029	28,87
14	08:05 - 08:10 WIB	39,02	31,55	27,74	98,31	0,027	27,31
15	08:10 - 08:15 WIB	29,60	30,33	29,33	89,26	0,025	24,79
16	08:15 - 08:20 WIB	32,55	29,50	26,46	88,51	0,025	24,59
17	08:20 - 08:25 WIB	33,77	30,25	26,14	90,16	0,025	25,04
18	08:25 - 08:30 WIB	32,43	28,21	30,53	91,17	0,025	25,33
19	08:30 - 08:35 WIB	34,58	30,65	32,15	97,38	0,027	27,05
20	08:35 - 08:40 WIB	31,40	29,72	36,56	97,68	0,027	27,13
21	08:40 - 08:45 WIB	32,48	29,11	35,21	96,80	0,027	26,89
22	08:45 - 08:50 WIB	34,58	26,99	30,44	92,01	0,026	25,56
23	08:50 - 08:55 WIB	32,50	29,99	38,24	100,73	0,028	27,98
24	08:55 - 09:00 WIB	35,60	28,65	37,95	102,20	0,028	28,39
1	11:00 - 11:05 WIB	35,68	26,76	29,67	92,11	0,026	25,59
2	11:05 - 11:10 WIB	31,50	27,24	30,98	89,72	0,025	24,92
3	11:10 - 11:15 WIB	32,50	29,12	31,54	93,16	0,026	25,88
4	11:15 - 11:20 WIB	34,56	30,57	31,77	96,90	0,027	26,92
5	11:20 - 11:25 WIB	37,50	31,67	32,54	101,71	0,028	28,25
6	11:25 - 11:30 WIB	34,57	27,92	29,24	91,73	0,025	25,48
7	11:30 - 11:35 WIB	30,23	28,45	28,43	87,11	0,024	24,20
8	11:35 - 11:40 WIB	31,49	27,52	30,64	89,65	0,025	24,90
9	11:40 - 11:45 WIB	33,50	29,67	33,60	96,77	0,027	26,88
10	11:45 - 11:50 WIB	34,60	28,24	29,54	92,38	0,026	25,66
11	11:50 - 11:55 WIB	35,78	28,57	30,76	95,11	0,026	26,42
12	11:55 - 12:00 WIB	31,72	29,57	32,81	94,10	0,026	26,14
13	12:00 - 12:05 WIB	29,10	31,11	30,62	90,83	0,025	25,23
14	12:05 - 12:10 WIB	32,02	32,43	30,48	94,93	0,026	26,37
15	12:10 - 12:15 WIB	32,60	29,33	29,14	91,07	0,025	25,30
16	12:15 - 12:20 WIB	35,67	28,69	31,73	96,09	0,027	26,69
17	12:20 - 12:25 WIB	36,89	29,55	33,19	99,63	0,028	27,68
18	12:25 - 12:30 WIB	35,69	30,33	32,41	98,43	0,027	27,34
19	12:30 - 12:35 WIB	34,68	30,56	32,17	97,41	0,027	27,06
20	12:35 - 12:40 WIB	36,79	29,67	31,81	98,27	0,027	27,30
21	12:40 - 12:45 WIB	31,59	31,32	29,16	92,07	0,026	25,58
22	12:45 - 12:50 WIB	32,49	29,11	28,72	90,32	0,025	25,09
23	12:50 - 12:55 WIB	32,60	32,02	29,59	94,21	0,026	26,17
24	12:55 - 13:00 WIB	34,58	31,06	30,96	96,60	0,027	26,83
1	16:00 - 16:05 WIB	31,47	29,27	29	89,74	0,025	24,93
2	16:05 - 16:10 WIB	33,59	28,58	28,75	90,92	0,025	25,26
3	16:10 - 16:15 WIB	32,33	29,52	29,53	91,38	0,025	25,38
4	16:15 - 16:20 WIB	31,55	30,46	30,73	92,74	0,026	25,76
5	16:20 - 16:25 WIB	32,30	21,15	30,55	84,00	0,023	23,33
6	16:25 - 16:30 WIB	31,22	32,49	31,14	94,85	0,026	26,35
7	16:30 - 16:35 WIB	31,45	31,86	31,26	94,57	0,026	26,27
8	16:35 - 16:40 WIB	33,51	30,83	32,41	96,75	0,027	26,88
9	16:40 - 16:45 WIB	31,35	30,15	33,52	95,02	0,026	26,39
10	16:45 - 16:50 WIB	32,55	29,36	35,37	97,28	0,027	27,02
11	16:50 - 16:55 WIB	31,59	28,57	36,58	96,74	0,027	26,87
12	16:55 - 17:00 WIB	32,54	28,87	37,11	98,52	0,027	27,37
13	17:00 - 17:05 WIB	29,98	29,53	35,73	95,24	0,026	26,46
14	17:05 - 17:10 WIB	31,51	30,69	37,88	100,08	0,028	27,80
15	17:10 - 17:15 WIB	32,33	31,42	36,43	100,18	0,028	27,83
16	17:15 - 17:20 WIB	34,43	32,57	35,63	102,63	0,029	28,51
17	17:20 - 17:25 WIB	32,12	28,82	34,74	95,68	0,027	26,58
18	17:25 - 17:30 WIB	31,21	29,15	34,15	94,51	0,026	26,25
19	17:30 - 17:35 WIB	32,36	27,53	33,13	93,02	0,026	25,84
20	17:35 - 17:40 WIB	35,41	29,63	32,63	97,67	0,027	27,13
21	17:40 - 17:45 WIB	36,34	30,52	33,52	100,38	0,028	27,88
22	17:45 - 17:50 WIB	32,21	31,74	35,48	99,43	0,028	27,62
23	17:50 - 17:55 WIB	32,11	31,33	34,74	98,18	0,027	27,27
24	17:55 - 18:00 WIB	30,45	29,51	37,51	97,47	0,027	27,08

## HUBUNGAN MATEMATIS VOLUME, KECEPATAN, DAN KEPADATAN LALU LINTAS

No	Waktu	Us (km/jam)	Volume (smp/jam)	Density (smp/km)	Ln D	Ln Us
1	07:00 - 07:05 WIB	28,64	208,8	7,290	1,987	3,355
2	07:05 - 07:10 WIB	28,03	229,2	8,178	2,101	3,333
3	07:10 - 07:15 WIB	26,44	237,6	8,988	2,196	3,275
4	07:15 - 07:20 WIB	26,40	204	7,727	2,045	3,273
5	07:20 - 07:25 WIB	25,46	181,2	7,116	1,962	3,237
6	07:25 - 07:30 WIB	27,21	225,6	8,290	2,115	3,304
7	07:30 - 07:35 WIB	25,85	224,4	8,681	2,161	3,252
8	07:35 - 07:40 WIB	27,06	207,6	7,671	2,037	3,298
9	07:40 - 07:45 WIB	27,61	175,2	6,345	1,848	3,318
10	07:45 - 07:50 WIB	26,16	213,6	8,167	2,100	3,264
11	07:50 - 07:55 WIB	25,28	258	10,208	2,323	3,230
12	07:55 - 08:00 WIB	26,30	256,8	9,765	2,279	3,269
13	08:00 - 08:05 WIB	28,87	259,2	8,979	2,195	3,363
14	08:05 - 08:10 WIB	27,31	266,4	9,755	2,278	3,307
15	08:10 - 08:15 WIB	24,79	260,4	10,502	2,352	3,211
16	08:15 - 08:20 WIB	24,59	262,8	10,689	2,369	3,202
17	08:20 - 08:25 WIB	25,04	260,4	10,398	2,342	3,221
18	08:25 - 08:30 WIB	25,33	208,8	8,245	2,110	3,232
19	08:30 - 08:35 WIB	27,05	176,4	6,521	1,875	3,298
20	08:35 - 08:40 WIB	27,13	236,4	8,713	2,165	3,301
21	08:40 - 08:45 WIB	26,89	235,2	8,747	2,169	3,292
22	08:45 - 08:50 WIB	25,56	267,6	10,470	2,349	3,241
23	08:50 - 08:55 WIB	27,98	291,6	10,422	2,344	3,332
24	08:55 - 09:00 WIB	28,39	259,2	9,130	2,212	3,346
1	11:00 - 11:05 WIB	25,59	273,6	10,693	2,370	3,242
2	11:05 - 11:10 WIB	24,92	286,8	11,508	2,443	3,216
3	11:10 - 11:15 WIB	25,88	238,8	9,228	2,222	3,253
4	11:15 - 11:20 WIB	26,92	250,8	9,318	2,232	3,293
5	11:20 - 11:25 WIB	28,25	283,2	10,024	2,305	3,341
6	11:25 - 11:30 WIB	25,48	248,4	9,749	2,277	3,238
7	11:30 - 11:35 WIB	24,20	241,2	9,968	2,299	3,186
8	11:35 - 11:40 WIB	24,90	240	9,637	2,266	3,215
9	11:40 - 11:45 WIB	26,88	192	7,143	1,966	3,291
10	11:45 - 11:50 WIB	25,66	200,4	7,809	2,055	3,245
11	11:50 - 11:55 WIB	26,42	244,8	9,266	2,226	3,274
12	11:55 - 12:00 WIB	26,14	262,8	10,054	2,308	3,263

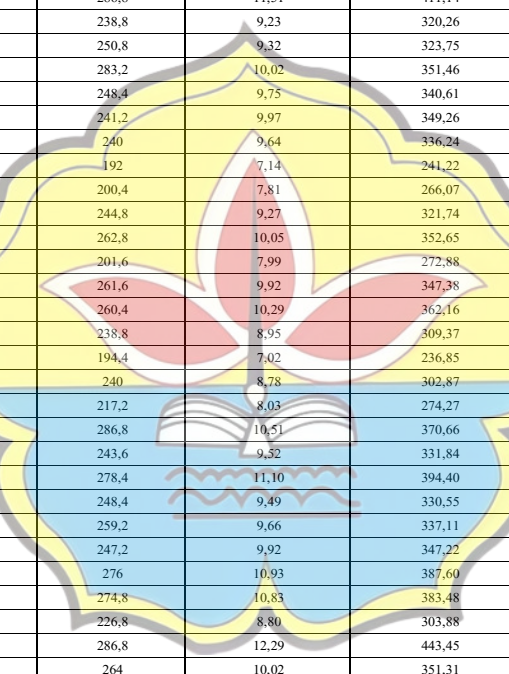
LANJUTAN LAMPIRAN III

No	Waktu	Us (km/jam)	Volume (smp/jam)	Density (smp/km)	Ln D	Ln Us
13	12:00 - 12:05 WIB	25,23	201,6	7,990	2,078	3,228
14	12:05 - 12:10 WIB	26,37	261,6	9,921	2,295	3,272
15	12:10 - 12:15 WIB	25,30	260,4	10,294	2,332	3,231
16	12:15 - 12:20 WIB	26,69	238,8	8,947	2,191	3,284
17	12:20 - 12:25 WIB	27,68	194,4	7,024	1,949	3,321
18	12:25 - 12:30 WIB	27,34	240	8,778	2,172	3,308
19	12:30 - 12:35 WIB	27,06	217,2	8,027	2,083	3,298
20	12:35 - 12:40 WIB	27,30	286,8	10,507	2,352	3,307
21	12:40 - 12:45 WIB	25,58	243,6	9,525	2,254	3,242
22	12:45 - 12:50 WIB	25,09	278,4	11,097	2,407	3,222
23	12:50 - 12:55 WIB	26,17	248,4	9,492	2,250	3,265
24	12:55 - 13:00 WIB	26,83	259,2	9,660	2,268	3,290
1	16:00 - 16:05 WIB	24,93	247,2	9,917	2,294	3,216
2	16:05 - 16:10 WIB	25,26	276	10,928	2,391	3,229
3	16:10 - 16:15 WIB	25,38	274,8	10,826	2,382	3,234
4	16:15 - 16:20 WIB	25,76	226,8	8,804	2,175	3,249
5	16:20 - 16:25 WIB	23,33	286,8	12,291	2,509	3,150
6	16:25 - 16:30 WIB	26,35	264	10,020	2,305	3,271
7	16:30 - 16:35 WIB	26,27	256,8	9,776	2,280	3,268
8	16:35 - 16:40 WIB	26,88	286,8	10,672	2,368	3,291
9	16:40 - 16:45 WIB	26,39	230,4	8,729	2,167	3,273
10	16:45 - 16:50 WIB	27,02	260,4	9,637	2,266	3,297
11	16:50 - 16:55 WIB	26,87	241,2	8,976	2,195	3,291
12	16:55 - 17:00 WIB	27,37	249,6	9,121	2,211	3,309
13	17:00 - 17:05 WIB	26,46	248,4	9,389	2,240	3,275
14	17:05 - 17:10 WIB	27,80	200,4	7,209	1,975	3,325
15	17:10 - 17:15 WIB	27,83	240	8,624	2,155	3,326
16	17:15 - 17:20 WIB	28,51	291,6	10,229	2,325	3,350
17	17:20 - 17:25 WIB	26,58	244,8	9,211	2,220	3,280
18	17:25 - 17:30 WIB	26,25	243,6	9,279	2,228	3,268
19	17:30 - 17:35 WIB	25,84	218,4	8,452	2,134	3,252
20	17:35 - 17:40 WIB	27,13	241,2	8,890	2,185	3,301
21	17:40 - 17:45 WIB	27,88	241,2	8,650	2,158	3,328
22	17:45 - 17:50 WIB	27,62	226,8	8,212	2,106	3,319
23	17:50 - 17:55 WIB	27,27	216	7,920	2,069	3,306
24	17:55 - 18:00 WIB	27,08	214,8	7,934	2,071	3,299

MODEL GREENSHIELD

No Data	Waktu	Us (km/jam)	Volume/V (smp/jam)	Density/ D (smp/km)	Vol Density	Vol-Us
1	07:00 - 07:05 WIB	28,64	208,8	7,29	246,68	3785,35
2	07:05 - 07:10 WIB	28,03	229,2	8,18	279,96	3665,82
3	07:10 - 07:15 WIB	26,44	237,6	8,99	310,96	3363,72
4	07:15 - 07:20 WIB	26,40	204	7,73	262,99	3357,00
5	07:20 - 07:25 WIB	25,46	181,2	7,12	240,23	3184,76
6	07:25 - 07:30 WIB	27,21	225,6	8,29	284,22	3509,93
7	07:30 - 07:35 WIB	25,85	224,4	8,68	299,15	3255,33
8	07:35 - 07:40 WIB	27,06	207,6	7,67	260,87	3481,52
9	07:40 - 07:45 WIB	27,61	175,2	6,34	212,00	3586,17
10	07:45 - 07:50 WIB	26,16	213,6	8,17	279,54	3311,65
11	07:50 - 07:55 WIB	25,28	258	10,21	358,75	3150,48
12	07:55 - 08:00 WIB	26,30	256,8	9,77	341,26	3337,90
13	08:00 - 08:05 WIB	28,87	259,2	8,98	310,63	3829,59
14	08:05 - 08:10 WIB	27,31	266,4	9,76	340,87	3527,87
15	08:10 - 08:15 WIB	24,79	260,4	10,50	370,49	3063,99
16	08:15 - 08:20 WIB	24,59	262,8	10,69	377,96	3026,81
17	08:20 - 08:25 WIB	25,04	260,4	10,40	366,30	3108,85
18	08:25 - 08:30 WIB	25,33	208,8	8,24	282,51	3159,54
19	08:30 - 08:35 WIB	27,05	176,4	6,52	218,42	3478,90
20	08:35 - 08:40 WIB	27,13	236,4	8,71	300,36	3494,66
21	08:40 - 08:45 WIB	26,89	235,2	8,75	301,69	3448,51
22	08:45 - 08:50 WIB	25,56	267,6	10,47	369,20	3201,96
23	08:50 - 08:55 WIB	27,98	291,6	10,42	367,26	3656,69
24	08:55 - 09:00 WIB	28,39	259,2	9,13	316,48	3735,93
1	11:00 - 11:05 WIB	25,59	273,6	10,69	378,14	3207,03
2	11:05 - 11:10 WIB	24,92	286,8	11,51	411,14	3086,88
3	11:10 - 11:15 WIB	25,88	238,8	9,23	320,26	3260,43
4	11:15 - 11:20 WIB	26,92	250,8	9,32	323,75	3453,74
5	11:20 - 11:25 WIB	28,25	283,2	10,02	351,46	3709,43
6	11:25 - 11:30 WIB	25,48	248,4	9,75	340,61	3187,79
7	11:30 - 11:35 WIB	24,20	241,2	9,97	349,26	2957,93
8	11:35 - 11:40 WIB	24,90	240	9,64	336,24	3083,39
9	11:40 - 11:45 WIB	26,88	192	7,14	241,22	3446,94
10	11:45 - 11:50 WIB	25,66	200,4	7,81	266,07	3220,72
11	11:50 - 11:55 WIB	26,42	244,8	9,27	321,74	3360,62
12	11:55 - 12:00 WIB	26,14	262,8	10,05	352,65	3308,56
13	12:00 - 12:05 WIB	25,23	201,6	7,99	272,88	3142,44
14	12:05 - 12:10 WIB	26,37	261,6	9,92	347,38	3351,32
15	12:10 - 12:15 WIB	25,30	260,4	10,29	362,16	3154,51
16	12:15 - 12:20 WIB	26,69	238,8	8,95	309,37	3411,46
17	12:20 - 12:25 WIB	27,68	194,4	7,02	236,85	3597,88
18	12:25 - 12:30 WIB	27,34	240	8,78	302,87	3534,21
19	12:30 - 12:35 WIB	27,06	217,2	8,03	274,27	3480,47
20	12:35 - 12:40 WIB	27,30	286,8	10,51	370,66	3525,75
21	12:40 - 12:45 WIB	25,58	243,6	9,32	331,84	3205,00
22	12:45 - 12:50 WIB	25,09	278,4	11,10	394,40	3116,86
23	12:50 - 12:55 WIB	26,17	248,4	9,49	330,55	3314,22
24	12:55 - 13:00 WIB	26,83	259,2	9,66	337,11	3438,05
1	16:00 - 16:05 WIB	24,93	247,2	9,92	347,22	3087,88
2	16:05 - 16:10 WIB	25,26	276	10,93	387,60	3146,96
3	16:10 - 16:15 WIB	25,38	274,8	10,83	383,48	3170,12
4	16:15 - 16:20 WIB	25,76	226,8	8,80	303,88	3239,02
5	16:20 - 16:25 WIB	23,33	286,8	12,29	443,45	2807,33
6	16:25 - 16:30 WIB	26,35	264	10,02	351,31	3347,18
7	16:30 - 16:35 WIB	26,27	256,8	9,78	341,67	3332,74
8	16:35 - 16:40 WIB	26,88	286,8	10,67	377,27	3445,89
9	16:40 - 16:45 WIB	26,39	230,4	8,73	301,00	3355,97
10	16:45 - 16:50 WIB	27,02	260,4	9,64	336,21	3473,65
11	16:50 - 16:55 WIB	26,87	241,2	8,98	310,50	3445,37
12	16:55 - 17:00 WIB	27,37	249,6	9,12	316,10	3538,97
13	17:00 - 17:05 WIB	26,46	248,4	9,39	326,54	3367,34
14	17:05 - 17:10 WIB	27,80	200,4	7,21	243,66	3621,89
15	17:10 - 17:15 WIB	27,83	240	8,62	296,99	3627,24
16	17:15 - 17:20 WIB	28,51	291,6	10,23	359,58	3759,25
17	17:20 - 17:25 WIB	26,58	244,8	9,21	319,59	3390,15
18	17:25 - 17:30 WIB	26,25	243,6	9,28	322,25	3329,65
19	17:30 - 17:35 WIB	25,84	218,4	8,45	290,41	3253,29
20	17:35 - 17:40 WIB	27,13	241,2	8,89	307,20	3494,14
21	17:40 - 17:45 WIB	27,88	241,2	8,65	297,98	3637,93
22	17:45 - 17:50 WIB	27,62	226,8	8,21	281,25	3587,24
23	17:50 - 17:55 WIB	27,27	216	7,92	270,23	3521,00
24	17:55 - 18:00 WIB	27,08	214,8	7,93	270,74	3483,62

A  
u/Dj  
0,4480  
Dj=  
  
r  
r<sup>2</sup>



## MODEL GREENBERG

No Data	Waktu	Us (km/jam)	Volume/V (smp/jam)	Density/D (smp/Km)	In D	Us- D	Vol- Density	Vol-Us
1	07:00 - 07:05 WIB	28,64	208,8	7,29	1,99	27,31	199,073	147,38
2	07:05 - 07:10 WIB	28,03	229,2	8,18	2,10	26,87	219,711	169,29
3	07:10 - 07:15 WIB	26,44	237,6	8,99	2,20	26,51	238,225	241,95
4	07:15 - 07:20 WIB	26,40	204	7,73	2,04	27,08	209,288	243,91
5	07:20 - 07:25 WIB	25,46	181,2	7,12	1,96	27,40	194,977	300,41
6	07:25 - 07:30 WIB	27,21	225,6	8,29	2,12	26,82	222,295	203,30
7	07:30 - 07:35 WIB	25,85	224,4	8,68	2,16	26,64	231,247	275,71
8	07:35 - 07:40 WIB	27,06	207,6	7,67	2,04	27,11	207,973	210,25
9	07:40 - 07:45 WIB	27,61	175,2	6,34	1,85	27,84	176,631	185,83
10	07:45 - 07:50 WIB	26,16	213,6	8,17	2,10	26,87	219,456	257,58
11	07:50 - 07:55 WIB	25,28	258	10,21	2,32	26,02	265,586	313,25
12	07:55 - 08:00 WIB	26,30	256,8	9,77	2,28	26,19	255,732	249,57
13	08:00 - 08:05 WIB	28,87	259,2	8,98	2,19	26,51	238,032	140,06
14	08:05 - 08:10 WIB	27,31	266,4	9,76	2,28	26,19	255,508	199,03
15	08:10 - 08:15 WIB	24,79	260,4	10,50	2,35	25,91	272,107	348,38
16	08:15 - 08:20 WIB	24,59	262,8	10,69	2,37	25,84	276,221	364,76
17	08:20 - 08:25 WIB	25,04	260,4	10,40	2,34	25,95	269,791	329,65
18	08:25 - 08:30 WIB	25,33	208,8	8,24	2,11	26,84	221,258	309,80
19	08:30 - 08:35 WIB	27,05	176,4	6,52	1,88	27,73	180,862	210,91
20	08:35 - 08:40 WIB	27,13	236,4	8,71	2,16	26,62	231,969	207,00
21	08:40 - 08:45 WIB	26,89	235,2	8,75	2,17	26,61	232,757	218,66
22	08:45 - 08:50 WIB	25,56	267,6	10,47	2,35	25,92	271,397	294,17
23	08:50 - 08:55 WIB	27,98	291,6	10,42	2,34	25,94	270,322	171,10
24	08:55 - 09:00 WIB	28,39	259,2	9,13	2,21	26,45	241,455	156,04
1	11:00 - 11:05 WIB	25,59	273,6	10,69	2,37	25,84	276,317	292,37
2	11:05 - 11:10 WIB	24,92	286,8	11,51	2,44	25,56	294,128	338,68
3	11:10 - 11:15 WIB	25,88	238,8	9,23	2,22	26,40	243,662	274,02
4	11:15 - 11:20 WIB	26,92	250,8	9,32	2,23	26,37	245,684	217,30
5	11:20 - 11:25 WIB	28,25	283,2	10,02	2,30	26,09	261,499	160,91
6	11:25 - 11:30 WIB	25,48	248,4	9,75	2,28	26,19	255,359	299,30
7	11:30 - 11:35 WIB	24,20	241,2	9,97	2,30	26,11	260,258	397,36
8	11:35 - 11:40 WIB	24,90	240	9,64	2,27	26,24	252,871	340,14
9	11:40 - 11:45 WIB	26,88	192	7,14	1,97	27,39	195,607	219,07
10	11:45 - 11:50 WIB	25,66	200,4	7,81	2,06	27,04	211,198	287,54
11	11:50 - 11:55 WIB	26,42	244,8	9,27	2,23	26,39	244,517	242,86
12	11:55 - 12:00 WIB	26,14	262,8	10,05	2,31	26,08	262,171	258,54
13	12:00 - 12:05 WIB	25,23	201,6	7,99	2,08	26,96	215,388	316,35
14	12:05 - 12:10 WIB	26,37	261,6	9,92	2,29	26,13	259,199	245,58
15	12:10 - 12:15 WIB	25,30	260,4	10,29	2,33	25,99	267,491	311,71
16	12:15 - 12:20 WIB	26,69	238,8	8,95	2,19	26,52	237,293	228,52
17	12:20 - 12:25 WIB	27,68	194,4	7,02	1,95	27,45	192,817	183,29
18	12:25 - 12:30 WIB	27,34	240	8,78	2,17	26,60	233,456	197,55
19	12:30 - 12:35 WIB	27,06	217,2	8,03	2,08	26,94	216,239	210,51
20	12:35 - 12:40 WIB	27,30	286,8	10,51	2,35	25,91	272,200	199,53
21	12:40 - 12:45 WIB	25,58	243,6	9,52	2,25	26,28	250,347	293,09
22	12:45 - 12:50 WIB	25,09	278,4	11,10	2,41	25,70	285,164	326,43
23	12:50 - 12:55 WIB	26,17	248,4	9,49	2,25	26,30	249,607	256,78
24	12:55 - 13:00 WIB	26,83	259,2	9,66	2,27	26,23	253,368	221,39
1	16:00 - 16:05 WIB	24,93	247,2	9,92	2,29	26,13	259,112	338,27
2	16:05 - 16:10 WIB	25,26	276	10,93	2,39	25,76	281,479	314,60
3	16:10 - 16:15 WIB	25,38	274,8	10,83	2,38	25,79	279,234	305,82
4	16:15 - 16:20 WIB	25,76	226,8	8,80	2,18	26,58	234,051	281,22
5	16:20 - 16:25 WIB	23,33	286,8	12,29	2,51	25,31	311,056	480,13
6	16:25 - 16:30 WIB	26,35	264	10,02	2,30	26,09	261,415	246,80
7	16:30 - 16:35 WIB	26,27	256,8	9,78	2,28	26,18	255,963	251,12
8	16:35 - 16:40 WIB	26,88	286,8	10,67	2,37	25,85	275,840	219,34
9	16:40 - 16:45 WIB	26,39	230,4	8,73	2,17	26,62	232,347	244,21
10	16:45 - 16:50 WIB	27,02	260,4	9,64	2,27	26,24	252,850	212,22
11	16:50 - 16:55 WIB	26,87	241,2	8,98	2,19	26,51	237,955	219,47
12	16:55 - 17:00 WIB	27,37	249,6	9,12	2,21	26,45	241,234	196,44
13	17:00 - 17:05 WIB	26,46	248,4	9,39	2,24	26,34	247,298	240,91
14	17:05 - 17:10 WIB	27,80	200,4	7,21	1,98	27,35	197,159	178,20
15	17:10 - 17:15 WIB	27,83	240	8,62	2,15	26,66	229,960	177,09
16	17:15 - 17:20 WIB	28,51	291,6	10,23	2,33	26,01	266,049	151,89
17	17:20 - 17:25 WIB	26,58	244,8	9,21	2,22	26,41	243,271	234,42
18	17:25 - 17:30 WIB	26,25	243,6	9,28	2,23	26,38	244,813	252,06
19	17:30 - 17:35 WIB	25,84	218,4	8,45	2,13	26,74	226,024	276,40
20	17:35 - 17:40 WIB	27,13	241,2	8,89	2,18	26,55	236,015	207,13
21	17:40 - 17:45 WIB	27,88	241,2	8,65	2,16	26,65	230,550	174,89
22	17:45 - 17:50 WIB	27,62	226,8	8,21	2,11	26,85	220,494	185,59
23	17:50 - 17:55 WIB	27,27	216	7,92	2,07	26,99	213,764	200,65
24	17:55 - 18:00 WIB	27,08	214,8	7,93	2,07	26,98	214,074	209,73



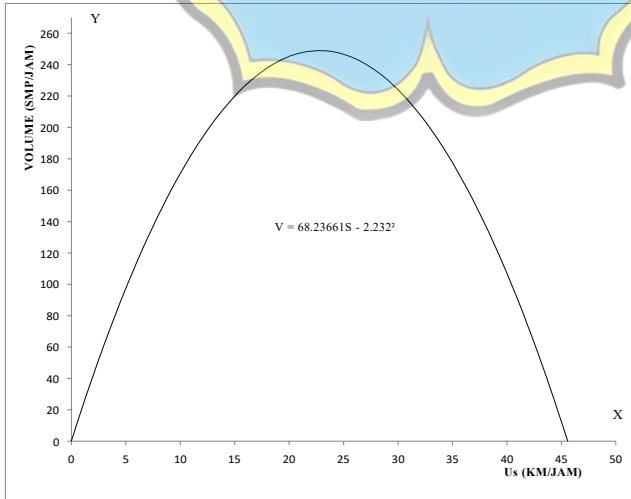
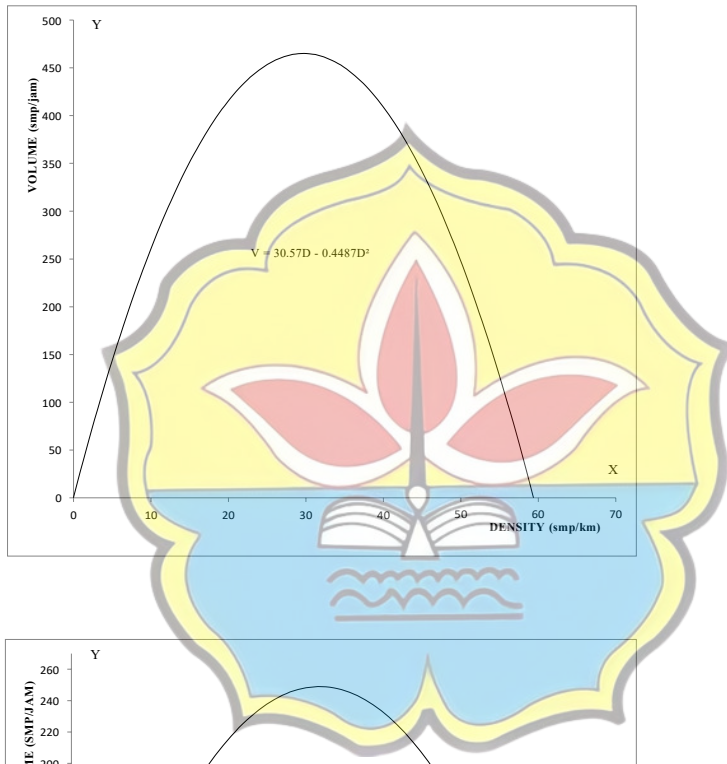
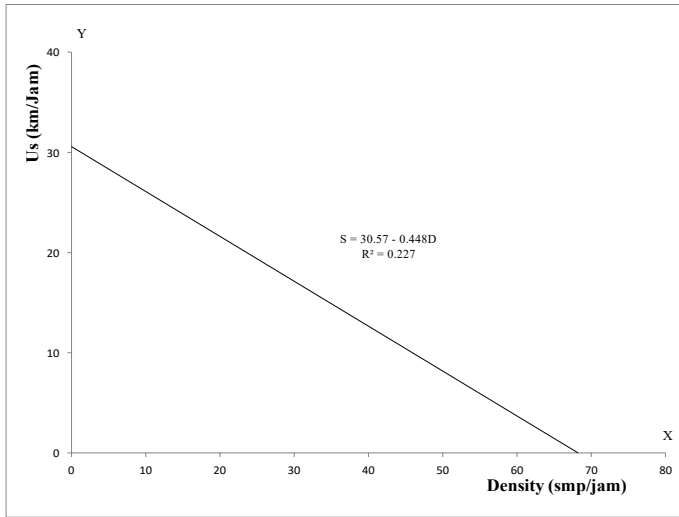
## MODEL UNDERWOOD

No Data	Waktu	Us (km/jam)	Volume/V smp/jam	Density/D (smp/km)	In US	Us- D	V-D	Vol-Us
1	07:00 - 07:05 WIB	28,64	208,8	7,29	3,35	24,70	180,10	33835,70
2	07:05 - 07:10 WIB	28,03	229,2	8,18	3,33	24,50	200,37	32896,65
3	07:10 - 07:15 WIB	26,44	237,6	8,99	3,27	24,32	218,56	30484,24
4	07:15 - 07:20 WIB	26,40	204	7,73	3,27	24,60	190,13	30429,89
5	07:20 - 07:25 WIB	25,46	181,2	7,12	3,24	24,75	176,08	29027,17
6	07:25 - 07:30 WIB	27,21	225,6	8,29	3,30	24,48	202,91	31658,98
7	07:30 - 07:35 WIB	25,85	224,4	8,68	3,25	24,39	211,70	29604,29
8	07:35 - 07:40 WIB	27,06	207,6	7,67	3,30	24,62	188,84	31431,81
9	07:40 - 07:45 WIB	27,61	175,2	6,34	3,32	24,92	158,13	32266,20
10	07:45 - 07:50 WIB	26,16	213,6	8,17	3,26	24,50	200,12	30062,45
11	07:50 - 07:55 WIB	25,28	258	10,21	3,23	24,04	245,43	28745,58
12	07:55 - 08:00 WIB	26,30	256,8	9,77	3,27	24,14	235,76	30275,30
13	08:00 - 08:05 WIB	28,87	259,2	8,98	3,36	24,32	218,37	34181,04
14	08:05 - 08:10 WIB	27,31	266,4	9,76	3,31	24,15	235,54	31802,17
15	08:10 - 08:15 WIB	24,79	260,4	10,50	3,21	23,98	251,82	28031,44
16	08:15 - 08:20 WIB	24,59	262,8	10,69	3,20	23,94	255,85	27722,85
17	08:20 - 08:25 WIB	25,04	260,4	10,20	3,22	23,78	245,26	28402,55
18	08:25 - 08:30 WIB	25,33	208,8	8,24	3,23	24,49	201,89	28820,07
19	08:30 - 08:35 WIB	27,05	176,4	6,52	3,30	24,88	162,26	31410,79
20	08:35 - 08:40 WIB	27,13	236,4	8,71	3,30	24,38	212,41	31536,95
21	08:40 - 08:45 WIB	26,89	235,2	8,75	3,29	24,37	213,19	31167,14
22	08:45 - 08:50 WIB	25,56	267,6	10,47	3,24	23,99	251,13	29168,14
23	08:50 - 08:55 WIB	27,98	291,6	10,42	3,33	24,00	250,07	32824,61
24	08:55 - 09:00 WIB	28,39	259,2	9,13	3,35	24,29	221,74	33448,46
1	11:00 - 11:05 WIB	25,59	273,6	10,69	3,24	23,94	255,95	29209,63
2	11:05 - 11:10 WIB	24,92	286,8	11,51	3,22	23,75	273,36	28221,01
3	11:10 - 11:15 WIB	25,88	238,8	9,23	3,25	24,26	223,91	29645,89
4	11:15 - 11:20 WIB	26,92	250,8	9,32	3,29	24,24	225,89	31209,13
5	11:20 - 11:25 WIB	28,25	283,2	10,02	3,34	24,08	241,42	33240,28
6	11:25 - 11:30 WIB	25,48	248,4	9,75	3,24	24,15	235,39	29052,04
7	11:30 - 11:35 WIB	24,20	241,2	9,97	3,19	24,10	240,20	27148,50
8	11:35 - 11:40 WIB	24,90	240	9,64	3,21	24,17	232,95	28192,15
9	11:40 - 11:45 WIB	26,88	192	7,14	3,29	24,74	176,70	31154,55
10	11:45 - 11:50 WIB	25,66	200,4	7,81	3,24	24,59	192,00	29321,70
11	11:50 - 11:55 WIB	26,42	244,8	9,27	3,27	24,26	224,75	30459,15
12	11:55 - 12:00 WIB	26,14	262,8	10,05	3,26	24,08	242,08	30037,43
13	12:00 - 12:05 WIB	25,23	201,6	7,99	3,23	24,54	196,12	28679,39
14	12:05 - 12:10 WIB	26,37	261,6	9,92	3,27	24,11	239,16	30383,92
15	12:10 - 12:15 WIB	25,30	260,4	10,29	3,23	24,02	247,30	28778,68
16	12:15 - 12:20 WIB	26,69	238,8	8,95	3,28	24,33	217,65	30869,35
17	12:20 - 12:25 WIB	27,68	194,4	7,02	3,32	24,77	173,97	32359,15
18	12:25 - 12:30 WIB	27,34	240	8,78	3,31	24,37	213,88	31852,73
19	12:30 - 12:35 WIB	27,06	217,2	8,03	3,30	24,54	196,95	31423,40
20	12:35 - 12:40 WIB	27,30	286,8	10,51	3,31	23,98	251,91	31785,32
21	12:40 - 12:45 WIB	25,58	243,6	9,52	3,24	24,20	230,47	29193,04
22	12:45 - 12:50 WIB	25,09	278,4	11,10	3,22	23,85	264,61	28468,62
23	12:50 - 12:55 WIB	26,17	248,4	9,49	3,26	24,20	229,75	30083,31
24	12:55 - 13:00 WIB	26,83	259,2	9,66	3,29	24,17	233,44	31083,20
1	16:00 - 16:05 WIB	24,93	247,2	9,92	3,22	24,11	239,08	28229,25
2	16:05 - 16:10 WIB	25,26	276	10,93	3,23	23,88	261,00	28716,62
3	16:10 - 16:15 WIB	25,38	274,8	10,83	3,23	23,91	258,80	28907,02
4	16:15 - 16:20 WIB	25,76	226,8	8,80	3,25	24,36	214,46	29471,25
5	16:20 - 16:25 WIB	23,33	286,8	12,29	3,15	23,58	289,86	25880,54
6	16:25 - 16:30 WIB	26,35	264	10,02	3,27	24,09	241,34	30350,49
7	16:30 - 16:35 WIB	26,27	256,8	9,78	3,27	24,14	235,99	30233,55
8	16:35 - 16:40 WIB	26,88	286,8	10,67	3,29	23,94	255,48	31146,15
9	16:40 - 16:45 WIB	26,39	230,4	8,73	3,27	24,38	212,79	30421,53
10	16:45 - 16:50 WIB	27,02	260,4	9,64	3,30	24,17	232,93	31368,76
11	16:50 - 16:55 WIB	26,87	241,2	8,98	3,29	24,32	218,30	31141,96
12	16:55 - 17:00 WIB	27,37	249,6	9,12	3,31	24,29	221,52	31890,66
13	17:00 - 17:05 WIB	26,46	248,4	9,39	3,28	24,23	227,48	30513,51
14	17:05 - 17:10 WIB	27,80	200,4	7,21	3,33	24,72	178,22	32549,42
15	17:10 - 17:15 WIB	27,83	240	8,62	3,33	24,40	210,44	32591,73
16	17:15 - 17:20 WIB	28,51	291,6	10,23	3,35	24,04	245,88	33631,35
17	17:20 - 17:25 WIB	26,58	244,8	9,21	3,28	24,27	223,52	30697,62
18	17:25 - 17:30 WIB	26,25	243,6	9,28	3,27	24,25	225,04	30208,50
19	17:30 - 17:35 WIB	25,84	218,4	8,45	3,25	24,44	206,57	29587,66
20	17:35 - 17:40 WIB	27,13	241,2	8,89	3,30	24,34	216,39	31532,74
21	17:40 - 17:45 WIB	27,88	241,2	8,65	3,33	24,39	211,02	32676,38
22	17:45 - 17:50 WIB	27,62	226,8	8,21	3,32	24,49	201,14	32274,65
23	17:50 - 17:55 WIB	27,27	216	7,92	3,31	24,56	194,52	31747,41
24	17:55 - 18:00 WIB	27,08	214,8	7,93	3,30	24,56	194,83	31448,63

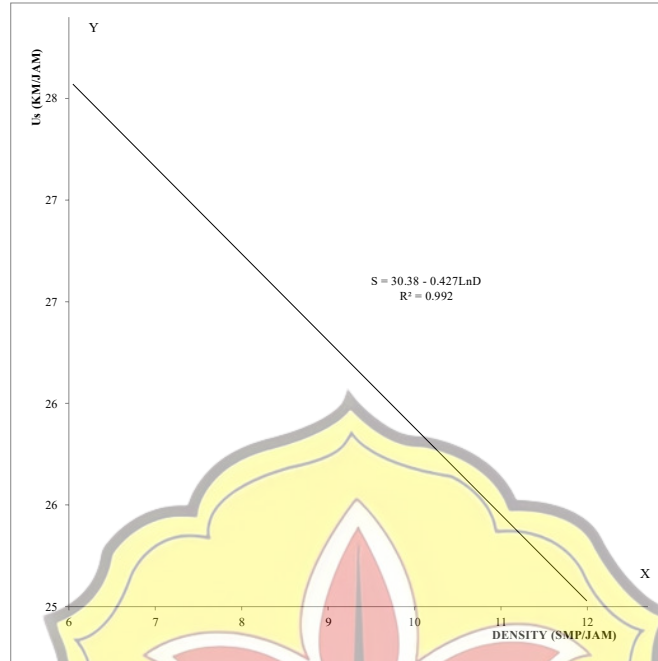


BX  
 uf  
 30,57  
 68,23468  
 2,232  
 = -0,47741  
 = 0,2279233

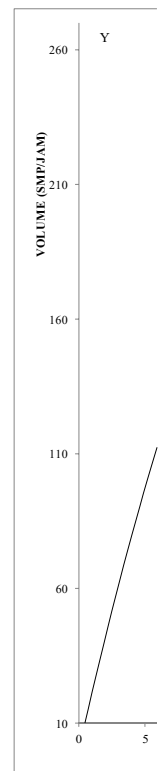
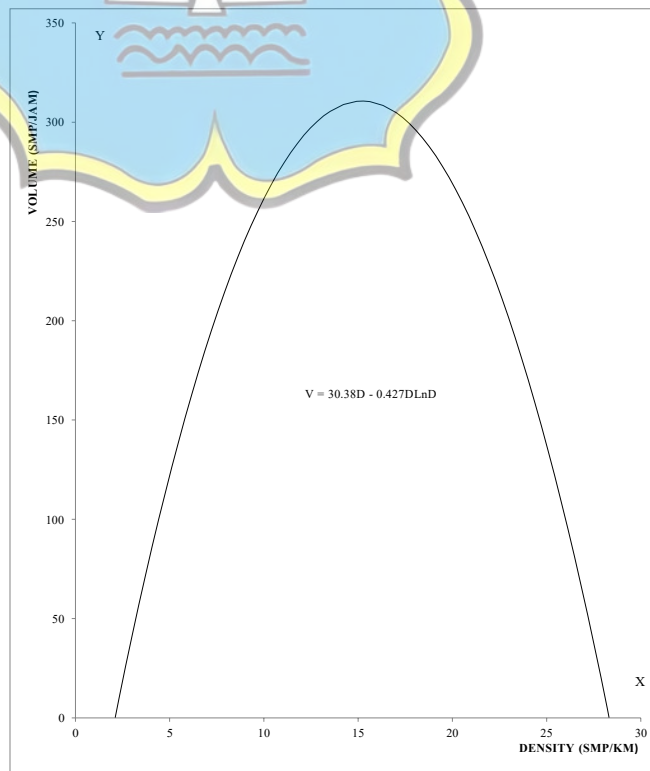
JENIS MODEL
MODEL GREENSHILDE



$r = 0,996$        $r^2 = 0,99228$   
 nilai a = 34,915  
 nilai b = -3,830  
 nilai k = -0,261  
 nilai c = 9106



JENIS MODEL
MODEL GREENBERG



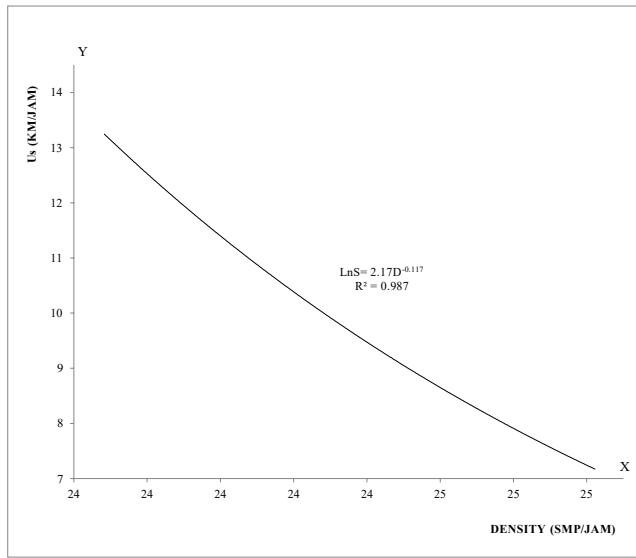
Persaman Dasar:

$$U = U_f \cdot \exp(-D/D_j)$$

$$\ln U = \ln(U_f \cdot \exp(-D/D_j)) = \ln U_f + \ln(\exp(-D/D_j))$$

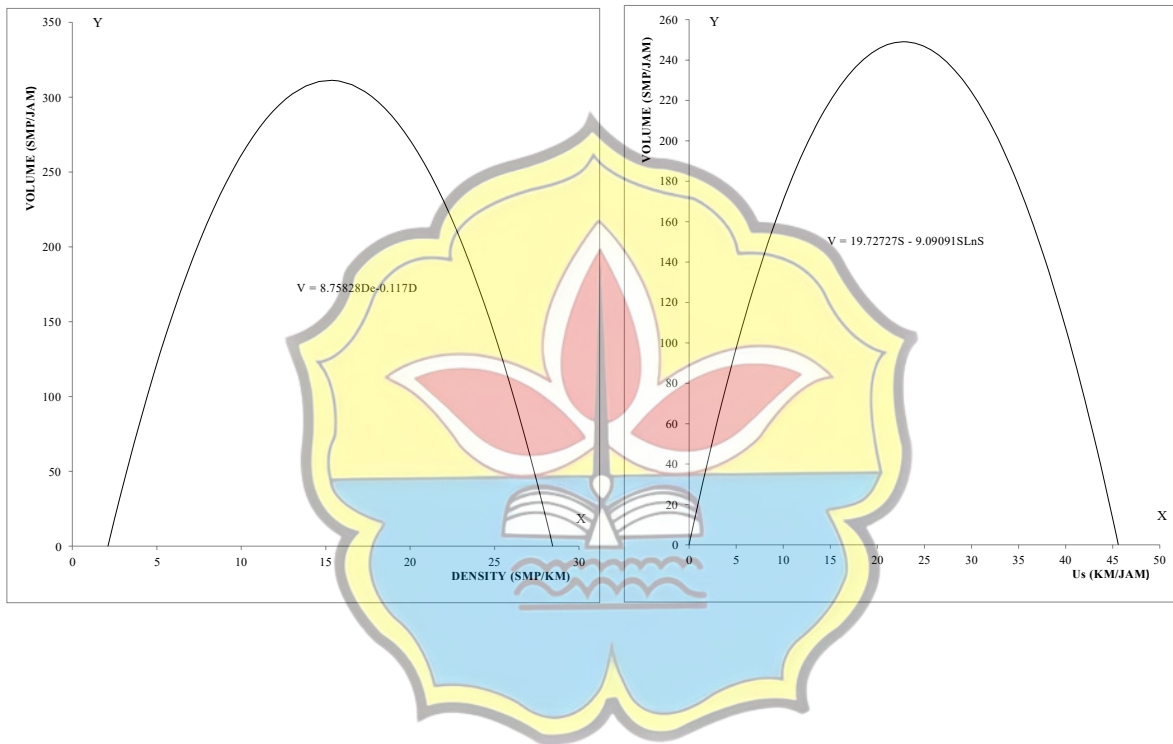
$$Y = a + bX \rightarrow \ln U_s = \ln U_f + (-1/D_j) \cdot D$$

$\ln U_s =$	3,27	-0,0093	D
$U_f = \exp(\ln U_f) =$	26,44	0,0093	
$D_m = D_j =$	107,53		
$\ln U_f =$	3,27480231		
$r =$	-0,994		
$r^2 =$	0,98739		



JENIS MODEL
MODEL UNDERWOOD

10.20



-0,20585

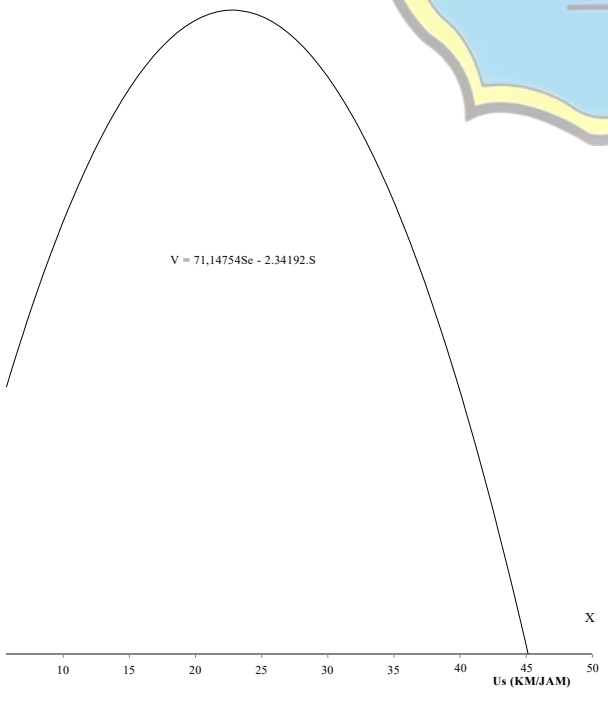
-2,232

HUBUNGAN KARAKTERISTIK	MODEL HUBUNGAN MATEMATIS
KECEPATAN - KEPADATAN	$S = 30.57 - 0.448D$
VOLUME - KEPADATAN	$V = 30.57D - 0.448D^2$
VOLUME - KECEPATAN	$V = 68.23661S - 2.232S^2$



HUBUNGAN KARAKTERISTIK	MODEL HUBUNGAN MATEMATIS
KECEPATAN - KEPADATAN	$S = 30.38 - 0.427LnD$
VOLUME - KEPADATAN	$V = 30.38D - 0.427DLnD$
VOLUME - KECEPATAN	$V = 71.14754Se^{-2.34192.S}$

-2,34192

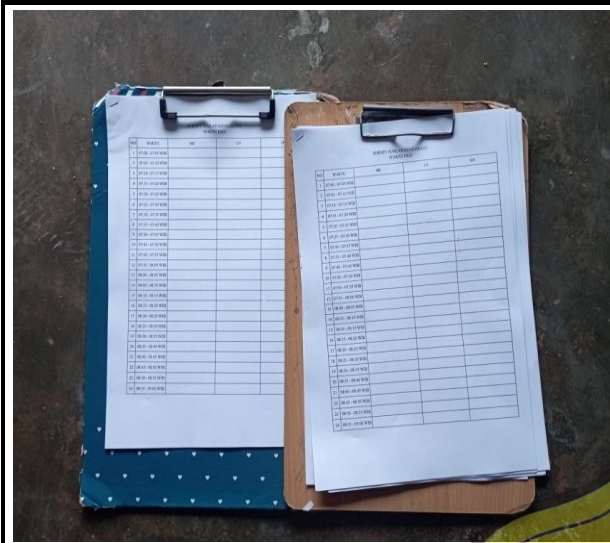


HUBUNGAN KARAKTERISTIK	MODEL HUBUNGAN MATEMATIS
KECEPATAN - KEPADATAN	$LnS = 2.17D^{-0.117D}$
VOLUME - KEPADATAN	$V = 8.75828Dc^{-0.117D}$
VOLUME - KECEPATAN	$V = 19.72727S - 9.09091SLnS$





# DOKUMENTASI 2022



ALAT TULIS SURVEY



ALAT UKUR



PENGUKURAN MEDIAN JALAN

# DOKUMENTASI 2022



PENGUKURAN MEDIAN JALAN



KONDISI LALU LINTAS



PENGAMATAN & PERHITUNGAN  
KENDARAAN



# DOKUMENTASI 2022



PENGAMATAN & PERHITUNGAN  
KENDARAAN



PENGAMATAN & PERHITUNGAN  
KENDARAAN



PENGAMATAN & PERHITUNGAN  
KENDARAAN

# DOKUMENTASI 2022



KONDISI ANTRIAN LAMPU MERAH



KONDISI ANTRIAN LAMPU MERAH



KONDISI SAAT LAMPU MERAH



# DOKUMENTASI 2022



ANTRIAN KENDARAAN



TEAM SURVEY LAPANGAN



TEAM SURVEY LAPANGAN