

## **TUGAS AKHIR**

### **HUBUNGAN VOLUME KECEPATAN DAN KERAPATAN DI RUAS JALAN IMAM BONJOL KOTA KISARAN DENGAN METODE GREENSHIELD, GREENBERG DAN UNDERWOOD (STUDI KASUS)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh  
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

**Disusun Oleh:**

**M. ALFARIZI**  
**1807210005**



# **UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

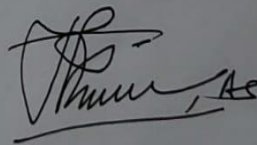
Tugas Akhir Ini Diajukan Oleh:

Nama : M. Alfarizi  
NPM : 1807210005  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : “Hubungan volume kecepatan dan kerapatan di ruas jalan  
imam bonjol kota kisan dengan metode *greenshield*  
*greenberg* dan *underwood*”  
(Studi kasus)  
Bidang Ilmu : Transportasi

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN  
KEPADA PANITIAN UJIAN SKRIPSI

Medan, 06 Januari 2023

Dosen Pembimbing



Ir. Tri Rahayu, M.Si

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Ini diajukan Oleh:

Nama : M. Alfarizi

Npm : 1807210005

Program studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : "Hubungan volume kecepatan dan kerapatan di ruas jalan  
imam bonjol kota kisan dengan metode *greenshield*  
*greenberg* dan *underwood*"  
(Studi kasus)

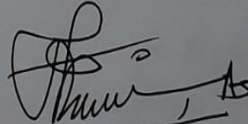
Bidang Ilmu : Transportasi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana Teknik pada program studi teknik sipil, fakultas teknik, universitas muhammadiyah sumatera utara.

Medan, 06 Januari 2023

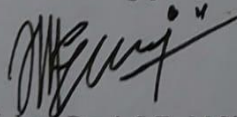
Mengetahui dan disetujui:

Dosen Pembimbing:



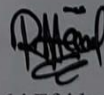
Ir. Tri Rahayu, M.Si

Dosen Penguji I



Hj. Irma Dewi, S.T., M.Si

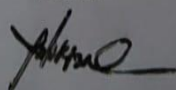
Dosen Penguji II



Rizki Efrida, ST,MT

Program Studi Teknik Sipil

Ketua:



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini di ajukan oleh:

Nama : M. Alfarizi  
Tempat, tanggal lahir : Bagan Deli, 05 Februari 2000  
Npm : 1807210005  
Fakultas : Teknik  
Program studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul "Hubungan volume kecepatan dan kerapatan di ruas jalan imam bonjol kota kisan dengan metode *greenshield greenberg* dan *underwood*"

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakikatnya bukan merupakan karya tulis. Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang bentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi terberat dengan pembatalan kelulusan atau kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 06 Januari 2023

Saya yang menyatakan.



## ASBTRAK

### HUBUNGAN VOLUME KECEPATAN DAN KERAPATAN DI RUAS JALAN IMAM BONJOL KOTA KISARAN DENGAN METODE *GREENSHIELD GREENBERG DAN UNDERWOOD* (STUDI KASUS)

M. Alfarizi

1807210005

Ir. Tri Rahayu, M.Si

Problem transportasi diperkotaan tersebut timbul terutama disebabkan karna tingginya tingkat pertumbuhan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan pertumbuhan prasarana transportasi serta populasi dan pergerakan yang meningkat dengan pesat setiap harinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana hubungan antara arus, kecepatan dan kerapatan lalu lintas, untuk mengetahui bagaimana mengetahui nilai arus kecepatan maksimum pada ruas jalan dan untuk mengetahui bagaimana pemilihan model pendekatan pada ruas jalan Imam Bonjol dengan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*. Untuk mengetahui nilai-nilai tersebut digunakan 3 metode pendekatan yaitu metode *Greenshields*, metode *Greenberg* dan metode *Underwood*. Dari hasil analisa, Model *Greenshields* mempunyai nilai tertinggi. Sehingga model yang dipilih Model *Greenshields*,  $S = 37,47 - 37,47 / 81,46 \cdot D$  (Hubungan Kepadatan dan Kecepatan),  $V = 37,47 \times D - 37,47 / 81,46 D^2$  (Hubungan Volume dan Kepadatan),  $V = 37,47 \times S - (81,46) / 37,47 S^2$  (Hubungan Volume dan Kecepatan). Pada Nilai arus kepadatan dan kecepatan maksimum pada ruas jalan Imam Bonjol Kota Kisaran yaitu: Pada model *Greenshields*, nilai arus kepadatan maksimum sebesar 40,73 skr/jam. Dan nilai arus kecepatan maksimum sebesar 18,74 km/jam. Pada model *Greenberg*, nilai arus kepadatan maksimum sebesar 537018,65 skr/jam. Dan nilai arus kecepatan maksimum sebesar 0,4 km/jam. Pada model *Underwood*, nilai arus kepadatan maksimum tidak valid untuk kepadatan yang tinggi, karena kecepatan tidak pernah mencapai nol pada saat kepadatan yang tinggi. Dan nilai arus kecepatan maksimum sebesar 1,42 km/jam.

Kata Kunci : Jalan Imam Bonjol, *Greenshield*, *Greenberg*, *Underwood*

## **ABSTRACT**

### **RELATIONSHIP BETWEEN FLOW SPEED AND DENSITY IN THE IMAM BONJOL SEGMENT OF KOTA KISARAN WITH GREENSHIELD GREENBERG AND UNDERWOOD METHODS (STUDI KASUS)**

M. Alfarizi  
1807210005  
Ir. Tri Rahayu, M.Si

*The problem of urban transportation arises mainly because the high growth rate of the number of vehicles is not proportional to the growth of transportation infrastructure and the population and movement that is increasing rapidly every day. The purpose of this study is to find out how the relationship between traffic flow, speed and density is, to find out how to know the maximum speed current value on the road and to find out how to choose the approach model on the Imam Bonjol road with the Greenshield, Greenberg and Underwood models. To determine these values, three approaches were used, namely the Greenshields method, the Greenberg method and the Underwood method. From the analysis results, the Greenshields Model has the highest value. So that the model selected is the Greenshields Model,  $S=37,47-37,479/81,46.D$  (Relationship of Density and Speed),  $V=37,47 \times D-37,47/81,46 D^2$  (Relationship of Volume and Density ),  $V=37,47 \times S-(81,46)/81,46 S^2$  (Relationship between Volume and Speed). The maximum density and speed current values on the Imam Bonjol road in Kisaran are: In the Greenshields model, the maximum density current value is 40,73 skr/hour. And the maximum speed current value is 18,74 km/hour. In the Greenberg model, the maximum current density value is 537018,65 skr/hour. And the maximum speed current value is 0.4 km/hour. In Underwood's model, the maximum density current value is not valid for high density, because the speed never reaches zero at high density. And the maximum speed current value is 1.42 km/hour.*

*Keywords : Imam Bonjol Street, Greenshield, Greenberg, Underwood*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Hubungan volume kecepatan dan kerapatan di ruas jalan imam bonjol kota kisan dengan metode *greenshield greenberg* dan *underwood* (Studi Kasus)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Ir. Tri Rahayu, M.Si, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Irma Dewi, ST.,MS.i, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membantu dan member saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, ST, M.T., selaku Dosen Pembimbing II dan sekaligus sekretaris Program studi teknik sipil yang telah banyak membantu dan memberi saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku ketua Program studi teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Orang tua penulis: Bapak Muhammad Haris, dan Ibu Salbiah, terima kasih untuk semua dukungan serta kasih sayang dan semangat penuh cinta yang tidak pernah ternilai harganya, dan telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Keluarga penulis: Nurhaliza.
10. Rekan-rekan Grug gg dan Kontrakan Mimi: Hilda, Pandu, Fandy, Candy, Fanny, Zai, Randi, Lesu, Eka dan Munir.
11. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama, kelas A1 Pagi beserta seluruh mahasiswa/i Teknik Sipil stambuk 2018 yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.
12. Serta keluarga besar HMS FT UMSU terima kasih untuk semua dukungan dan tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 06 Januari 2023

M. Alfarizi



## DAFTAR ISI

|  |     |
|--|-----|
| HALAMAN PENGESAHAN   |     |
| SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR  |     |
| ABSTRAK  | i   |
| <i>ABSTRACT</i>  | ii  |
| KATA PENGANTAR   | iii |
| DAFTAR ISI   | v   |
| DAFTAR TABEL   | vii |
| DAFTAR GAMBAR  | ix  |
| DAFTAR NOTASI  | x   |
| DAFTAR LAMPIRAN  | xii |
| BAB 1 PENDAHULUAN  | 1   |
| 1.1 Latar Belakang   | 1   |
| 1.2 Rumusan Masalah  | 2   |
| 1.3 Ruang Lingkup Penelitian   | 2   |
| 1.4 Tujuan Penelitian  | 2   |
| 1.5 Manfaat Penelitian   | 3   |
| 1.6 Sistematika Penulisan  | 3   |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA   | 5   |
| 2.1 Pengertian Transportasi  | 5   |
| 2.2 Karakteristik Jalan  | 5   |
| 2.3 Parameter Yang Berhubungan Dengan Arus Lalu Lintas                               | 6   |
| 2.3.1 Volume Lalu Lintas   | 6   |
| 2.3.2 Kecepatan  | 8   |
| 2.3.3 Kerapatan  | 9   |
| 2.4 Hubungan Antara Arus, Kecepatan Dan Kerapatan                                    | 10  |
| 2.4.1 Hubungan Volume - Kecepatan  | 10  |
| 2.4.2 Hubungan Kecepatan-Kerapatan   | 11  |
| 2.4.3 Hubungan Volume-Kerapatan  | 12  |
| 2.5 Pemodelan Hubungan Arus (Q), Kecepatan (V)<br>Dan Kerapatan (K) Arus Lalu Lintas | 12  |

|              |  |           |
|--------------|--|-----------|
| 2.5.1        | Model <i>Greenshield</i>                             | 12        |
| 2.5.2        | Model <i>Greenberg</i>                               | 14        |
| 2.5.3        | Model <i>Underwood</i>                               | 15        |
| 2.6          | Kapasitas Jalan                                      | 17        |
| 2.7          | Analisa Regresi Linear                               | 18        |
| 2.8          | Analisa Korelasi                                     | 19        |
| 2.9          | Hambatan Samping                                     | 19        |
| <b>BAB 3</b> | <b>METODE PENELITIAN</b>                             | <b>21</b> |
| 3.1          | Bagan Alir Penelitian                                | 21        |
| 3.2          | Penentuan Lokasi Penelitian                          | 22        |
| 3.3          | Survey Pendahuluan                                   | 22        |
| 3.4          | Metode Pengambilan Data                              | 23        |
| 3.4.1        | Alat Pengumpulan Data                                | 23        |
| 3.5          | Data Yang Diperlukan                                 | 24        |
| 3.5.1        | Metode Pengambilan Data Arus/Volume (Flow) Kendaraan | 24        |
| 3.5.2        | Data hasil survey lapangan                           | 25        |
| 3.6          | Metode Teknik Pelaksanaan Pengambilan Data Lapangan  | 32        |
| 3.6.1        | Metode Pengolahan Data                               | 32        |
| 3.6.2        | Metode Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan          | 33        |
| <b>BAB 4</b> | <b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>                          | <b>34</b> |
| 4.1          | Umum   | 34        |
| 4.2          | Data Geometrik                                       | 34        |
| 4.3          | Data Arus Lalu Lintas                                | 34        |
| 4.4          | Data Kecepatan Kendaraan                             | 36        |
| 4.5          | Data Kepadatan Kendaraan                             | 37        |
| 4.6          | Analisa Kapasitas Jalan                              | 38        |
| 4.7          | Perhitungan Metode <i>Greenshields</i>               | 39        |
| 4.7.1        | Hubungan Kepadatan dan Kecepatan                     | 40        |
| 4.7.2        | Hubungan Volume Dan Kepadatan                        | 41        |
| 4.7.3        | Hubungan Volume Dan Kecepatan                        | 42        |
| 4.8          | Perhitungan Metode <i>Greenberg</i>                  | 42        |
| 4.8.1        | Hubungan Kecepatan dan Kerapatan                     | 42        |

|                            |   |    |
|----------------------------|---|----|
| 4.8.2                      | Hubungan Volume Dan Kepadatan                                 | 43 |
| 4.8.3                      | Hubungan Volume Dan Kecepatan                                 | 44 |
| 4.9                        | Perhitungan Metode <i>Underwood</i>                           | 45 |
| 4.9.1                      | Hubungan Kecepatan dan Kepadatan                              | 45 |
| 4.9.2                      | Hubungan Volume Dan Kepadatan                                 | 46 |
| 4.9.3                      | Hubungan Volume Dan Kecepatan                                 | 47 |
| 4.10                       | Analisa Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu-lintas | 47 |
| 4.11                       | Analisa Penentuan Model                                       | 48 |
| 4.12                       | Nilai Arus Kepadatan dan Kecepatan Maksimum                   | 48 |
| 4.13                       | Grafik hubungan antara volume kecepatan dan kepadatan         | 49 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN |   | 51 |
| 5.1                        | Kesimpulan  | 51 |
| 5.2                        | Saran   | 52 |
| DAFTAR PUSTAKA             |   |    |
| LAMPIRAN                   |   |    |
| DAFTAR RIWAYAT HIDUP       |   |    |

## DAFTAR TABEL

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Tabel 3.1  | Data volume kendaraan ruas Jalan Imam Bonjol per 15 menit (Sentang – Irian) (Senin, 11 April 2022)       | 24 |
| Tabel 3.2  | Data Waktu Tempuh Kendaraan ruas Jalan Imam Bonjol per 15 menit (Sentang – Irian) (Senin, 11 April 2022) | 26 |
| Tabel 4.1  | Data Geometrik Lokasi Penelitian   | 29 |
| Tabel 4.2  | Volume Lalulintas ruas Jalan Imam Bonjol per 1 Jam Senin, 11 April 2022 (Sentang - Irian)                | 31 |
| Tabel 4.3  | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Senin, 11 April 2022 (Sentang - irian)                                     | 32 |
| Tabel 4.4  | Kepadatan Kendaraan Pada hari Senin, 22 April 2022 (Sentang-Irian)                                       | 33 |
| Tabel 4.5  | Perhitungan Kapasitas Jalan.   | 33 |
| Tabel 4.6  | Data Regresi Untuk Model Greenshield (Senin, 11 April 2022)  | 34 |
| Tabel 4.8  | Data Regresi Untuk Model Greenberg (Senin, 11 April 2022)  | 37 |
| Tabel 4.10 | Hasil Regresi Linier Model Underwood (Senin, 11 April 2022)  | 40 |
| Tabel 4.11 | Model Aliran Lalu Lintas hari Senin, 11 April 2022.  | 43 |
| Tabel 4.12 | Hasil Kerapatan dan Kecepatan Maksimum.  | 43 |

## DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 2.1 | Hubungan antara Volume, Kecepatan, dan Kerapatan | 9  |
| Gambar 2.2 | Hubungan Volume-Kecepatan                        | 10 |
| Gambar 2.3 | Hubungan Kecepatan-Kerapatan                     | 10 |
| Gambar 2.4 | Hubungan Volume – Kerapatan                      | 11 |
| Gambar 3.1 | Bagan Alir penelitian                            | 20 |
| Gambar 3.2 | Dokumentasi Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran       | 22 |
| Gambar 3.3 | Peta Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran              | 22 |

## DAFTAR NOTASI

|                 |   |   |
|-----------------|---|---|
| KR              | = | Kendaraan Ringan (skr)  |
| SM              | = | Sepeda Motor (skr)  |
| KB              | = | Kendaraan Berat (skr)   |
| ADT             | = | Average Daily Traffict (skr/jam)  |
| AADT            | = | Average Annual Daily Traffict (skr/jam)   |
| AAWT            | = | Average Annual Weekday Traffict (skr/jam)   |
| PHF             | = | Peak Hour Factor (skr/jam)  |
| SMS             | = | Space Mean Speed (skr/jam)  |
| DHV             | = | Design Hourly Volume (skr/jam)  |
| V               | = | Volume/arus (skr/jam)   |
| S               | = | Kecepatan (km/jam)  |
| D               | = | Kerapatan (skr/km)  |
| V <sub>s</sub>  | = | Kecepatan tempuh rata-rata (km/jam, m/det)  |
| d               | = | Jarak tempuh kendaraan (km, m)  |
| t               | = | Waktu tempuh kendaraan (jam, detik)   |
| L               | = | Panjang pangkal jalan (km, m)   |
| T <sub>i</sub>  | = | Waktu tempuh dari kendaraan ke i  |
| n               | = | Jumlah waktu tempuh yang diamati  |
| S <sub>ff</sub> | = | Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam) |
| D <sub>j</sub>  | = | Kepadatan pada lalu lintas (skr/km)   |
| Ln              | = | Logaritma Natural   |
| D <sub>M</sub>  | = | Kepadatan pada kondisi volume maksimum  |
| V <sub>m</sub>  | = | Volume Maksimum   |
| D <sub>m</sub>  | = | Kerapatan Maksimum  |
| C               | = | Kapasitas (skr/jam)   |
| C <sub>0</sub>  | = | Kapasitas dasar (skr/jam)   |
| FC <sub>w</sub> | = | Faktor penyesuaian lebar jalan  |

- $FC_{SP}$  = Faktor penyesuaian pemisah arah  
 $FC_{SF}$  = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan  
 $FC_{CS}$  = Faktor penyesuaian ukuran kota  
 $X$  = Peubah bebas  
 $Y$  = Peubah tidak bebas  
 $A$  = Konstanta regresi  
 $B$  = Koefisien regresi  
 $i$  = Jumlah Variabel

## DAFTAR LAMPIRAN

|            |  |
|------------|--|
| Gambar L.1 | Mengukur Lebar Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.                 |
| Gambar L.2 | Menghitung Volume Lalu lintas Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.  |
| Gambar L.3 | Situasi Lalu Lintas Saat Survei Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran |
| Gambar L.4 | Situasi Lalu Lintas Saat Survei Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran |
| Gambar L.5 | Peta Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran                            |
| Tabel L.1  | Volume Kendaraan Pada Hari Selasa, 12 April 2022.              |
| Tabel L.2  | Volume Kendaraan Pada Hari Rabu, 13 April 2022.                |
| Tabel L.3  | Volume Kendaraan Pada Hari Kamis, 14 April 2022.               |
| Tabel L.4  | Volume Kendaraan Pada Hari Jumat, 15 April 2022.               |
| Tabel L.5  | Volume Kendaraan Pada Hari Sabtu, 16 April 2022.               |
| Tabel L.6  | Volume Kendaraan Pada Hari Minggu, 17 April 2022.              |
| Tabel L.7  | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Selasa, 12 April 2022.           |
| Tabel L.8  | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Rabu, 13 April 2022.             |
| Tabel L.9  | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Kamis, 14 April 2022.            |
| Tabel L.10 | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Jumat, 15 April 2022.            |
| Tabel L.11 | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Sabtu, 16 April 2022.            |
| Tabel L.12 | Kecepatan Kendaraan Pada Hari Minggu, 17 April 2022.           |
| Tabel L.13 | Kepadatan Kendaraan Pada Hari Selasa, 12 April 2022.           |
| Tabel L.14 | Kepadatan Kendaraan Pada Hari Rabu, 13 April 2022.             |
| Tabel L.15 | Kepadatan Kendaraan Pada Hari Kamis, 14 April 2022.            |
| Tabel L.16 | Kepadatan Kendaraan Pada Hari Jumat, 15 April 2022.            |
| Tabel L.17 | Kepadatan Kendaraan Pada Hari Sabtu, 16 April 2022.            |
| Tabel L.18 | Kepadatan Kendaraan Pada Hari Minggu, 17 April 2022.           |



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan lalu lintas di negara Indonesia Permasalahan lalu lintas jalan raya merupakan suatu permasalahan yang kompleks dalam dunia transportasi darat terutama untuk transportasi perkotaan. Setiap diselesaikan suatu permasalahan akan muncul permasalahan berikutnya, dan tidak menutup kemungkinan bahwa masalah yang berhasil diselesaikan kemudian hari akan menimbulkan permasalahan baru (Thalib, n.d. 2017).

Permasalahan lalu lintas jalan raya merupakan suatu permasalahan yang kompleks dalam dunia transportasi darat terutama untuk transportasi perkotaan. Problem transportasi diperkotaan tersebut timbul terutama disebabkan karena tingginya tingkat pertumbuhan jumlah kendaraan tidak sebanding dengan pertumbuhan prasarana transportasi serta populasi dan pergerakan yang meningkat dengan pesat setiap harinya (Saputra & Savitri, 2021)

Suatu jalan dikatakan macet apabila arus lalu lintas yang melewati ruas jalan yang ditinjau melebihi kapasitas rencana jalan tersebut yang mengakibatkan kecepatan bebas ruas jalan tersebut mendekati 0 km/jam atau bahkan menjadi 0 km/jam sehingga mengakibatkan terjadinya antrian. Pada umumnya kemacetan terjadi pada jam-jam puncak (peak hour) atau pada hari-hari tertentu seperti hari libur. Maka volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas sangatlah penting dalam sebuah perencanaan dan evaluasi sebuah jalan (Lamury et al., 2018)

Kota Kisaran adalah kota yang terus berkembang dan arus lalu lintas yang ada pada Kota Kisaran selalu mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Hal ini dibuktikan dengan terjadinya peningkatan volume lalu lintas pada Kota Kisaran, bahkan dapat ditemui terjadinya kemacetan lalu-lintas pada titik tertentu pada waktu tertentu.

Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran merupakan jalan umum yang cukup ramai oleh kendaraan-kendaraan di jalan tersebut. Hal ini yang menyebabkan menurunnya kecepatan arus lalu lintas dan menurun pula kinerja jalan tersebut.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, maka perlu mendapatkan manajemen lalu lintas dengan memperhitungkan kondisi volume, kecepatan dan kepadatan.

Pada dasarnya permasalahan yang terjadi pada lokasi penelitian yang terdapat di Ruas Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran adalah kemacetan yang mengakibatkan penurunan kecepatan pada kendaraan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dalam penulisan ini ada beberapa rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu antara lain:

1. Bagaimana hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan lalu lintas di jalan Imam Bonjol Kota Kisaran?
2. Bagaimana mengetahui nilai volume kecepatan dan kerapatan maksimum pada ruas jalan Imam Bonjol Kota Kisaran?
3. Bagaimana pemilihan model pendekatan pada ruas jalan Imam Bonjol dengan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Dalam penulisan ini ada beberapa ruang lingkup penelitian ini yaitu antara lain:

1. Batasan pada Penelitian ini terletak di Ruas jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.
2. Pada Penelitian ini penulis hanya menghitung arus kendaraan, kecepatan dan kerapatan lalu lintas.
3. Survey hanya dilakukan pada jam-jam puncak, yaitu:
  - a. Pagi 07:00 – 09:00 Wib.
  - b. Siang 12:00 – 14:00 Wib.
  - c. Sore 16:00 – 18:00 Wib.
  - d. Untuk memperoleh data dilakukan survey selama 7 hari dimulai dari Senin, Selasa, Rabu, Kamis, Jum'at, Sabtu dan Minggu.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Pada penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bagaimana hubungan antara arus, kecepatan dan kerapatan lalu lintas di jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.
2. Untuk mengetahui bagaimana mengetahui nilai arus kecepatan maksimum pada ruas jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.
3. Untuk mengetahui bagaimana pemilihan model pendekatan pada ruas jalan Imam Bonjol dengan model *Greenshield*, *Greenberg* dan *Underwood*.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat Penelitian ini sebagai berikut:

1. Diharapkan untuk tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi untuk mahasiswa berikutnya terkhusus untuk para mahasiswa Teknik Sipil.
2. Diharapkan untuk penulis agar mampu mempelajari tentang ilmu transportasi lebih dalam.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan Tugas Akhir ini disesuaikan dengan sistematika yang telah ditetapkan sebelumnya agar lebih mudah memahami isinya. Sistematika penulisan ini memuat hal-hal sebagai berikut:

#### **BAB 1: PENDAHULUAN**

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2: TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisikan kerangka teori, pikiran dan hipotesis yang berkaitan dengan topik pembahasan dan studi penelitian.

#### **BAB 3: METODE PENELITIAN**

Secara garis besar bab ini menjelaskan tentang metode analisa yang digunakan dalam penelitian, termasuk menjelaskan masing-masing variabel dan jenis data yang digunakan.

#### **BAB 4: HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dijelaskan hasil temuan yang menjadin rumusan masalah dalam penelitian yang telah dijawab dengan alat metode analisis yang dipilih.

## BAB 5: KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini memaparkan kembali secara singkat mengenai hasil temuan yang didapatkan dari penelitian, serta bagaimana implikasi temuan tersebut.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Transportasi**

Transportasi adalah kegiatan pemindahan barang dan penumpang dari suatu tempat ke tempat lain menurut (Salim, 2000). Transportasi sudah menjadi sesuatu hal yang penting dalam kehidupan manusia khususnya dalam mempersingkat hal yang penting dalam kehidupan manusia khususnya dalam mempersingkat waktu untuk mencapai suatu tempat. Tidak hanya untuk mengefisienkan waktu pemindahan manusia, namun membantu juga dalam pemindahan barang. (Zahwa Nur Raudah, Widodo Kushartomo, 2021).

Permasalahan lalu lintas yang sering terjadi terutama pada ruas jalan arteri yang ramai adalah kemacetan lalu lintas (Jain et al., 2012; Lindsey & Verhoef, 2000; Rhee et al., 2016), disamping efek buruk lainnya berupa kebisingan (Dewan & Ahmad, 2007; Waqas et al., 2018; Hendrata Wibisana & Utono, 2016), disamping itu bias disebabkan karena volume kendaraan yang melintas semakin meningkat pada saat jam-jam sibuk pagi hari dan sore hari serta berbagai aktivitas transportasi umum seperti angkutan umum dan kendaraan berat seperti truk dan container yang melintasi jalan tersebut. Selain itu kepadatan lalu lintas juga disebabkan oleh masyarakat sekitar yang tidak disiplin dalam berlalu lintas dan kegiatan lain yang mempengaruhi kelancaran arus lalu lintas seperti PKL, aktifitas penduduk sehari-hari (bekerja, ke sekolah, berbelanja) yang selalu menggunakan sarana dan prasarana lalu lintas. (Sarrah Amanda Sinaga, Siti Zainab, 2021)

#### **2.2 Karakteristik Jalan**

Menurut (Sarrah Amanda Sinaga, Siti Zainab, 2021) arus lalu lintas merupakan banyaknya kendaraan bermotor yang melewati titik tertentu per satuan waktu, dan dinyatakan dalam satuan kendaraan per jam ataupun smp/jam (Direktorat Jenderal Bina Marga 1997). Beberapa arus lalu lintas terbagi empat (4) jenis yaitu:

1. Kendaraan Ringan (KR) Kendaraan beroda empat dengan jarak as 2,0 – 3,0 seperti mobil penumpang, pick up, truk 1 as yang sesuai dengan sistem

klasifikasi Bina Marga.

2. Kendaraan Berat (KB) Kendaraan bermotor yang memiliki 2 as atau lebih seperti bis, truk 2 as, dan truk 3 as atau trailer yang sesuai dengan sistem klasifikasi Bina Marga)
3. Kendaraan Motor (KM) Kendaraan bermotor dengan dua atau tiga roda seperti sepeda motor dan sepeda motor dengan side-passengers vehicle (kendaraan penumpang samping).

### **2.3 Parameter Yang Berhubungan Dengan Arus Lalu Lintas**

Menurut (Kumalawati et al., 2021) parameter lalu lintas adalah suatu ukuran yang digunakan untuk menjadi tolak ukur dari kegiatan lalu lintas dalam sistem transportasi. Parameter arus lalu lintas dapat digolongkan menjadi dua kategori, yaitu:

1. Parameter makroskopis, yang mencirikan arus lalu lintas sebagai suatu kesatuan (System), sehingga diperoleh gambaran operasional system secara keseluruhan. Contoh : tingkat arus (Flow Rates), kecepatan rata-rata (Average Speeds), tingkat kepadatan (Density Rates).
2. Parameter mikroskopis, yang mencirikan perilaku setiap kendaraan dalam arus lalu lintas yang saling mempengaruhi. Contoh : waktu antara (Team Headway), kecepatan masing-masing (Individual Speed), jarak antara (Space Headway).

#### **2.3.1 Volume Lalu Lintas**

Volume lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu titik pengamatan dalam satuan waktu (hari, jam, menit) (Gede Sumarda et al., 2021).

Data (informasi) volume lalu lintas dapat dimanfaatkan untuk:

1. Nilai kepentingan relatif suatu rute
2. Fluktuasi dalam ruas
3. Distribusi lalu lintas dalam sebuah sistem jalan
4. Kecendrungan pemakai jalan

Data volume dapat berupa:

1. Volume berdasarkan arah arus, seperti antara lain:
  - a. Dua arah

- b. Satu arah
  - c. Arus Lurus
  - d. Arus belok, baik belok kiri maupun belok kanan
2. Volume berdasarkan jenis kendaraan, seperti antara lain:
- a. Mobil penumpang atau kendaraan ringan
  - b. Kendaraan berat (truk besar, bus)
  - c. Sepeda motor

Volume lalu lintas lebih praktis jika dinyatakan dalam jenis kendaraan standart yaitu mobil penumpang, yang dikenal dengan satuan mobil penumpang (smp). Untuk mendapatkan volume dalam smp, maka diperlukan faktor konversi dari berbagai macam kendaraan menjadi mobil penumpang, yaitu faktor equivalen.

3. Volume berdasarkan waktu pengamatan survei lalu lintas, seperti 5 menit, 15 menit, 1 jam.

Istilah khusus dalam volume lalu lintas berdasarkan bagaimana data tersebut diperoleh yaitu:

- a. ADT (*Average Dayli Traffict*) atau dikenal juga sebagai LHR (lalu lintas harian rata-rata) yaitu volume lalu lintas rata-rata harian berdasarkan pengumpulan data selama  $x$  hari, dengan ketentuan  $1 < x < 265$ . Sehingga ADT dapat dihitung dengan Pers 2.1.

$$ADT = \frac{Qx}{x} \tag{2.1}$$

Dengan :

$Qx$  = volume lalu lintas yang diamati selama lebih dari 1 hari dan kurang dari 365 hari (1 tahun).

$X$  = jumlah hari pengamatan

- b. AADT (*Average Annual Daily Traffic*) atau dikenal juga sebagai LHRT (lalu lintas harian rata-rata tahunan), yaitu total volume rata-rata harian (seperti ADT), akan tetapi pengumpulan datanya harus  $> 365$  hari ( $x > 365$  hari).
- c. AAWT (*Average Annual Weekday Traffic*) yaitu volume rata-rata harian selama hari kerja berdasarkan pengumpulan data  $> 365$  hari. Sehingga AAWT dapat dihitung sebagai jumlah volume pengamatan selama hari

kerja dibagi dengan jumlah hari kerja selama pengumpulan data.

- d. Maximum annual hourly volume adalah volume tiap jam yang terbesar untuk suatu tahun tertentu.
- e. 30 HV (30 th highest annual Hourly Volume) atau disebut juga sebagai DHV (Design Hourly Volume), yaitu volume lalu lintas tiap jam yang dipakai sebagai volume desain. Dalam setahun besarnya volume ini dilampaui oleh 29 data.
- f. Rate of flow atau flow rate adalah volume yang diperoleh dari pengamatan yang lebih kecil dari satu jam, akan tetapi kemudian dikonversikan menjadi volume 1 jam secara linear.
- g. Peak Hour Factor (PHF) adalah perbandingan volume satu jam penuh dengan puncak dari flow rate pada jam tersebut, sehingga PHF dapat dihitung dengan Pers 2.2.

$$PHF = \frac{\text{volume satuan jam}}{\text{maksimum flow rate}} \quad (2.2)$$

### 2.3.2 Kecepatan

Kecepatan adalah perubahan jarak sebuah kendaraan yang melintas dengan satuan jarak dibagi waktu. (Wijayanto1 et al., n.d.)

Nilai perubahan kecepatan adalah mendasar tidak hanya untuk berangkat dan berhenti tetapi untuk seluruh arus lalu lintas yang dilalui.

Secara umum kecepatan diklasifikasikan menjadi tiga tahap, yaitu:

1. Spot speed (kecepatan setempat): kecepatan seketika kendaraan di suatu titik pada ruas jalan tertentu.
2. Running speed : kecepatan rata-rata kendaraan selama bergerak.
3. Journey speed : kecepatan rata-rata kendaraan yang dihitung dari jarak yang ditempuh dibagi dengan waktu yang dibutuhkan, termasuk waktu berhenti pada saat melewati lampu lalu lintas.

Kecepatan adalah sebagai perbandingan jarak yang dijalan dan waktu perjalanan dapat dihitung dengan Pers 2.3.

$$V_s = \frac{d}{t} \quad (2.3)$$



Keterangan:

$V_s$  = kecepatan tempuh rata-rata (km/jam, m/det)

$d$  = jarak tempuh kendaraan (km, m)

$t$  = waktu tempuh kendaraan (jam, detik)

Pada penelitian ini kecepatan yang ditinjau adalah kecepatan rata-rata ruang Space Mean Speed(SMS) yakni kecepatan rata-rata dari seluruh kendaraan yang menempati suatu ruas pada jalur gerak dalam waktu tertentudihitung dengan Pers 2.4.

$$V_s = \frac{n.L}{\sum_{L=1}^n t_i} \quad (2.4)$$

Dengan:

$V_s$  = Kecepatan tempuh rata-rata(km/jam, m/det)

$L$  = Panjang panggal jalan (km, m)

$T_i$  = Waktu tempuh dari kendaraan ke  $i$  melalui

$n$  = Jumlah waktu tempuh yang diamati

### 2.3.3 Kerapatan

Kerapatan didefenisikan sebagai jumlah kendaraan persatuan panjang jalan tertentu. Satuan yang digunakan adalah kendaraan/kilometer atau kendaraan/meter. Kepadatan lalu lintas merupakan karakteristik makroskopik mendasar yang secara langsung menunjukkan kualitas lalu lintas dan memengaruhi kemudahan dan kenyamanan yang dapat mendorong seseorang untuk melewati jalan tersebut.(Nurinda Abdi et al., 2019)

Adapun rumus kerapatan dapat dilihat pada Pers 2.5

$$D = \frac{V}{S} \quad (2.5)$$

Dimana :

$V$  = arus (skr/jam)

$D$  = kerapatan (skr/km)

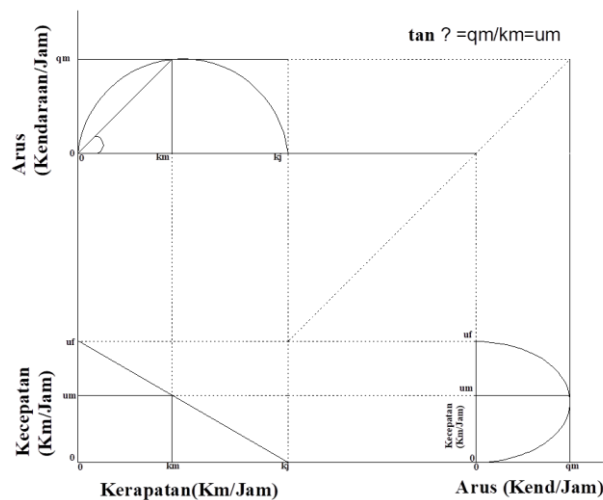
$S$  = kecepatan (km/jam)

## 2.4 Hubungan Antara Arus, Kecepatan Dan Kerapatan

Menurut (Saputra & Savitri, 2021) Pada aliran lalu lintas suatu ruas jalan raya terdapat 3 (tiga) variabel utama yang digunakan untuk mengetahui karakteristik arus lalu lintas, yaitu:

1. Volume (flow), yaitu jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tinjau tertentu pada suatu ruas jalan per satuan waktu tertentu.
2. Kecepatan (speed), yaitu jarak yang dapat ditempuh suatu kendaraan pada ruas jalan per satuan waktu.
3. Kerapatan (density), yaitu jumlah kendaraan per satuan panjang jalan tertentu.

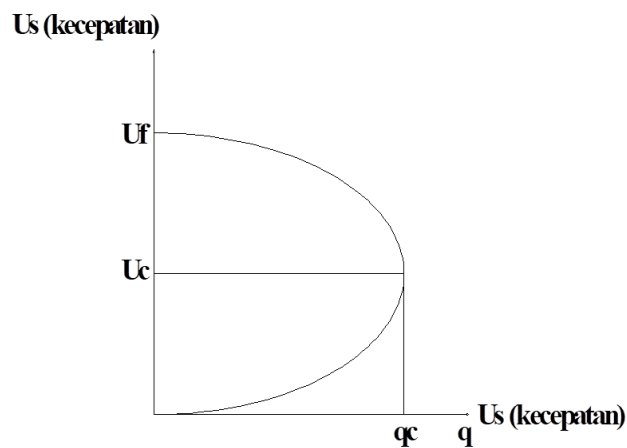
Variabel-variabel tersebut memiliki hubungan antara satu dengan lainnya. Hubungan antara volume, kecepatan, dan kepadatan dapat digambarkan secara grafis dengan menggunakan persamaan matematis (Tamin, 2000). Hubungan Antara volume, kecepatan dan kepadatan ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1: Hubungan antara Volume, Kecepatan, dan Kerapatan.

### 2.4.1 Hubungan Volume - Kecepatan

Hubungan mendasar antara volume dan kecepatan adalah dengan bertambahnya volume lalu lintas maka kecepatan rata-rata ruangnya akan berkurang sampai kepadatan kritis (volume maksimum) tercapai (MKJI, 1997). Hubungan volume dan kecepatan ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut ini.

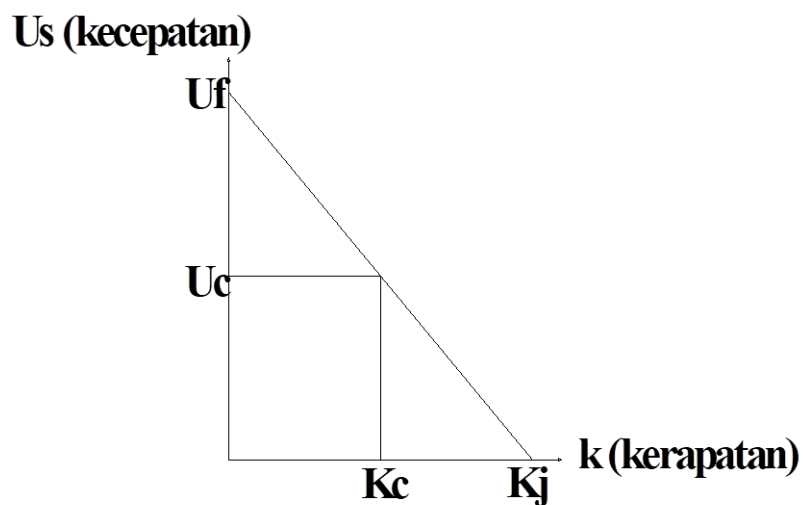


Gambar 2.2: Hubungan Volume-Kecepatan.

Setelah kepadatan kritis tercapai, maka kecepatan rata-rata ruang dan volume akan berkurang. Jadi kurva diatas menggambarkan dua kondisi yang berbeda, lengan atas menunjukkan kondisi stabil dan lengan bawah menunjukkan kondisi arus padat (PKJI, 2014).

#### 2.4.2 Hubungan Kecepatan-Kerapatan

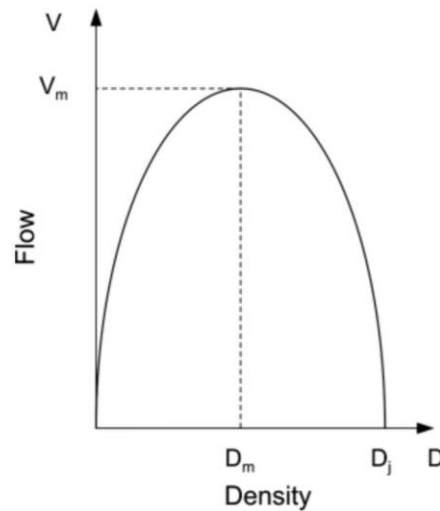
Kecepatan akan menurun apabila kerapatan bertambah. Kecepatan arus bebas akan terjadi apabila kerapatan sama dengan nol, dan pada saat kecepatan sama dengan nol maka akan terjadi kemacetan (PKJI, 2014). Hubungan antara kecepatan dan kerapatan ditunjukkan pada Gambar 2.3 berikut ini.



Gambar 2.3: Hubungan Kecepatan-Kerapatan.

### 2.4.3 Hubungan Volume-Kerapatan

Volume maksimum ( $V_m$ ) terjadi pada saat kerapatan mencapai titik  $D_m$  (kapasitas jalur jalan sudah tercapai). Setelah mencapai titik ini volume akan menurun walaupun kerapatan bertambah sampai terjadi kemacetan di titik  $D_j$  (PKJI, 2014). Hubungan volume dan kerapatan ditunjukkan pada Gambar 2.4 berikut ini.



Gambar 2.4: Hubungan Volume – Kerapatan

## 2.5 Pemodelan Hubungan Arus (V), Kecepatan (S) Dan Kerapatan (D) Arus Lalu Lintas

### 2.5.1 Model *Greenshield*

*Greenshields* yang melakukan studi pada jalan-jalan diluar Ohio, mengusulkan hubungan linier antara kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) yang terjadi dalam suatu lalu lintas dengan kepadatan kendaraan. Model *Greenshields* merupakan model yang paling sederhana yang mudah untuk diterapkan, yakni dari beberapa penelitian ternyata diperoleh korelasi antara model dan data lapangan (Rachman et al., 2020).

Rumus dasar dari model *Greenshields* adalah seperti pada pers 2.6:

$$S = S_{ff} - \frac{S_{ff}}{D_j} D \quad (2.6)$$

Dimana:

S = Kecepatan (km/jam)

Sff = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam)

Dj = Kerapatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kend/km)

D = Kerapatan pada lalu lintas (kend/km)

$$D = V/S \quad (2.7)$$

Dimana:

D = Kerapatan (kend/km)

V = Arus (smp/jam)

S = Kecepatan (km/jam)

Dapat dilihat bahwa rumus diatas pada dasarnya merupakan suatu persamaan linier,  $Y = a + bX$ , dianggap bahwa Sff merupakan konstanta a dan  $Sff/Dj = b$  sedangkan S dan D masing masing merupakan variabel Y dan X. Hubungan dasar antara arus, kecepatan, dan kepadatan didasarkan pada rumus (2.8):

$$V = D \cdot S \quad (2.8)$$

Dimana:

V = Arus (smp/jam)

D = Kerapatan (kend/km)

S = Kecepatan (km/jam)

Selanjutnya, hubungan matematis antara volume-kepadatan (V-D) dapat diturunkan menjadi persamaan (2.9):

$$S = D \cdot Sff - \frac{Sff}{Dj} D^2 \quad (2.9)$$

Dimana:

S = Kecepatan (km/jam)

D = Kerapatan (kend/km)

Sff = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam)

Dj = Kepadatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kend/km)

Selanjutnya, hubungan matematis antara volume-kecepatan (V-S) dapat diturunkan melalui persamaan (2.10):

$$V = Dj \cdot S - \frac{Dj}{Sff} S^2 \quad (2.10)$$

Dimana :

V = Volume (smp/jam)

Dj = Kerapatan pada kondisi arus lalu lintas macet total (kend/km)

S = Kecepatan (km/jam)

Sff = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kepadatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam).

### 2.5.2 Model *Greenberg*

*Greenberg* mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara Kerapatan-Kecepatan bukan merupakan fungsi linier melainkan fungsi eksponensial. Pada model *Greenberg* diperlukan pengetahuan tentang parameter-parameter kecepatan optimum dan kerapatan saat kondisi jam. Kerapatan kondisi jam sangat sulit diamati dilapangan dan estimasi terhadap kecepatan optimum lebih sulit diperkirakan daripada kecepatan bebas rata-rata. Kerugian lain dari model ini adalah kecepatan bebas rata-rata tidak dapat dihitung. (Rachman et al., 2020) Persamaan dasar model *Greenberg* dapat dinyatakan dalam Pers 2.11.

$$D = c \cdot e^{b \cdot s} \quad (2.11)$$

Dimana nilai C dan b bukan merupakan konstanta.

Jika persamaan dinyatakan dalam bentuk logaritma natural, maka hubungan matematis antara kecepatan-kerapatan (S-D) dinyatakan dalam persamaan yang dinyatakan dalam bentuk logaritma natural.

$$S = \frac{\text{Ln}.D}{b} - \frac{\text{Ln}.C}{b} \quad (2.12)$$

Dimana :

S = Kecepatan (km/jam)

Ln = Logaritma Natural

D = Kerapatan (kend/km)

Selanjutnya, Hubungan matematis antara volume-kepadatan (V-D) dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar dan dengan memasukkan ( $S = V/D$ ) ke persamaan (2.12), maka dapat diturunkan pers 2.13:

$$\frac{V}{D} = \frac{D}{b} \ln \frac{C}{D} \quad (2.13)$$

Dimana:

D = Kerapatan (kend/km)

V = Volume (smp/jam)

Ln = Logaritmal Natural

Selanjutnya, hubungan matematis antara volume-kecepatan (V-S) dapat diturunkan dengan menggunakan persamaan dasar dan selanjutnya dengan memasukkan:

$D = (V/S)$  ke persamaan (2.13), maka bisa diturunkan persamaan (2.14).

$$V = S \cdot C \cdot e^{bs} \quad (2.14)$$

Dimana :

V = Volume (smp/jam)

S = Kecepatan (km/jam)

### 2.5.3 Model *Underwood*

Model ketiga adalah yang diusulkan oleh *Underwood* sebagai hasil dari studi lalu lintas pada jalan raya Merritt di Connecticut. Model ini memerlukan pengetahuan tentang kecepatan rata-rata arus bebas yang dalam hal ini cukup mudah untuk diamati, sedangkan kepadatan optimum sulit untuk diamati dan sangat tergantung pada lingkungan/fasilitas jalan. Kelemahan lain yaitu kecepatan pada model ini tidak pernah mencapai nilai nol dan kecepatan kondisi jam yang tidak menentu. *Underwood* mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan–Kepadatan bukan merupakan fungsi linear melainkan fungsi eksponensial. Model *Underwood* tidak valid untuk kepadatan yang tinggi, karena kecepatan tidak pernah mencapai nol pada saat kepadatan yang tinggi. (Rachman et al., 2020)

*Underwood* mengasumsikan bahwa hubungan matematis antara Kecepatan–Kepadatan bukan merupakan fungsi linear melainkan fungsi eksponensial. (Pane et al., 2018)

$$S = S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_M}} \quad (2.15)$$

Dimana:

$S_{ff}$  = kecepatan arus bebas

$D_M$  = kerapatan pada kondisi volume maksimum (kapasitas)

Jika persamaan (2.15) dinyatakan dalam bentuk logaritma natural, maka hubungan matematis antara kecepatan-kerapatan (S-D) selanjutnya dapat juga dinyatakan dalam persamaan (2.16).

$$\ln S = \ln S_{ff} - \frac{D}{D_M} \quad (2.16)$$

Dimana :

$\ln$  = Logaritma Natural

$S$  = Kecepatan (km/jam)

$S_{ff}$  = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kerapatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam)

Selanjutnya, hubungan matematis antara volume-kecepatan (V-S) dapat diturunkan ke persamaan (2.17).

$$V = D \cdot S_{ff} \cdot e^{-\frac{D}{D_M}} \quad (2.17)$$

Dimana :

$V$  = Volume (smp/jam)

$D$  = Kerapatan (kend/km)

$S_{ff}$  = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kerapatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam)

Persamaan (2.17) adalah persamaan yang menyatakan hubungan matematis antara volume-kerapatan (V-D). Kondisi volume maksimum ( $V_m$ ) bisa didapat pada saat kerapatan  $D = D_m$ . Dengan memasukkan  $D_m$  ke persamaan (2.17), maka  $V_m$  bisa didapat seperti terlihat dalam persamaan (2.18).

$$V_m = \frac{D_m \cdot S_{ff}}{e} \quad (2.18)$$

Dimana :

$V_m$  = Volume Maksimum



$D_m$  = Kerapatan Maksimum

$S_{ff}$  = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kerapatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam)

Selanjutnya, hubungan matematis antara volume-kecepatan (V-S) dapat diturunkan ke persamaan (2.19).

$$V = S \cdot D_m \cdot \ln \frac{S_{ff}}{s} \quad (2.19)$$

Dimana :

$V$  = Arus (smp/jam)

$S$  = Kecepatan (km/jam)

$D_m$  = Kerapatan Maksimum

$\ln$  = Logaritma natural

$S_{ff}$  = Kecepatan pada saat kondisi lalu lintas sangat rendah atau pada kondisi kerapatan mendekati nol atau kecepatan mendekati nol atau kecepatan arus bebas (km/jam)

## 2.6 Kapasitas Jalan

Kapasitas jalan berdasarkan (PKJI 2014) adalah kemampuan ruas jalan untuk menampung arus atau volume lalu lintas yang ideal dalam satuan waktu tertentu, dinyatakan dalam jumlah kendaraan yang melewati potongan jalan tertentu dalam satu jam (kend/jam), atau dengan mempertimbangkan berbagai jenis kendaraan dalam perhitungan kapasitas menggunakan satuan mobil penumpang per jam atau (smp/jam) (Zahwa Nur Raudah, Widodo Kushartomo, 2021)

Persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut: (Sarra Amanda Sinaga, Siti Zainab, 2021)

$$C = C_0 \cdot FC_W \cdot FC_{SP} \cdot FC_{SF} \cdot FC_{CS} \quad (2.20)$$

Dimana:

$C$  = kapasitas (smp/jam)

$C_0$  = kapasitas dasar (smp/jam)

$FC_W$  = faktor penyesuaian lebar jalan

$FC_{SP}$  = faktor penyesuaian pemisah arah (untuk jalan tak terbagi)

$FC_{SF}$  = faktor penyesuaian hambatan smaping dan bahu jalan

$FC_{CS}$  = faktor penyesuaian ukuran kota

## 2.7 Analisa Regresi Linear

Analisa Regresi Linear adalah metode statistic yang digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselediki. Model analisa Regresi Linier dapat memodelkan hubungan antara dua peubah atau lebih. Pada model ini terdapat peubah titik bebas (y) yang mempunyai hubungan fungsional dengan satu atau lebih peubah bebas (x), hubungan secara umum dapat dinyatakan dalam Pers 2.26.

$$Y = A + BX \quad (2.21)$$

Dimana :

Y = Peubah tidak bebas

X = Peubah bebas

A = Konstanta regresi

B = Koefisien regresi

Parameter A dan B dapat diperkirakan dengan menggunakan metode kuadrat terkecil yang meminimumkan total kuadratis residual antara hasil model dengan hasil pengamatan. Nilai parameter A dan B bisa didapatkan dari Pers 2.27 dan Pers 2.22.

$$B = \frac{N\sum i(X_i Y_i) - \sum i(X_i) \cdot \sum i(Y_i)}{N\sum i(x_i^2) - (\sum i(X_i))^2} \quad (2.22)$$

Dimana :

B = Koefisien regresi

N = Jumlah kendaraan yang diamati

Y = Peubah tidak bebas

X = Peubah bebas

i = Jumlah variabel

$$A = Y - BX \quad (2.23)$$

Dimana :

Y = Peubah tidak bebas

X = Peubah bebas

A = Konstanta regresi

B = Koefisien regresi

## 2.8 Analisa Korelasi

Derajat atau tingkat hubungan antara dua variable diukur dengan Indeks Korelasi, yang disebut sebagai koefisien korelasi dan ditulis dengan simbol R. Apabila nilai koefisien korelasi tersebut dikuadratkan ( $R^2$ ), maka disebut sebagai koefisien determinasi yang berfungsi untuk melihat sejauh mana ketepatan fungsi regresi.

Nilai koefisien korelasi dapat dihitung dengan memakai rumus pada Pers 2.24.

$$R = \frac{n\sum(X_iY_i) - (\sum(X_i)\sum(Y_i))}{\sqrt{(n\sum(x_i^2) - (\sum(Y_i))^2)(n\sum(y_i^2) - (\sum(X_i))^2)}} \quad (2.24)$$

Dimana :

B = Koefisien regresi

N = Jumlah kendaraan yang diamati

Y = Peubah tidak bebas

X = Peubah bebas

i = Jumlah variabel

Nilai koefisien korelasi r berkisar dari -1 sampai dengan +1. Nilai negatif menunjukkan suatu korelasi negatif sedangkan nilai positif menunjukkan suatu korelasi positif. Nilai nol menunjukkan bahwa tidak terjadi korelasi antara satu peubah dan peubah lainnya.

## 2.9 Hambatan Samping

Menurut (Mubarak et al., 2021) Hambatan samping (side fiction factor) berpengaruh terhadap kecepatan kendaraan dan kapasitas jalan. Semakin tinggi hambatan samping kecepatan kendaraan rendah dan mengurangi kapasitas jalan. Tipe kejadian hambatan samping diklasifikasikan dalam 4 (empat) kelompok, yaitu: (Manual Kapasitas jalan Indonesia) tahun 1997.

- Pejalan kaki
- Parkir, kendaraan berhenti

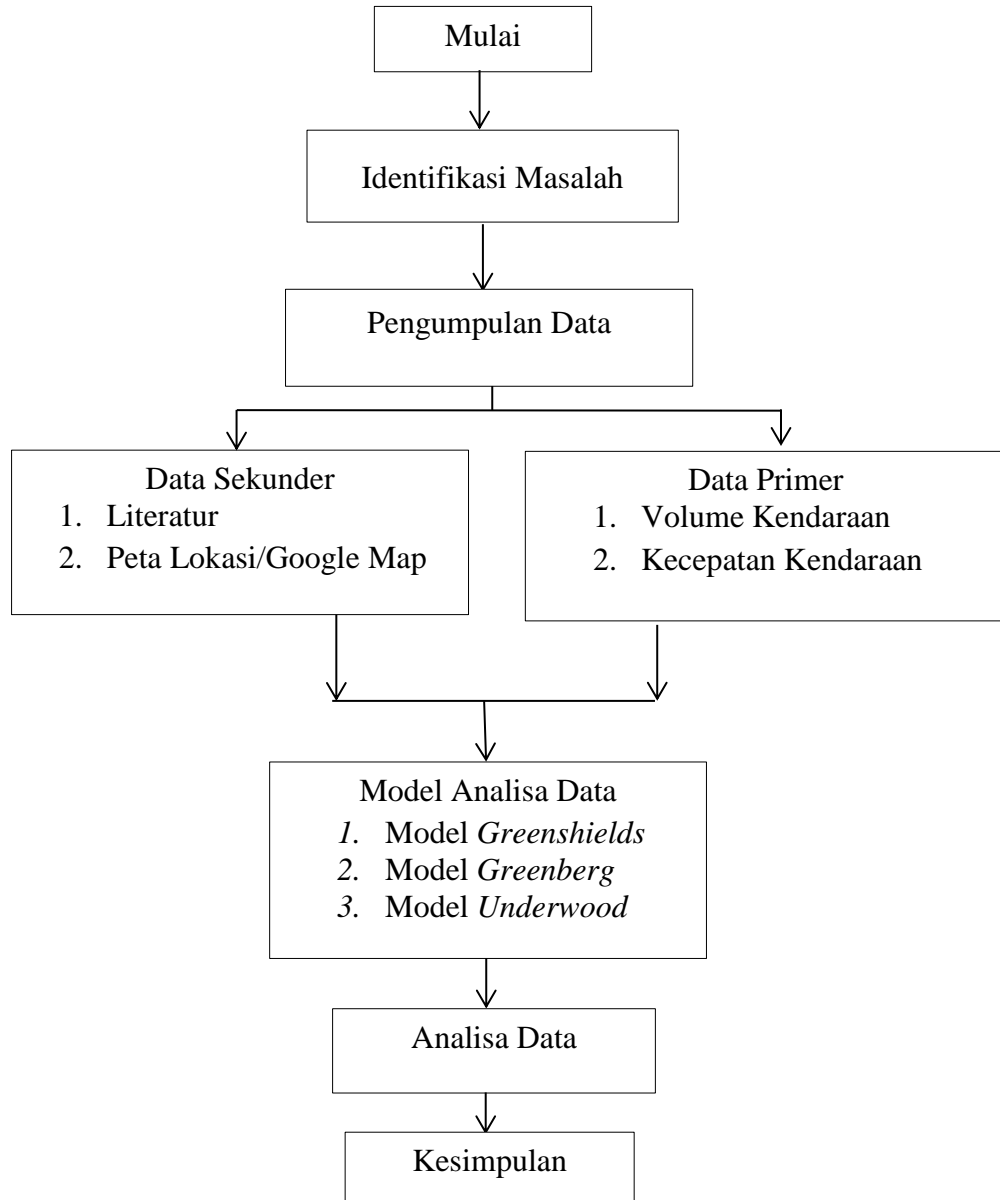
- Kendaraan masuk + keluar
- Kendaraan lambat/kendaraan tidak bermotor

Perhitungan frekuensi perbobot kejadian untuk hambatan samping dilakukan dengan mengalikan faktor bobot dengan frekuensi kejadian per jam per 200 m.

**BAB 3**  
**METODE PENELITIAN**

**3.1 Bagan Alir Penelitian**

Penelitian ini memiliki bagan alir sebagai berikut:



Gambar 3.1: Bagan Alir Penelitian.

### **3.2 Penentuan Lokasi Penelitian**

Penentuan lokasi penelitian ini terletak di ruas Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran, sepanjang 100 M.

Ada beberapa alasan pemilihan Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran sebagai lokasi penelitian, ini antara lain yaitu:

1. Jalan ini merupakan jalan menuju Tugu Pahlawan Kisaran, dan lain-lain.
2. Jalan ini merupakan jalan yang memiliki tingkat kepadatan yang lumayan tinggi.
3. Jalan ini merupakan jalan akses untuk menuju kawasan Perkotaan seperti Toko Ponsel, Toko Pakaian, klinik mata, pedagang emas, toko sepatu, toko elektronik, toko komputer dan lain-lain.

### **3.3 Survey Pendahuluan**

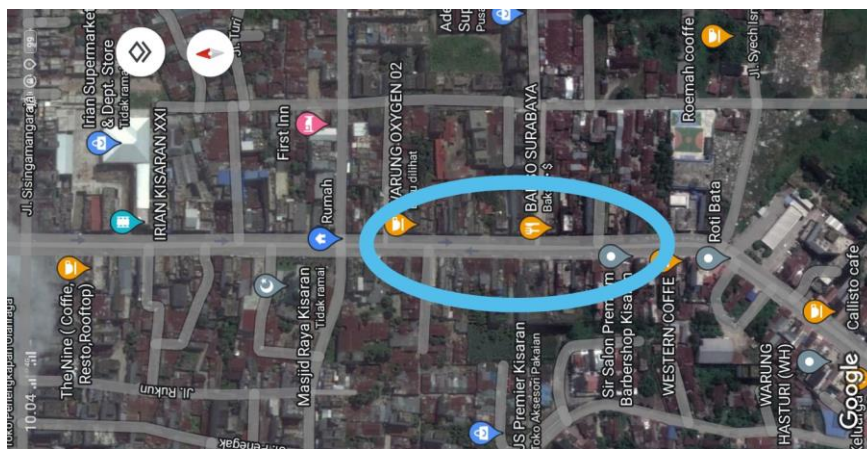
Pada survei pendahuluan ini dilakukan guna untuk mengetahui gambaran umum pada tempat penelitian dan untuk menentukan rumusan dan identifikasi permasalahan.

Kegiatan ini meliputi:

1. Menentukan pilihan metode yang didasarkan pada kemampuan data yang hendak digunakan.
2. Mengamati kondisi di lapangan serta menaksir keadaan yang berkaitan dengan mutu data yang akan diambil, meliputi:
  - a. Lebar lajur
  - b. Jumlah lajur
  - c. Volume lalulintas
  - d. Kecepatan lalulintas
  - e. Keadaan arus lalulintas
  - f. Jenis kendaraan
  - g. Kondisi Lingkungan Sekitar



Gambar 3.2: Dokumentasi Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.



Gambar 3.3: Peta Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.

### 3.4 Metode Pengambilan Data

#### 3.4.1 Alat Pengumpulan Data

Untuk memudahkan dalam pengumpulan data dilapangan maka digunakan beberapa alat dalam membantu kegiatan ini antara lain:

- a. Meteran.
- b. *Stop watch*.

- c. *Counter*/alat hitung manual.
- d. Alat tulis.
- e. Camera.

### **3.5 Data Yang Diperlukan**

Pada penelitian ini data yang diperlukan adalah data volume kendaraan dan kecepatan rata-rata. Sedangkan besarnya kepadatan akan dihitung berdasarkan data volume dan kecepatan kendaraan.

Besarnya volume lalu lintas dapat diperoleh dengan mencatat jumlah kendaraan yang melewati suatu titik tertentu dilapangan dalam periode waktu tertentu, yang diequivalenkan dengan satuan mobil penumpang (smp).

Sedangkan kecepatan kendaraan dalam ruang dengan cara mengetahui jarak tertentu yang telah ditetapkan yang dilalui oleh satu kendaraan, kemudian dicatat waktu tempuh kendaraan dalam jarak tersebut. Kecepatan kendaraan adalah hasil bagi antara jarak dengan waktu tempuh.

#### **3.5.1 Metode Pengambilan Data Arus/Volume (Flow) Kendaraan**

Data volume (flow) dapat diambil dengan melakukan survey lapangan. Jenis kendaraan yang disurvei disesuaikan dengan penggolongan jenis kendaraan pada Manual Jalan Kapasitas Indonesia (PKJI) 2014, yaitu untuk kelompok kendaraan:

1. Kendaraan ringan (Kr) adalah kendaraan bermotor dua as beroda 4 dengan jarak as 2-3 m (termasuk mobil penumpang, opelet, microbus, pik-u, dan truck kecil sesuai Klasifikasi Bina Marga).
2. Kendaraan berat (Kb) adalah kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,50 m, biasanya beroda lebih dari 4 (termasuk bis, truk 2 as, truk 3 as dan truk sesuai kombinasi sesuai sistem Klasifikasi Bina Marga).
3. Kendaraan motor (Km) adalah kendaraan bermotor roda dua atau tiga (termasuk sepeda motor dan kendaraan beroda tiga sesuai sistem Klasifikasi Bina Marga).



### 3.5.2 Data Hasil Survey Lapangan

Berdasarkan hasil pengamatan survei pendahuluan dan pengambilan data di lapangan yang dilakukan pada hari Senin sampai hari Minggu (11-17 April 2022), maka diperoleh data volume lalu lintas.

Tabel 3.1: Data volume kendaraan ruas Jalan Imam Bonjol per 15 menit (Sentang – Irian) (Senin, 11 April 2022)

| Waktu Pengamatan | Jumlah Volume Kendaraan (Kend/Jam) |    |      |
|------------------|------------------------------------|----|------|
|                  | KR                                 | KB | KM   |
| <b>Pagi</b>      |                                    |    |      |
| 07:00-07:15      | 56                                 | 1  | 332  |
| 07:15-07:30      | 60                                 | 2  | 341  |
| 07:30-07:45      | 62                                 | 4  | 347  |
| 07:45-08:00      | 64                                 | 5  | 351  |
| Total/Jam        | 242                                | 12 | 1383 |
| 08:00-08:15      | 72                                 | 6  | 356  |
| 08:15-08:30      | 70                                 | 6  | 362  |
| 08:30-08:45      | 76                                 | 5  | 372  |
| 08:45-09:00      | 68                                 | 4  | 355  |
| Total/Jam        | 286                                | 16 | 1445 |
| <b>Siang</b>     |                                    |    |      |
| 12:00-12:15      | 72                                 | 2  | 328  |
| 12:15-12:30      | 79                                 | 4  | 343  |
| 12:30-12:45      | 87                                 | 5  | 348  |
| 12:45-13:00      | 83                                 | 6  | 360  |
| Total/Jam        | 321                                | 17 | 1379 |
| 13:00-13:15      | 89                                 | 4  | 368  |
| 13:15-13:30      | 87                                 | 4  | 385  |
| 13:30-13:45      | 76                                 | 2  | 391  |
| 13:45-14:00      | 65                                 | 4  | 384  |
| Total/Jam        | 317                                | 14 | 1528 |
| <b>Sore</b>      |                                    |    |      |
| 16:00-16:15      | 70                                 | 6  | 350  |
| 16:15-16:30      | 86                                 | 5  | 364  |
| 16:30-16:45      | 82                                 | 5  | 381  |
| 16:45-17:00      | 86                                 | 4  | 390  |
| Total/Jam        | 324                                | 19 | 1485 |
| 17:00-17:15      | 84                                 | 2  | 370  |
| 17:15-17:30      | 81                                 | 3  | 365  |
| 17:30-17:45      | 75                                 | 2  | 367  |
| 17:45-18:00      | 71                                 | 6  | 346  |
| Total/Jam        | 311                                | 11 | 1448 |

Tabel 3.2: Data Waktu Tempuh Kendaraan ruas Jalan Imam Bonjol per 15 menit (Sentang – Irian) (Senin, 11 April 2022)

| Waktu Pengamatan | Waktu Tempuh Kendaraan (Detik) |      |      |
|------------------|--------------------------------|------|------|
|                  | KR                             | KB   | KM   |
| Pagi             |                                |      |      |
| 07:00-07:15      | 11,2                           | 13,5 | 10,9 |
|                  | 11,6                           | 0    | 10,5 |
|                  | 13,6                           | 0    | 10,9 |
|                  | 12,4                           | 0    | 11   |
|                  | 12,1                           | 0    | 11,2 |
| Rata-rata        | 12,2                           | 13,5 | 10,9 |
| 07:15-07:30      | 12,7                           | 15,3 | 9,1  |
|                  | 13,0                           | 14,1 | 9,5  |
|                  | 12,1                           | 0    | 10,6 |
|                  | 13,3                           | 0    | 11,2 |
|                  | 12,9                           | 0    | 10,1 |
| Rata-rata        | 12,8                           | 14,7 | 10,1 |
| 07:30-07:45      | 11,9                           | 13,4 | 9,8  |
|                  | 11,2                           | 12,8 | 10,4 |
|                  | 11,3                           | 15,3 | 11   |
|                  | 12,1                           | 16,2 | 10,3 |
|                  | 12,5                           | 0    | 9,6  |
| Rata-rata        | 11,8                           | 14,4 | 10,2 |
| 07:45-08:00      | 13,1                           | 14   | 7,4  |
|                  | 12,5                           | 15,6 | 8    |
|                  | 11,8                           | 14,7 | 10,1 |
|                  | 12,9                           | 14,2 | 13,9 |
|                  | 11,2                           | 16,4 | 12,3 |
| Rata-rata        | 12,3                           | 15   | 10,3 |

Tabel 3.2: *Lanjutan*

| Waktu Pengamatan | Waktu Tempuh Kendaraan (Detik) |      |      |
|------------------|--------------------------------|------|------|
|                  | KR                             | KB   | KM   |
| Pagi             |                                |      |      |
| 08:00-08:15      | 14,7                           | 17,2 | 12,4 |
|                  | 13,1                           | 14,7 | 9,8  |
|                  | 11,9                           | 16   | 12,1 |
|                  | 12,8                           | 15,1 | 13,5 |
|                  | 14,9                           | 16,2 | 10,3 |
| Rata-rata        | 13,5                           | 15,8 | 11,6 |
| 08:15-08:30      | 10,2                           | 13,6 | 12,9 |
|                  | 10,9                           | 15,1 | 14,1 |
|                  | 10,3                           | 14,9 | 11   |
|                  | 11,4                           | 16,4 | 12,7 |
|                  | 12,1                           | 15,6 | 10,5 |
| Rata-rata        | 11                             | 15,1 | 12,2 |
| 08:30-08:45      | 11,4                           | 15,2 | 10,7 |
|                  | 13,2                           | 17,1 | 12,6 |
|                  | 13                             | 15,9 | 10,3 |
|                  | 11,1                           | 14,3 | 11,3 |
|                  | 11,5                           | 17,4 | 11,5 |
| Rata-rata        | 12                             | 16   | 11,3 |
| 08:45-09:00      | 14,2                           | 13,8 | 9,2  |
|                  | 12,1                           | 15,3 | 11,3 |
|                  | 11,6                           | 13,7 | 12,1 |
|                  | 12,6                           | 14   | 11   |
|                  | 11,7                           | 0    | 11,8 |
| Rata-rata        | 12,4                           | 14,2 | 11,1 |

Tabel 3.2: *Lanjutan*

| Waktu Pengamatan | Waktu Tempuh Kendaraan (Detik) |      |      |
|------------------|--------------------------------|------|------|
|                  | KR                             | KB   | KM   |
| Siang            |                                |      |      |
| 12:00-12:15      | 17,6                           | 15,3 | 11,2 |
|                  | 15,2                           | 18,7 | 12,7 |
|                  | 14,6                           | 0    | 11,7 |
|                  | 17,7                           | 0    | 14,4 |
|                  | 18,3                           | 0    | 11,1 |
| Rata-rata        | 16,7                           | 17   | 12,2 |
| 12:15-12:30      | 13,7                           | 14,3 | 9,6  |
|                  | 15                             | 16,9 | 11,4 |
|                  | 15,9                           | 15,6 | 10,2 |
|                  | 16,4                           | 17,7 | 10,5 |
|                  | 17,8                           | 0    | 10   |
| Rata-rata        | 15,8                           | 16,1 | 10,3 |
| 12:30-12:45      | 17                             | 15   | 12,6 |
|                  | 16,1                           | 16,1 | 10,6 |
|                  | 15,3                           | 18   | 11   |
|                  | 16,7                           | 16,9 | 11,9 |
|                  | 16,5                           | 17,8 | 10,8 |
| Rata-rata        | 16,3                           | 16,8 | 11,4 |
| 12:45-13:00      | 14,9                           | 16,3 | 11,9 |
|                  | 16,7                           | 18,6 | 11,6 |
|                  | 15                             | 17,1 | 11,4 |
|                  | 16,9                           | 17,6 | 12,1 |
|                  | 17,4                           | 18,1 | 12,1 |
| Rata-rata        | 16,2                           | 17,5 | 11,8 |

Tabel 3.2: *Lanjutan*

| Waktu Pengamatan | Waktu Tempuh Kendaraan (Detik) |      |      |
|------------------|--------------------------------|------|------|
|                  | KR                             | KB   | KM   |
| Siang            |                                |      |      |
| 13:00-13:15      | 13,8                           | 15,3 | 10,6 |
|                  | 14                             | 17,2 | 12,6 |
|                  | 16,3                           | 17   | 10,7 |
|                  | 15,3                           | 18,7 | 10,2 |
|                  | 16,2                           | 0    | 9,4  |
| Rata-rata        | 15,1                           | 17,1 | 10,7 |
| 13:15-13:30      | 17,5                           | 16   | 10,8 |
|                  | 15,9                           | 17,9 | 10,3 |
|                  | 17,4                           | 16,9 | 11,4 |
|                  | 15,2                           | 18,3 | 11,2 |
|                  | 15,8                           | 0    | 10,1 |
| Rata-rata        | 16,4                           | 17,3 | 10,8 |
| 13:30-13:45      | 12,8                           | 18,7 | 12,7 |
|                  | 13,6                           | 14,6 | 12   |
|                  | 14,7                           | 0    | 11,1 |
|                  | 13,1                           | 0    | 10   |
|                  | 13                             | 0    | 10,8 |
| Rata-rata        | 13,4                           | 16,7 | 11,3 |
| 13:45-14:00      | 16,7                           | 15,8 | 11,4 |
|                  | 14,8                           | 16,6 | 12,1 |
|                  | 15,2                           | 15,9 | 13,9 |
|                  | 15,6                           | 17,4 | 10,1 |
|                  | 14,3                           | 0    | 10,1 |
| Rata-rata        | 15,3                           | 16,4 | 11,5 |

Tabel 3.2: *Lanjutan*

| Waktu Pengamatan | Waktu Tempuh Kendaraan (Detik) |      |      |
|------------------|--------------------------------|------|------|
|                  | KR                             | KB   | KM   |
| Sore             |                                |      |      |
| 16:00-16:15      | 14,2                           | 16,3 | 12,3 |
|                  | 14,6                           | 15   | 11,9 |
|                  | 13,9                           | 16,9 | 11,4 |
|                  | 14,3                           | 16,2 | 9,3  |
|                  | 15,1                           | 15,7 | 10,6 |
| Rata-rata        | 14,4                           | 16   | 11,1 |
| 16:15-16:30      | 16,2                           | 15,9 | 12,7 |
|                  | 15,7                           | 17,8 | 12,8 |
|                  | 13,6                           | 17,2 | 11,8 |
|                  | 15,6                           | 16,6 | 11,3 |
|                  | 14,5                           | 18,2 | 11,9 |
| Rata-rata        | 15,1                           | 17,1 | 12,1 |
| 16:30-16:45      | 16,4                           | 13,8 | 14,1 |
|                  | 12,8                           | 15,2 | 12,5 |
|                  | 13,5                           | 14,3 | 10,6 |
|                  | 14,3                           | 15,1 | 12   |
|                  | 13,2                           | 17   | 10,2 |
| Rata-rata        | 14                             | 15,1 | 11,9 |
| 16:45-17:00      | 14,2                           | 14,6 | 11,8 |
|                  | 16,3                           | 16,2 | 17,9 |
|                  | 14,8                           | 15   | 11,4 |
|                  | 15,3                           | 16,3 | 9,3  |
|                  | 14                             | 0    | 10,7 |
| Rata-rata        | 14,9                           | 15,5 | 12,2 |

Tabel 3.2: *Lanjutan*

| Waktu Pengamatan | Waktu Tempuh Kendaraan (Detik) |      |      |
|------------------|--------------------------------|------|------|
|                  | KR                             | KB   | KM   |
| Sore             |                                |      |      |
| 17:00-17:15      | 15,1                           | 16,2 | 12,6 |
|                  | 17                             | 16,8 | 13,6 |
|                  | 15,6                           | 0    | 11,8 |
|                  | 15,9                           | 0    | 10,9 |
|                  | 15                             | 0    | 13   |
| Rata-rata        | 15,7                           | 16,5 | 12,4 |
| 17:15-17:30      | 14,7                           | 15,7 | 9,9  |
|                  | 16,2                           | 17,6 | 11,3 |
|                  | 15,1                           | 14,4 | 12,6 |
|                  | 14,3                           | 0    | 10,4 |
|                  | 16,4                           | 0    | 10,3 |
| Rata-rata        | 15,3                           | 15,9 | 10,9 |
| 17:30-17:45      | 13,4                           | 14,6 | 14,3 |
|                  | 14,3                           | 15,7 | 12,6 |
|                  | 13,9                           | 0    | 10,7 |
|                  | 14,6                           | 0    | 11   |
|                  | 15,4                           | 0    | 10,1 |
| Rata-rata        | 14,3                           | 15,2 | 11,7 |
| 17:45-18:00      | 16,4                           | 14,8 | 13,7 |
|                  | 14                             | 16,6 | 10,9 |
|                  | 15,6                           | 15,3 | 11,3 |
|                  | 13,7                           | 15,7 | 11,6 |
|                  | 15,8                           | 15,4 | 9,4  |
| Rata-rata        | 15,1                           | 15,6 | 11,4 |

## **3.6 Metode Teknik Pelaksanaan Pengambilan Data Lapangan**

### **3.6.1 Metode Pengolahan Data**

#### **1. Volume**

Dalam pengumpulan data volume dengan kurun waktu atau periode selama 15 menit. Untuk selanjutnya masing masing jenis kendaraan dicatat jumlahnya sesuai dengan jenis kendaraan di lembar form. Dari hasil pencatatan masing masing kendaraan tersebut dapat diketahui jumlah total keseluruhan dari kendaraan tersebut. Untuk selanjutnya disesuaikan dengan faktor kondisi (emp) terhadap kendaraan mobil penumpang (kendaraan ringan), jumlah masing masing kendaraan tersebut kemudian di konversikan ke dalam satuan mobil penumpang (smp) yang di kelompokkan dalam jumlah total semua kendaraan dalam smp dan jumlah total kendaraan bermotor dalam smp.

Perhitungan dilakukan secara terus menerus untuk semua data yang masuk pada keseluruhan jam pengamatan, sehingga didapat susunan data volume kendaraan pada setiap interval waktu.

#### **2. Kecepatan Dan Kecepatan Rata-rata**

Perhitungan kecepatan dan kecepatan rata rata ini sama dengan cara memperoleh data dari volume dimana nilai dari waktu tempuh dari masing masing kendaraan telah diperoleh, maka kemudian dihitung kecepatan dari masing masing kendaraan dengan rumus kecepatan adalah jarak tempuh dibagi dengan waktu tempuh kendaraan. Setelah semua kecepatan kendaraan di peroleh hasilnya kemudian menghitung kecepatan rata rata.

#### **3. Kerapatan Lalu Lintas**

Setelah volume dan kecepatan rata rata kendaraan diperoleh kemudian menghitung kerapatan lalu lintas. Dimana nilai kerapatan ini diperoleh dengan membagi nilai volume kendaraan (dalam smp/jam) dengan kecepatan rata rata (satuan km/jam). Maka nilai kerapatan lalu lintas ini satuannya adalah smp/km. ketiga variabel ini (volume/q, kecepatan rata rata ruang/Us, dan kerapatan lalu lintas/k) nantinya akan digunakan untuk menganalisa model pendekatan yang digunakan dalam analisa hubungan volume, kecepatan dan kerapatan.

#### **4. Hubungan antara volume, kecepatan dan kerapatan**

Setelah semua variabel diketahui besarnya berdasarkan hasil survei di



lapangan selama jam pengamatan, maka dilakukan uji statistik seperti analisa regresi linear untuk mendapatkan besarnya nilai parameter model, analisa korelasi untuk menganalisa sejauh mana ketepatan fungsi regresi dengan mencari besarnya nilai koefisien determinasi ( $r^2$ ). Selanjutnya dilakukan analisa matematis untuk menggambarkan model dari masing-masing model pengamatan seperti: model pendekatan Greenshields, Greenberg dan Underwood. Sesuai dengan rumusan model hubungan yang dikembangkan oleh masing-masing model pendekatan yang ditinjau. Dari tes uji statistik yang dipergunakan dapat diketahui model yang paling mendekati dari lokasi yang diamati.

### **3.6.2 Metode Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan**

Pengambilan waktu tempuh kendaraan dilapangan dilakukan dengan metode kecepatan setempat dengan mengukur waktu perjalanan bergerak. Metode setempat yang dimaksud untuk mengukur karakteristik kecepatan pada lokasi tertentu pada lalulintas.

#### **1. Pengaturan waktu pelaksanaan**

Pada pengambilan data jumlah kendaraan, pencatatan waktu tempuh ini dilakukan jam 07.00 - 09.00 WIB (pagi), jam 12.00 - 14.00 WIB (siang), dan sore jam 16.00 - 18.00 WIB (sore), dengan interval waktu 15 menit selama 7 hari berturut-turut.

#### **2. Tata cara pelaksanaan**

Ada beberapa tata cara pengambilan data waktu tempuh kendaraan yang nantinya akan digunakan untuk mendapatkan data kecepatan yaitu antara lain:

- a. Jarak pengambilan data sepanjang 100 M
- b. Untuk menghitung waktu tempuh tiap-tiap kendaraan yang lewat dengan menggunakan stop watch.
- c. Waktu yang sudah didapatkan langsung dicatat pada form yang telah tersedia sesuai dengan *time slice* pengamatan.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Umum

Data yang digunakan untuk proses perhitungan dalam penelitian ini adalah data primer. Dimana data primer merupakan data yang didapat dari pengamatan langsung dan perhitungan dilapangan, pada lokasi penelitian di Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.

#### 4.2 Data Geometrik

Survei tata guna lahan ini dilakukan dengan cara pengukuran langsung di lapangan meliputi Tipe jalan, Lebar jalan, dan Lebar bahu jalan.

Tabel 4.1: Data Geometrik Lokasi Penelitian.

| Lokasi Penelitian              | Tipe Jalan | Lebar Jalan (m) | Lebar Median (m) | Lebar Bahu Jalan (m) | Hambatan Samping |
|--------------------------------|------------|-----------------|------------------|----------------------|------------------|
| Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran | 4/2 T      | 5               | 1,5              | 1,5                  | Rendah           |

#### 4.3 Data Arus Lalu Lintas

Data arus (*flow*) lalu lintas diambil dilokasi studi dengan cara survei pada saat jam pagi yaitu (07.00-09.00 WIB), siang (jam 12.00-14.00 WIB), dan sore (jam 16.00-18.00 WIB), pengambilan data dilakukan selama 7 (tujuh) hari berturut-turut, yaitu hari Senin tanggal 11 April 2022 sampai dengan hari Minggu tanggal 17 April 2022.

Data diambil dengan interval waktu 15 menit, penggolongan jenis kendaraan sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014. Yaitu untuk Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB), dan Kendaraan Motor (KM).

Data masing-masing kendaraan dijumlah dan dijadikan dalam satuan kendaraan per jam. Selanjutnya sesuai dengan ekivalen kendaraan ringan (ekr)

terhadap mobil penumpang (kendaraan ringan) jumlah masing-masing kendaraan dikonversi dalam satuan kendaraan ringan (skr) yang dikelompokkan dalam jumlah total semua kendaraan dengan satuan skr/jam.

Pengolahan dan perhitungan jumlah data dilakukan dengan cara perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Total kendaraan per jam merupakan jumlah semua jenis kendaraan.
2. Volume (*flow*) total kendaraan dalam satuan kendaraan ringan (skr) perhitungannya sesuai dengan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2014, adalah mengalihkan jumlah kendaraan tiap jenisnya dengan faktor konversi (ekr) yaitu untuk kendaraan ringan dikalikan dengan 1, kendaraan berat dikalikan dengan 1,2 dan untuk sepeda motor dikalikan dengan 0,25 serta dikalikan lagi dengan 4 untuk perjamnya.

Sebagai contoh perhitungan dapat diambil data survei arah ke pada jam 07.00 – 08.00 Wib sebagai berikut:

KR = 242 kendaraan, faktor konversi (ekr = 1)

KB = 12 kendaraan, faktor konversi (ekr = 1,2)

KM = 1383 kendaraan, faktor konversi (ekr = 0.25)

Akan diperoleh volume kendaraan dalam satuan kendaraan ringan (skr) dalam 1 jam sebagai berikut:

$KR = 242 \times 1 = 242 \text{ skr/jam}$

$KB = 12 \times 1,2 = 14,4 \text{ skr/jam}$

$KM = 1383 \times 0,25 = 342,75 \text{ skr/jam}$

Totalnya adalah  $KR + KB + KM = 242 + 12 + 1371 = 1625 \text{ skr/jam}$

Untuk mempermudah perhitungan, maka hanya diambil satu sampel data volume pada hari Senin, 11 April 2022 (sentang – irian)

Untuk lebih jelasnya pengumpulan dan pengolahan data volume dapat dilihat Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Volume Lalulintas ruas Jalan Imam Bonjol per 1 Jam Senin, 11 April 2022 (Sentang - Irian)

| No | Waktu Pengamatan | KR       |         | KB        |         | KM         |         | Total Kendaraan |         |
|----|------------------|----------|---------|-----------|---------|------------|---------|-----------------|---------|
|    |                  | Ekr = 1  |         | Ekr = 1,2 |         | Ekr = 0,25 |         |                 |         |
|    |                  | Kend/jam | Skr/jam | Kend/jam  | Skr/jam | Kend/jam   | Skr/jam | Kend/jam        | Skr/jam |
| 1  | 07:00-08:00      | 242      | 242     | 12        | 14,4    | 1371       | 342,75  | 1637            | 599     |
| 2  | 08:00-09:00      | 286      | 286     | 16        | 19,2    | 1445       | 361,25  | 1747            | 666     |
| 3  | 12:00-13:00      | 321      | 321     | 17        | 20,4    | 1379       | 344,75  | 1717            | 686     |
| 4  | 13:00-14:00      | 317      | 317     | 14        | 16,8    | 1528       | 382     | 1859            | 716     |
| 5  | 16:00-17:00      | 324      | 324     | 19        | 22,8    | 1485       | 371,25  | 1828            | 718     |
| 6  | 17:00-18:00      | 311      | 311     | 11        | 13,2    | 1448       | 362     | 1770            | 686     |

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas, dapat dilihat bahwa arus total kendaraan Sentang - Irian yang paling terbesar terjadi di sore hari pada pukul 16:00 – 17:00 Wib.

#### 4.4 Data Kecepatan Kendaraan

Pengambilan data kecepatan dilakukan dengan menggunakan metode survey di lapangan seperti pengambilan data volume, dengan jenis kendaraan meliputi Kendaraan Ringan (KR), Kendaraan Berat (KB), dan Kendaraan Motor (KM), serta semua jumlah dari 3 jenis kendaraan tersebut diambil dan dihitung kecepatannya.

Dilapangan data kecepatan kendaraan yang diambil adalah waktu tempuh kendaraan pada penggal ruas jalan sepanjang 100 meter, dalam satuan detik. Penentuan waktu tempuh dicatat dalam kertas format survei.

Kemudian data tersebut diolah dan perhitungannya adalah sebagai berikut:

1. Waktu tempuh untuk setiap jenis kendaraan dijumlah dan diambil rata ratanya dalam waktu 1 jam.
2. Perhitungan kecepatan adalah jarak dibagi rata-rata waktu tempuh, dengan penyesuaian satuan dari meter per detik menjadi kilometer per jam.

Perhitungan data kecepatan ini dipisahkan sesuai dengan jenis kendaraannya,

dan untuk analisa kecepatan dipakai kecepatan total semua jenis kendaraan dalam waktu lima belas menit.

Sebagai contoh perhitungan untuk kecepatan adalah diambil pada pengamatan pukul 07.00 – 08.00, sebagai berikut:

Waktu tempuh kendaraan : 12,3 detik

Jarak tempuh kendaraan : 100 meter

Maka :

$$\text{Kecepatan} = \frac{\text{Jarak}}{\text{Waktu}} = \frac{100 \text{ meter}}{12,3 \text{ detik}} = \frac{0,1}{0,004} = 29,27 \text{ km/jam}$$

Untuk mempermudah perhitungan, maka hanya diambil satu sampel data kecepatan kendaraan pada hari Senin, 11 April 2022.

Untuk lebih jelasnya pengumpulan dan pengolahan data kecepatan dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 4.3: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Senin, 11 April 2022 (Sentang - irian)

| No | Waktu Pengamatan | Waktu tempuh (detik) |      |      | Rata-rata | Kecepatan (km/jam) |       |       | Rata-rata |
|----|------------------|----------------------|------|------|-----------|--------------------|-------|-------|-----------|
|    |                  | KR                   | KB   | KM   |           | KR                 | KB    | KM    |           |
| 1  | 07:00-08:00      | 12,3                 | 14,4 | 10,4 | 12,37     | 29,27              | 25    | 34,62 | 29,63     |
| 2  | 08:00-09:00      | 12,2                 | 15,3 | 11,6 | 13,03     | 29,51              | 23,53 | 31,03 | 28,02     |
| 3  | 12:00-13:00      | 16,3                 | 16,9 | 11,4 | 14,87     | 22,09              | 21,3  | 31,58 | 24,99     |
| 4  | 13:00-14:00      | 15,1                 | 16,9 | 11,1 | 14,37     | 23,84              | 21,3  | 32,43 | 25,86     |
| 5  | 16:00-17:00      | 14,6                 | 15,9 | 11,8 | 14,1      | 24,66              | 22,64 | 30,51 | 25,94     |
| 6  | 17:00-18:00      | 15,1                 | 15,8 | 11,6 | 14,17     | 23,84              | 22,78 | 31,03 | 25,89     |

Berdasarkan Tabel 4.3 diatas, dapat diketahui bahwa kecepatan terbesar kendaraan ringan adalah 29,27 km/jam, kendaraan berat 25 km/jam dan sepeda motor adalah 34,62 km/jam. Hal ini terjadi pada pukul 07:00 - 08:00 Wib.

#### 4.5 Data Kerapatan Kendaraan

Nilai kerapatan dihitung dengan membagi volume dengan kecepatan dalam interval waktu per jam. Data kepadatan kendaraan dapat dilihat pada Tabel sebagai berikut.

Tabel 4.4: Kerapatan Kendaraan Pada hari Senin, 22 April 2022 (Sentang-Irian)

| No | Waktu Pengamatan | Volume (skr/jam) | Kecepatan (km/jam) | Kerapatan (skr/km) |
|----|------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| 1  | 07:00-08:00      | 599              | 29,63              | 20,22              |
| 2  | 08:00-09:00      | 666              | 28,02              | 23,77              |
| 3  | 12:00-13:00      | 686              | 24,99              | 27,45              |
| 4  | 13:00-14:00      | 716              | 25,86              | 27,69              |
| 5  | 16:00-17:00      | 718              | 25,94              | 27,68              |
| 6  | 17:00-18:00      | 686              | 25,89              | 26,5               |

Berdasarkan Tabel 4.4 diatas, dapat diketahui bahwa nilai kerapatan terbesar pada hari senin adalah 27,69 smp/km. Hal ini terjadi pada pukul 13:00 - 14:00 Wib.

#### 4.6. Analisa Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan menggunakan rumus yang ada dalam pedoman PKJI bagian perkotaan yang memiliki faktor penyesuaian. Dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Perhitungan Kapasitas Jalan.

| Kelas Jalan                    | Faktor Penyesuaian |                  |                  |                  |                  |
|--------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                | Co (skr/jam)       | FC <sub>LJ</sub> | FC <sub>PA</sub> | FC <sub>HS</sub> | FC <sub>UK</sub> |
| Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran | 1650               | 1,00             | 1,00             | 1,00             | 1,00             |

Penyajian data dari Tabel 4.5 di atas menunjukkan banyaknya kendaraan dari setiap lajur yang digunakan dengan batas jarak pengamatan yang telah ditentukan, dikonversikan terhadap faktor penyesuaian sesuai tipe kendaraan yang satuannya menjadi skr, konversi yang dilakukan dari banyaknya kendaraan per lajur, dari total banyaknya kendaraan dijumlahkan satuan dirubah menjadi per jam dari setiap lajur, untuk kapasitas dari kondisi arus lalu lintas diperoleh dari perkalian seluruh faktor penyesuaian sesuai PKJI, untuk memperoleh V/C Ratio

dengan membagi volume lalu lintas di setiap ruas jalan terhadap kapasitas yang dijumlahkan dari setiap lajur dari ruas jalan tersebut. Perhitungan kapasitas pada lokasi penelitian:

- Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran

Ruas jalan 4/2 T diperoleh kapasitas per lajur

$$C = C_o \times FCLJ \times FCPA \times FCHS \times FCUK$$

$$= 1650 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,00 = 1650 \text{ skr/jam}$$

Dengan memiliki 4 lajur, maka kapasitasnya sebesar:

$$C = 4 \times 1650 \text{ skr/jam}$$

$$= 6600 \text{ skr/jam}$$

#### 4.6 Perhitungan Metode *Greenshields*

Untuk analisis hubungan variabel volume dan kecepatan serta kepadatan menurut linier *Greenshields* digunakan Pers. 2.6.

$$S = Sff - \frac{Sff}{Dj} D$$

Untuk mendapatkan nilai konstanta *Sff* dan *Dj*, maka Pers.2.6 di atas dapat diubah menjadi persamaan linier sebagai berikut:

$$Y = a + b.x$$

Misalnya:  $Y = S$ ,  $a = Sff$ ,  $b = - (Sff/Dj)$ ; dan  $x = D$ .

Data untuk perhitungan regresi linier ini selanjutnya disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Data Regresi Untuk Model *Greenshield* (Senin, 11 April 2022).

| No    | Yi (S) | Xi (D) | Yi <sup>2</sup> | Xi <sup>2</sup> | Yi * Xi |
|-------|--------|--------|-----------------|-----------------|---------|
| 1     | 29,63  | 20,22  | 877,94          | 412,9           | 602,08  |
| 2     | 28,02  | 23,77  | 785,12          | 565,01          | 666,04  |
| 3     | 24,99  | 27,45  | 624,5           | 753,5           | 685,98  |
| 4     | 25,86  | 27,69  | 668,74          | 766,74          | 716,06  |
| 5     | 25,94  | 27,68  | 672,88          | 766,18          | 718,02  |
| 6     | 25,89  | 26,5   | 670,29          | 702,25          | 686,09  |
| Total | 160,33 | 153,31 | 4299,47         | 3966,59         | 4074,26 |

Untuk menentukan nilai konstanta  $a$  dan koefisien regresi ( $b$ ), digunakan persamaan:

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

$$b = \frac{6 \times 4074,26 - 153,31 \times 160,33}{6 \times 3966,59 - 153,31^2}$$

$$b = \frac{-134,63}{295,58}$$

$$b = -0,46$$

Dan dimana konstanta  $a$ :

$$a = \bar{y}_i - b \cdot \bar{x}_i \quad \text{Dimana:} \quad \bar{y}_i = \frac{\sum y_i}{n} = \frac{160,33}{6} = 26,72$$

$$\text{Dimana:} \quad \bar{x}_i = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{153,31}{6} = 25,55$$

Jadi  $a$ :

$$a = 26,72 - (-0,46 \times 25,55)$$

$$a = 37,47$$

Persamaan linear yang didapat adalah:

$$y = a + b \cdot x \rightarrow y = 37,47 - 0,46 x$$

$$\text{Jika nilai } x = 1 \text{ maka, } y = 37,47 - 0,46 (1) \rightarrow y = 37,01$$

$$\text{nilai } y = 1 \text{ maka, } 1 = 37,47 - 0,46 (x) \quad y = 17,24$$

Maka nilai konstanta  $Sff$  dan  $Dj$  adalah:

$$Sff = a = 37,47 \text{ km/jam}$$

$$Dj = Sff / b = 37,47 / 0,46 = 81,46 \text{ smp/km}$$

#### 4.6.1 Hubungan Kerapatan dan Kecepatan

Hubungan Kerapatan dan Kecepatan merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$S = Sff - \frac{Sff}{Dj} D$$

$$S = 37,47 - \frac{37,47}{81,46} D$$

Nilai koefisien kerolasi ( $r$ ):



$$r = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{[n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2][n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}}$$

$$r = \frac{6 \times 4074,26 - 153,31 \times 160,33}{\sqrt{[6 \times 3966,59 - (153,31)^2][6 \times 4299,47 - (160,33)^2]}}$$

$$r = -0,82$$

Sebagai koefisien penentu digunakan koefisien determinasi ( $r^2$ ) yang dihitung dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi.

$$r^2 = 0,67 \rightarrow 67 \% \text{ (Kerapatan Mempengaruhi Kecepatan)}$$

Dari koefisien determinasi yang diperoleh dari model *Greenshield* disimpulkan bahwa nilai  $r^2$  adalah 0,67, maka kerapatan mempengaruhi kecepatan yang dimana proses regresi yang dihasilkan adalah baik berarti korelasi liniernya kecil.

#### 4.6.2 Hubungan Volume Dan Kerapatan

Hubungan Volume dan Kerapatan juga merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$V = Sff \cdot D - \frac{Sff}{D_j} D^2$$

$$V = 37,47 \times D - \frac{37,47}{81,46} D^2$$

Kerapatan pada saat Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan:

$$D_{max} = \frac{D_j}{2}$$

$$= \frac{81,46}{2}$$

$$= 40,73 \text{ smp/jam}$$

#### 4.6.3 Hubungan Volume Dan Kecepatan

Hubungan Volume dan Kecepatan merupakan fungsi parabolik dengan bentuk persamaan sebagai berikut:

$$V = D_j \cdot S - \frac{D_j}{Sff} S^2$$

$$V = 37,47 \times S - \frac{81,46}{37,47} S^2$$

Kecepatan pada saat Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= V_{max} = \frac{Sff}{2} \\
 &= \frac{37,47}{2} \\
 &= 18,74 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

## 4.7 Perhitungan Metode *Greenberg*

### 4.7.1 Hubungan Kecepatan dan Kerapatan

Hubungan kecepatan-kerapatan dihitung dengan menggunakan regresi linier sesuai dengan cara yang digunakan oleh *Greenberg* yaitu dengan menggambarkan data log.e kerapatan sebagai variabel bebas (X) dan kecepatan rata-rata ruang sebagai variabel terikat (Y).

Tabel 4.7: Data Regresi Untuk Model *Greenberg* (Senin, 11 April 2022).

| No    | D      | X = log D | Y = S  | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> | XY     |
|-------|--------|-----------|--------|----------------|----------------|--------|
| 1     | 20,22  | 1,31      | 29,63  | 1,72           | 877,94         | 38,82  |
| 2     | 23,77  | 1,38      | 28,02  | 1,9            | 785,12         | 38,67  |
| 3     | 27,45  | 1,44      | 24,99  | 2,07           | 624,5          | 35,99  |
| 4     | 27,69  | 1,44      | 25,86  | 2,07           | 668,74         | 37,24  |
| 5     | 27,68  | 1,44      | 25,94  | 2,07           | 672,88         | 37,35  |
| 6     | 26,5   | 1,42      | 25,89  | 2,02           | 670,29         | 36,76  |
| Total | 153,31 | 8,43      | 160,33 | 11,86          | 4299,47        | 224,82 |

Hubungan antara variabel-variabel tersebut membentuk suatu persamaan linear. Dimana a dan b dapat dihitung menggunakan Pers. regresi linear berikut ini:

Untuk menghitung variabel a dan b digunakan data-data dari Tabel 4.7. Contoh perhitungan regresi linear sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{(\sum Y * \sum X^2) - (\sum X * \sum XY)}{(n * \sum X^2) - (\sum X)^2} \\
 a &= \frac{(160,33 \times 11,86) - (8,43 \times 224,82)}{(6 \times 11,86) - (8,43)^2} \\
 a &= \frac{6,28}{0,1} \\
 a &= 62,8
 \end{aligned}$$

$$b = \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(6 \times 224,82) - (8,43 \times 160,33)}{(6 \times 11,86) - (8,43)^2}$$

$$b = \frac{-2,66}{0,1}$$

$$b = -26,6$$

Maka persamaan linier yang didapat adalah:

$$Y = 62,8 - 26,6 X$$

Atau dalam hubungan kecepatan dan kerapatan dituliskan sebagai:

$$S = 62,8 - 26,6 D$$

Untuk memperoleh nilai koefisien korelasi yang terjadi pada regresi linier dihitung menggunakan Pers dibawah ini. Sehingga nilai korelasi yang diperoleh adalah:

$$r = \frac{(n \cdot \sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2] [n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$r = \frac{(6 \times 224,82) - (8,43 \times 160,33)}{\sqrt{[6 \times 11,86 - (8,43)^2] [6 \times 4299,47 - (160,33)^2]}}$$

$$r = -0,9$$

Sebagai koefisien penentu digunakan koefisien determinasi ( $r^2$ ) yang dihitung dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi.

$$r^2 = 0,81 \rightarrow 81 \% \text{ (Kerapatan Mempengaruhi Kecepatan)}$$

Dari koefisien determinasi yang diperoleh dari model *Greenberg* disimpulkan bahwa nilai  $r^2$  adalah 0,81, maka kerapatan mempengaruhi kecepatan yang dimana proses regresi yang dihasilkan adalah baik berarti korelasi liniernya kecil.

#### 4.7.2 Hubungan Volume dan Kerapatan

Dari persamaan yang dihasilkan dari perhitungan yang menggunakan regresi linier akan didapatkan hubungan antara kecepatan dan kerapatan. Sedangkan dari perhitungan dengan menggunakan regresi linier didapatkan:

$$S = 62,8 - 26,6 \ln D$$

Sehingga dari persamaan tersebut diketahui:

$$\frac{\ln.D}{b} = 62,8$$

$$\frac{\ln.C}{b} = -26,6$$

Untuk hubungan antara volume dan kerapatan, *Greenberg* memberikan persamaan dengan mensubsitusikan variabel dari hasil persamaan regresi tersebut maka diketahui hubungan volume dan kerapatan membentuk Pers. berikut:

$$V = 62,8 - 26,6 \ln D$$

Kerapatan pada saat Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} D_{max} &= e^{\ln C - 1} \\ &= 0,62^{(-26,6) - 1} \\ &= 537018,65 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

Model *Greenberg* tidak valid untuk kerapatan yang kecil, untuk  $D =$  (medekati nol)  $S = 0$ .

#### 4.7.3 Perhitungan Volume Dan Kecepatan

Berdasarkan hasil perhitungan pada hubungan antara kecepatan-kerapatan diketahui bahwa:

$$V = S.C.e^{bs}$$

$$B = \frac{1}{b}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{1}{-26,6} \\ &= -0,04 \end{aligned}$$

$$C = e^{\frac{-a}{b}}$$

$$C = 0,62^{\frac{-62,8}{-26,6}} = 1,46$$

Dengan mensubsitusikan variabel-variabel tersebut diperoleh persamaan parabola hubungan volume dan kecepatan sebagai berikut:

$$V = 1,46 S e^{-0,04 S}$$

Kecepatan pada saat Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= -\frac{1}{b} \\
 &= -\frac{1}{-26,6} \\
 &= 0,04 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

Perhitungan tersebut menunjukkan bahwa kecepatan pada saat arus maksimum ( $S_{max}$ ) adalah sebesar 0,04 km/jam.

## 4.8 Perhitungan Metode *Underwood*

### 4.8.1 Hubungan Kecepatan dan Kerapatan

Berikut Data untuk perhitungan regresi linier disajikan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.8: Hasil Regresi Linier Model *Underwood* (Senin, 11 April 2022).

| No    | S      | D = X  | Y = ln S | X <sup>2</sup> | Y <sup>2</sup> | XY     |
|-------|--------|--------|----------|----------------|----------------|--------|
| 1     | 29,63  | 20,22  | 3,39     | 408,85         | 11,49          | 68,55  |
| 2     | 28,02  | 23,77  | 3,33     | 565,01         | 11,09          | 79,15  |
| 3     | 24,99  | 27,45  | 3,22     | 753,5          | 10,37          | 88,39  |
| 4     | 25,86  | 27,69  | 3,25     | 766,74         | 10,56          | 89,99  |
| 5     | 25,94  | 27,68  | 3,26     | 766,18         | 10,63          | 90,24  |
| 6     | 25,89  | 26,5   | 3,25     | 702,25         | 10,56          | 86,13  |
| Total | 160,33 | 153,31 | 19,7     | 3962,53        | 64,7           | 502,44 |

Hubungan antara variabel-variabel tersebut membentuk suatu persamaan linear. Dimana a dan b dapat dihitung menggunakan Pers. regresi linear berikut ini:

Untuk menghitung variabel a dan b digunakan data-data dari Tabel 4.8.

Contoh perhitungan regresi linear sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 a &= \frac{(\sum Y * \sum X^2 - (\sum X * \sum XY))}{(n * \sum X^2) - (\sum X)^2} \\
 a &= \frac{(19,7 \times 3962,53) - (153,31 \times 502,44)}{(6 \times 3962,53) - (153,31)^2} \\
 a &= \frac{1032,76}{271,22} \\
 a &= 3,81
 \end{aligned}$$

$$b = \frac{(n \cdot \sum XY) - (\sum X \cdot \sum Y)}{(n \cdot \sum X^2) - (\sum X)^2}$$

$$b = \frac{(6 \times 502,44) - (153,31 \times 19,7)}{(6 \times 3962,53) - (153,31)^2}$$

$$b = \frac{-5,57}{271,22}$$

$$b = -0,02$$

Maka persamaan linier yang didapat adalah:

$$Y = 3,81 - 0,02 X$$

Atau dalam hubungan kecepatan dan kerapatan dituliskan sebagai:

$$S = 3,81 e^{-0,02 D}$$

Untuk memperoleh nilai koefisien korelasi yang terjadi pada regresi linier dihitung menggunakan Pers dibawah ini. Sehingga nilai korelasi yang diperoleh adalah:

$$r = \frac{(n \cdot \sum xy) - (\sum x \sum y)}{\sqrt{[n \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2][n \cdot \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

$$r = \frac{(6 \times 502,44) - (153,31 \times 19,7)}{\sqrt{[6 \times 3962,53 - (153,31)^2][6 \times 64,7 - (19,7)^2]}}$$

$$r = -0,19$$

Sebagai koefisien penentu digunakan koefisien determinasi ( $r^2$ ) yang dihitung dengan mengkuadratkan nilai koefisien korelasi.

$$r^2 = 0,04 \rightarrow 4 \% \text{ (Kepadatan Mempengaruhi Kecepatan)}$$

Dari koefisien determinasi yang diperoleh dari model *Underwood* disimpulkan bahwa nilai  $r^2$  adalah 0,4, maka kerapatan mempengaruhi kecepatan yang dimana proses regresi yang dihasilkan adalah baik berarti korelasi liniernya kecil.

#### 4.8.2 Hubungan Volume dan Kerapatan

Dari persamaan yang dihasilkan dari perhitungan yang menggunakan regresi linier akan didapatkan hubungan antara kecepatan dan kerapatan. Sedangkan dari perhitungan dengan menggunakan regresi linier didapatkan:

$$S = 3,81 - 0,02 D$$

Sehingga dari persamaan tersebut diketahui:

$$V = D \cdot S_{ff} \cdot e^{\frac{D}{D_M}}$$

Untuk hubungan antara volume dan kerapatan, *Underwood* memberikan persamaan dengan mensubsitusikan variabel dari hasil persamaan regresi tersebut maka diketahui hubungan volume dan kerapatan membentuk Pers. berikut:

$$V = 3,81 e^{0,02 D}$$

Model *underwood* tidak valid untuk kerapatan yang tinggi, karena kecepatan tidak pernah mencapai nol pada saat kerapatan yang tinggi.

### 4.8.3 Perhitungan Volume Dan Kecepatan

Berdasarkan hasil perhitungan pada hubungan antara kecepatan-kerapatan diketahui bahwa:

$$V = S \cdot D_M (S_{ff} - S)$$

$$\begin{aligned} D_M &= e^A \\ &= 0,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{ff} - S &= \frac{1}{a} = \frac{1}{3,81} \\ &= 0,26 \end{aligned}$$

Dengan mensubsitusikan variabel-variabel tersebut diperoleh persamaan parabola hubungan volume dan kecepatan sebagai berikut:

$$V = 0,16 S - 0,26 \ln S$$

Kecepatan pada saat Volume maksimum didapat dengan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} S_{max} &= e^{\ln S_{ff} - 1} \\ &= 0,62^{0,26 - 1} \\ &= 1,42 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

## 4.9 Analisa Hubungan Volume, Kecepatan, dan Kerapatan Lalulintas

Di dalam karakteristik arus lalu-lintas ada tiga parameter utama yang digunakan untuk menganalisa arus lalu lintas yaitu volume (V), kecepatan (S) dan kerapatan (D), dari ketiga parameter tersebut kita analisa hubungan matematisnya dengan menggunakan permodelan.

Model yang digunakan untuk menganalisa hubungan ketiga parameter

tersebut adalah model *Greenshields*, *Greenberg*, dan *Underwood*. Pembuatan model arus lalu lintas dengan 3 model tersebut berdasarkan data volume dan kecepatan kendaraan yang diambil tiap periode waktu 1 jam.

Perhitungan analisa hubungan volume, kecepatan dan kepadatan lalu lintas dapat dilihat dalam Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9: Model Aliran Lalu Lintas hari Senin, 11 April 2022.

| Jenis Model         | Tinjauan | Model Matematis            | R    | R <sup>2</sup> |
|---------------------|----------|----------------------------|------|----------------|
| <i>Greenshields</i> | S – D    | $S = 37,47 - 0,46 D$       | 0,82 | 0,67           |
|                     | V – D    | $V = 37,47 D - 0,46 D^2$   |      |                |
|                     | V – S    | $V = 81,46 S - 2,17 S^2$   |      |                |
| <i>Greenberg</i>    | S – D    | $S = 62,8 - 26,6 D$        | 0,9  | 0,81           |
|                     | V – D    | $V = 62,8 - 26,6 \ln D$    |      |                |
|                     | V – S    | $V = 1,46 S e^{-(0,04 S)}$ |      |                |
| <i>Underwood</i>    | S – D    | $S = 3,81 e^{0,02 D}$      | 0,19 | 0,04           |
|                     | V – D    | $V = 3,81 e^{0,02 D}$      |      |                |
|                     | V – S    | $V = 0,16 S - 0,26 \ln S$  |      |                |

#### 4.10 Analisa Penentuan Model

Dari tabel 4.9, dapat dilihat bahwa Model *Greenberg* mempunyai nilai tertinggi. Sehingga model yang dipilih Model *Greenberg*.

#### 4.11 Nilai Arus Kepadatan dan Kecepatan Maksimum

Perhitungan analisa kecepatan dan kerapatan maksimum dapat dilihat dalam Tabel 4.10 berikut ini.



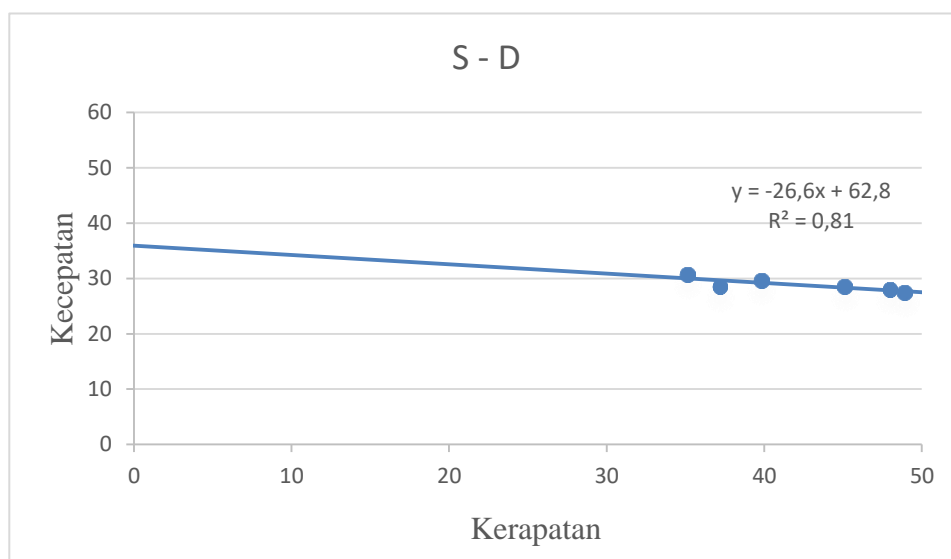
Tabel 4.10: Hasil Kerapatan dan Kecepatan Maksimum.

| Jenis Model         | Kepadatan (skr/jam)                     | Kecepatan (km/jam) |
|---------------------|---|--------------------|
| <i>Greenshields</i> | 40,73                                   | 18,74              |
| <i>Greenberg</i>    | 537018,65                               | 0,4                |
| <i>Underwood</i>    | Tidak valid untuk kepadatan yang tinggi | 1,42               |

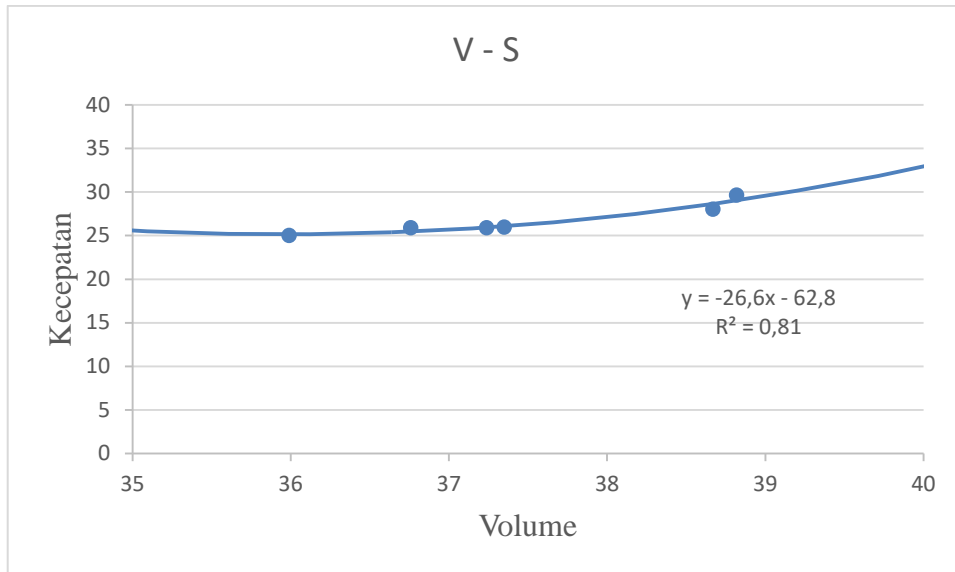
Dari hasil perhitungan terlihat bahwa kepadatan maksimum dengan jenis model *Greenshields* sebesar 40,73 skr/jam, dan kecepatan maksimum sebesar 18,74 km/jam. Pada model *Greenberg* terlihat bahwa kepadatan maksimum sebesar 537018,65 skr/jam, dan kecepatan maksimum sebesar 0,4 km/jam. Pada model *Underwood* terlihat bahwa kepadatan maksimum Model *Underwood* tidak valid untuk kepadatan yang tinggi, karena kecepatan tidak pernah mencapai nol pada saat kepadatan yang tinggi, dan kecepatan maksimum sebesar 1,42 km/jam.

#### 4.12 Grafik Hubungan Antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan

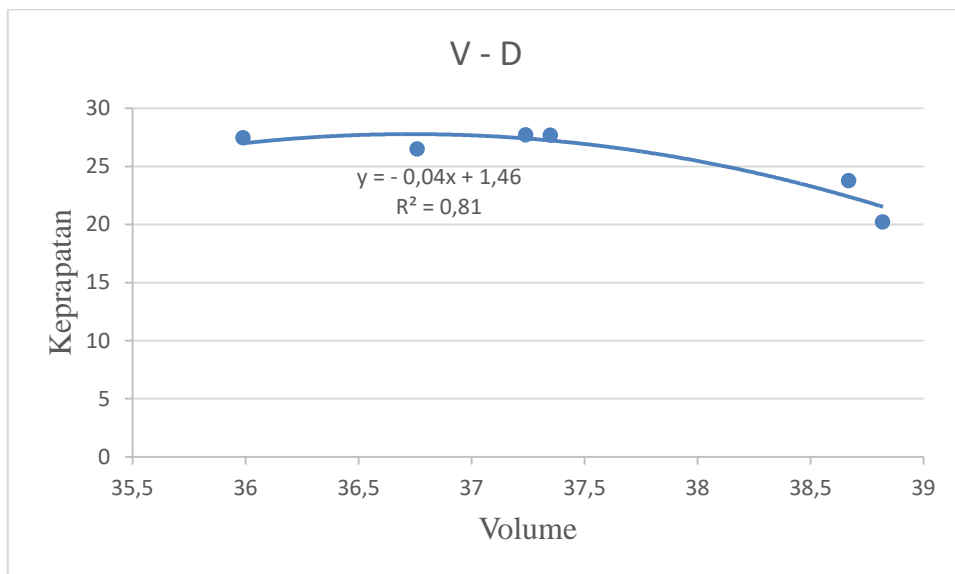
Dari hasil perhitungan volume, kecepatan dan kepadatan dengan menggunakan model *Greenshields* terdapat juga grafik yang menunjukkan hubungan antara volume, kecepatan dan kepadatan, dapat dilihat seperti pada gambar 4.1 sampai dengan gambar 4.3.



Gambar 4.1: Grafik Hubungan Antara Kerapatan dan Kecepatan.



Gambar 4.2: Grafik Hubungan Antara Kecepatan dan Volume



Gambar 4.3: Grafik Hubungan Antara Volume dan Keprapatan

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Analisa hubungan volume (V), kecepatan (S), dan kepadatan (D) dengan menggunakan model *Greenshields*, model *Greenberg*, dan model *Underwood*, model *Greenberg* memiliki nilai yang terbesar dan tertinggi, sehingga diterapkan sebagai model yang dipakai dalam analisa volume, kecepatan, dan kepadatan.
2. Nilai arus kepadatan dan kecepatan maksimum pada ruas jalan Imam Bonjol Kota Kisaran yaitu:
  - Pada model *Greenshields*, nilai arus kepadatan maksimum sebesar 40,76 skr/jam. Dan nilai arus kecepatan maksimum sebesar 18,74 km/jam.
  - Pada model *Greenberg*, nilai arus kepadatan maksimum sebesar 537018,65 skr/jam. Dan nilai arus kecepatan maksimum sebesar 0,4 km/jam.
  - Pada model *Underwood*, nilai arus kepadatan maksimum tidak valid untuk kepadatan yang tinggi, karena kecepatan tidak pernah mencapai nol pada saat kepadatan yang tinggi. Dan nilai arus kecepatan maksimum sebesar 1,42 km/jam.
3. Dari hasil analisa, Model *Greenberg* mempunyai nilai tertinggi. Sehingga model yang dipilih Model *Greenberg*, dengan hubungan persamaan sebagai berikut:
  - Hubungan Kecepatan dan Kerapatan:
$$S = 62,8 - 26,6 D$$
  - Hubungan Volume dan Kerapatan:
$$V = 62,8 - 26,6 \ln D$$
  - Hubungan Volume dan Kecepatan:
$$V = 1,46 S e^{-(0,04 S)}$$

## **5.2 Saran**

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, adapun saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian pada kecepatan dan kerapatan menggunakan model lainnya, terutama pada lokasi yang mempunyai karakteristik lalu lintas yang berbeda untuk pengalihan arah lalu lintas kendaraan.
2. Perlu kajian lanjutan terhadap hubungan antara arus kecepatan dan kerapatan dengan menggunakan variabel lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gede Sumarda, IB Gede Indramanik, & I Nyoman Budiasa. (2021). Pengaruh Hambatan Samping, U-Turn Dan Jalinan Terhadap Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Menuju Arah Nusa Dua Pada Simpang Dewa Ruci. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 10(1), 169–181. <https://doi.org/10.22225/pd.10.1.2618.169-181>
- Juanda, A., Isya, M., & Fadhly, N. (2019). *Hubungan Volume , Kecepatan Dan Kepadatan Dengan*. 2(4), 287–294.
- Katjo, S., Harum, M., & Magfirah, R. (2021). *Analisis Kinerja Jalan Arteri Ruas Jalan Jendral Sudirman Di Era Covid 19 Di Kota Majene*. 3(2), 1–7.
- Kriswardhana, W., Widanar, M. S., Arifin, S., & Sulistyono, S. (2020). Model Hubungan Arus, Kecepatan, Dan Kepadatan Di Jalan Empat Lajur Dua Arah. *Teras Jurnal*, 10(1), 89. <https://doi.org/10.29103/tj.v10i1.273>
- Kumalawati, A., Utomo, S., Frans, J. H., & Nasjono, J. K. (2021). *HUBUNGAN VOLUME DAN KECEPATAN LALU LINTAS TERHADAP KINERJA JALAN AHMAD YANI KOTA KUPANG*. 10(2), 139–150.
- Lamury, T. S., Ngurah, G., Jaya, P., & Mansyur, U. (2018). *BOGOR ( Studi Kasus : Simpang Jalan Lingkar Dramaga )*. 1–12.
- Mubarak, H., Ningrum, P., Toyeb, M., Gusri, R., & Tuti, W. (2021). Pengaruh Hambatan Samping Terhadap Kinerja Lalu Lintas Di Kabupaten Kampar. *Musamus Journal of Civil Engineering*, 4(38).
- Nurinda Abdi, G., Priyanto, S., & Malkamah, S. (2019). Hubungan Volume, Kecepatan Dan Kepadatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Padjajaran (Ring Road Utara), Sleman. *Teknisia*, XXIV(1), 55–64. <https://doi.org/10.20885/teknisia.vol24.iss1.art6>
- Pane, F. P., Rompis, S. Y. R., & Timboeleng, J. A. (2018). Analisa Perbandingan Panjang Antrian Menggunakan Teori Antrian dan Analisa Gelombang Kejut di Loker Keluar Kendaraan Kawasan Megamas Manado. *Jurnal Sipil Statik*, 6(2), 101–112. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/19279>
- Rachman, A. P., Rompis, S. Y. R., & Timboeleng, J. A. (2020). Analisis Pengaruh Tata Guna Lahan Terhadap Kinerja Jalan Di Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 10(1), 2087–9334. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jime/article/view/29445>
- Saputra, B., & Savitri, D. (2021). Analisis Hubungan antara Volume, Kecepatan dan Kepadatan Lalu-Lintas Berdasarkan Model Greenshield, Greenberg dan Underwood. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur & Fasilitas*, 5(1), 43–60. <https://doi.org/10.12962/j26151847.v5i1.8742>
- Sarra Amanda Sinaga, Siti Zainab, H. W. (2021). *Departemen Teknik Sipil Universitas Pembangunan Nasional “ Veteran ” Jawa Timur*. 17(2), 88–103.
- Sholahudin, F., & Nurmayadi, D. (2021). *Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model Greenshield , Greenberg Dan Underwood Di Ruas Jalan*.

04(September), 77–83

Thalib, M. T. N. (n.d.). Kepadatan Arus Lalu Lintas Pada Ruas Jalan. *juRnal perADaban saIns, rekayAsa dan teknoLogi Sekolah Tinggi Teknik (STITEK) Bina Taruna Gorontalo*, 6(1), 59–68.

Wijayanto<sup>1</sup>, C. S., <sup>2</sup>, R. A., & Abdurrahman<sup>3</sup>. (n.d.). 1 , 2 , 3. *ANALISIS HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN DAN KEPADATAN ARUS LALU LINTAS DENGAN MEMBANDINGKAN METODE GREENSHIELD DAN METODE GREENBERG.*

Zahwa Nur Raudah, Widodo Kushartomo, dan N. (2021). Analisis Kapasitas Dan Kecepatan Arus Bebas Berdasarkan Mkji Di Ruas Jalan Gatot Subroto. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 129–138. <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10458>

# **LAMPIRAN**



Gambar L.1: Mengukur Lebar Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.



Gambar L.2: Menghitung Volume Lalu lintas Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.

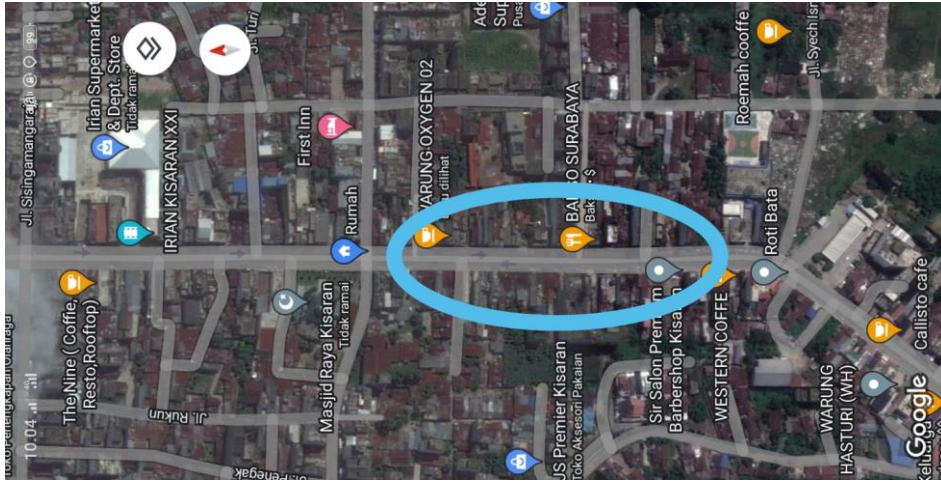




Gambar L.3: Situasi Lalu Lintas Saat Survei Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.



Gambar L.4: Situasi Lalu Lintas Saat Survei Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.



Gambar L.5: Peta Jalan Imam Bonjol Kota Kisaran.

Tabel L.1: Volume Kendaraan Pada Hari Selasa, 12 April 2022.

| No | Waktu Jam   | KR                |                  | KB                |                  | KM                |                  | Total Kendaraan   |                  |
|----|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
|    |             | EKR = 1           |                  | EKR = 1,2         |                  | EKR= 0,25         |                  | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit |
|    |             | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit |                   |                  |
| 1  | 07:00-07:15 | 36                | 36               | 4                 | 4,8              | 360               | 90               | 400               | 523,2            |
| 2  | 07:15-07:30 | 45                | 45               | 2                 | 2,4              | 365               | 91,25            | 412               | 554,6            |
| 3  | 07:30-07:45 | 84                | 84               | 4                 | 4,8              | 385               | 96,25            | 473               | 740,2            |
| 4  | 07:45-08:00 | 72                | 72               | 1                 | 1,2              | 372               | 93               | 445               | 664,8            |
| 5  | 08:00-08:15 | 74                | 74               | 6                 | 7,2              | 350               | 87,5             | 430               | 674,8            |
| 6  | 08:15-08:30 | 68                | 68               | 3                 | 3,6              | 346               | 86,5             | 417               | 632,4            |
| 7  | 08:30-08:45 | 80                | 80               | 5                 | 6                | 338               | 84,5             | 423               | 682              |
| 8  | 08:45-09:00 | 79                | 79               | 2                 | 2,4              | 356               | 89               | 437               | 681,6            |
| 9  | 12:00-12:15 | 83                | 83               | 3                 | 3,6              | 362               | 90,5             | 448               | 708,4            |
| 10 | 12:15-12:30 | 88                | 88               | 5                 | 6                | 374               | 93,5             | 467               | 750              |
| 11 | 12:30-12:45 | 93                | 93               | 4                 | 4,8              | 381               | 95,25            | 478               | 772,2            |
| 12 | 12:45-13:00 | 97                | 97               | 4                 | 4,8              | 389               | 97,25            | 490               | 796,2            |
| 13 | 13:00-13:15 | 86                | 86               | 6                 | 7,2              | 391               | 97,75            | 483               | 763,8            |
| 14 | 13:15-13:30 | 89                | 89               | 5                 | 6                | 388               | 97               | 482               | 768              |
| 15 | 13:30-13:45 | 85                | 85               | 4                 | 4,8              | 386               | 96,5             | 475               | 745,2            |
| 16 | 13:45-14:00 | 81                | 81               | 5                 | 6                | 360               | 90               | 446               | 708              |
| 17 | 16:00-16:15 | 77                | 77               | 5                 | 6                | 357               | 89,25            | 439               | 689              |
| 18 | 16:15-16:30 | 83                | 83               | 4                 | 4,8              | 363               | 90,75            | 450               | 714,2            |
| 19 | 16:30-16:45 | 88                | 88               | 6                 | 7,2              | 377               | 94,25            | 471               | 757,8            |
| 20 | 16:45-17:00 | 92                | 92               | 5                 | 6                | 385               | 96,25            | 482               | 777              |
| 21 | 17:00-17:15 | 86                | 86               | 8                 | 9,6              | 394               | 98,5             | 488               | 776,4            |
| 22 | 17:15-17:30 | 77                | 77               | 5                 | 6                | 398               | 99,5             | 480               | 730              |
| 23 | 17:30-17:45 | 79                | 79               | 4                 | 4,8              | 377               | 94,25            | 460               | 712,2            |
| 24 | 17:45-18:00 | 74                | 74               | 5                 | 6                | 365               | 91,25            | 444               | 685              |

Tabel L.2: Volume Kendaraan Pada Hari Rabu, 13 April 2022.

| No | Waktu Jam   | KR                |                  | KB                |                  | KM                |                  | Total Kendaraan      |                  |
|----|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------|
|    |             | EKR = 1           |                  | EKR = 1,2         |                  | EKR= 0,25         |                  |                      |                  |
|    |             | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15<br>menit | Smp/<br>15 menit |
| 1  | 07:00-07:15 | 47                | 47               | 4                 | 4,8              | 368               | 92               | 419                  | 575,2            |
| 2  | 07:15-07:30 | 32                | 32               | 2                 | 2,4              | 347               | 86,75            | 381                  | 484,6            |
| 3  | 07:30-07:45 | 49                | 49               | 3                 | 3,6              | 344               | 86               | 396                  | 554,4            |
| 4  | 07:45-08:00 | 53                | 53               | 1                 | 1,2              | 326               | 81,5             | 380                  | 542,8            |
| 5  | 08:00-08:15 | 48                | 48               | 3                 | 3,6              | 324               | 81               | 375                  | 530,4            |
| 6  | 08:15-08:30 | 53                | 53               | 1                 | 1,2              | 362               | 90,5             | 416                  | 578,8            |
| 7  | 08:30-08:45 | 57                | 57               | 5                 | 6                | 350               | 87,5             | 412                  | 602              |
| 8  | 08:45-09:00 | 70                | 70               | 4                 | 4,8              | 333               | 83,25            | 407                  | 632,2            |
| 9  | 12:00-12:15 | 50                | 50               | 4                 | 4,8              | 341               | 85,25            | 395                  | 560,2            |
| 10 | 12:15-12:30 | 66                | 66               | 2                 | 2,4              | 364               | 91               | 432                  | 637,6            |
| 11 | 12:30-12:45 | 97                | 97               | 7                 | 8,4              | 332               | 83               | 436                  | 753,6            |
| 12 | 12:45-13:00 | 62                | 62               | 9                 | 9,6              | 322               | 80,5             | 393                  | 608,4            |
| 13 | 13:00-13:15 | 67                | 67               | 7                 | 8,4              | 372               | 93               | 446                  | 673,6            |
| 14 | 13:15-13:30 | 98                | 98               | 5                 | 6                | 323               | 80,75            | 426                  | 739              |
| 15 | 13:30-13:45 | 73                | 73               | 4                 | 4,8              | 370               | 92,5             | 447                  | 681,2            |
| 16 | 13:45-14:00 | 54                | 54               | 7                 | 8,4              | 372               | 93               | 433                  | 621,6            |
| 17 | 16:00-16:15 | 58                | 58               | 2                 | 2,4              | 351               | 87,75            | 411                  | 592,6            |
| 18 | 16:15-16:30 | 74                | 74               | 1                 | 1,2              | 370               | 92,5             | 445                  | 670,8            |
| 19 | 16:30-16:45 | 79                | 79               | 3                 | 3,6              | 427               | 106,75           | 509                  | 757,4            |
| 20 | 16:45-17:00 | 66                | 66               | 2                 | 2,4              | 414               | 103,5            | 482                  | 687,6            |
| 21 | 17:00-17:15 | 68                | 68               | 4                 | 4,8              | 411               | 102,75           | 483                  | 702,2            |
| 22 | 17:15-17:30 | 59                | 59               | 6                 | 7,2              | 362               | 90,5             | 427                  | 626,8            |
| 23 | 17:30-17:45 | 51                | 51               | 1                 | 1,2              | 351               | 87,75            | 403                  | 559,8            |
| 24 | 17:45-18:00 | 42                | 42               | 2                 | 2,4              | 331               | 82,75            | 375                  | 508,6            |

Tabel L.3: Volume Kendaraan Pada Hari Kamis, 14 April 2022.

| No | Waktu Jam   | KR                |                  | KB                |                  | KM                |                  | Total Kendaraan      |                     |
|----|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|
|    |             | EKR = 1           |                  | EKR = 1,2         |                  | EKR= 0,25         |                  | Kend/<br>15<br>menit | Smp/<br>15<br>menit |
|    |             | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit |                      |                     |
| 1  | 07:00-07:15 | 59                | 59               | 0                 | 0                | 339               | 84,75            | 398                  | 575                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 62                | 62               | 3                 | 3,6              | 345               | 86,25            | 410                  | 607,4               |
| 3  | 07:30-07:45 | 67                | 67               | 2                 | 2,4              | 350               | 87,5             | 419                  | 627,6               |
| 4  | 07:45-08:00 | 74                | 74               | 4                 | 4,8              | 357               | 89,25            | 435                  | 672,2               |
| 5  | 08:00-08:15 | 76                | 76               | 3                 | 3,6              | 366               | 91,5             | 445                  | 684,4               |
| 6  | 08:15-08:30 | 79                | 79               | 6                 | 7,2              | 359               | 89,75            | 444                  | 703,8               |
| 7  | 08:30-08:45 | 76                | 76               | 2                 | 2,4              | 349               | 87,25            | 427                  | 662,6               |
| 8  | 08:45-09:00 | 72                | 72               | 1                 | 1,2              | 353               | 88,25            | 426                  | 645,8               |
| 9  | 12:00-12:15 | 80                | 80               | 4                 | 4,8              | 351               | 87,75            | 435                  | 690,2               |
| 10 | 12:15-12:30 | 82                | 82               | 2                 | 2,4              | 357               | 89,25            | 441                  | 694,6               |
| 11 | 12:30-12:45 | 86                | 86               | 3                 | 3,6              | 360               | 90               | 449                  | 718,4               |
| 12 | 12:45-13:00 | 89                | 89               | 2                 | 2,4              | 268               | 92               | 359                  | 733,6               |
| 13 | 13:00-13:15 | 96                | 96               | 0                 | 0                | 274               | 93,5             | 370                  | 758                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 90                | 90               | 1                 | 1,2              | 382               | 95,5             | 473                  | 746,8               |
| 15 | 13:30-13:45 | 88                | 88               | 3                 | 3,6              | 372               | 93               | 463                  | 738,4               |
| 16 | 13:45-14:00 | 81                | 81               | 4                 | 4,8              | 365               | 91,25            | 450                  | 708,2               |
| 17 | 16:00-16:15 | 75                | 75               | 5                 | 6                | 337               | 84,25            | 417                  | 661                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 77                | 77               | 5                 | 6                | 350               | 87,5             | 432                  | 682                 |
| 19 | 16:30-16:45 | 80                | 80               | 7                 | 8,4              | 359               | 89,75            | 446                  | 712,6               |
| 20 | 16:45-17:00 | 92                | 92               | 4                 | 4,8              | 368               | 92               | 464                  | 755,2               |
| 21 | 17:00-17:15 | 98                | 98               | 5                 | 6                | 374               | 93,5             | 477                  | 790                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 90                | 90               | 3                 | 3,6              | 381               | 95,25            | 474                  | 755,4               |
| 23 | 17:30-17:45 | 82                | 82               | 4                 | 4,8              | 369               | 92,25            | 455                  | 716,2               |
| 24 | 17:45-18:00 | 85                | 85               | 6                 | 7,2              | 361               | 90,25            | 452                  | 729,8               |

Tabel L.4: Volume Kendaraan Pada Hari Jumat, 15 April 2022.

| No | Waktu Jam   | KR                |                  | KB                |                  | KM                |                  | Total Kendaraan      |                  |
|----|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|------------------|
|    |             | EKR = 1           |                  | EKR = 1,2         |                  | EKR= 0,25         |                  |                      |                  |
|    |             | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15<br>menit | Smp/<br>15 menit |
| 1  | 07:00-07:15 | 64                | 64               | 0                 | 0                | 360               | 90               | 424                  | 616              |
| 2  | 07:15-07:30 | 66                | 66               | 3                 | 3,6              | 365               | 91,25            | 434                  | 643,4            |
| 3  | 07:30-07:45 | 72                | 72               | 5                 | 6                | 370               | 92,5             | 447                  | 682              |
| 4  | 07:45-08:00 | 78                | 78               | 4                 | 4,8              | 380               | 95               | 462                  | 711,2            |
| 5  | 08:00-08:15 | 83                | 83               | 2                 | 2,4              | 386               | 96,5             | 471                  | 727,6            |
| 6  | 08:15-08:30 | 88                | 88               | 4                 | 4,8              | 394               | 98,5             | 486                  | 765,2            |
| 7  | 08:30-08:45 | 81                | 81               | 5                 | 6                | 384               | 96               | 470                  | 732              |
| 8  | 08:45-09:00 | 72                | 72               | 1                 | 1,2              | 375               | 93,75            | 448                  | 667,8            |
| 9  | 12:00-12:15 | 76                | 76               | 2                 | 2,4              | 359               | 89,75            | 437                  | 672,6            |
| 10 | 12:15-12:30 | 79                | 79               | 1                 | 1,2              | 371               | 92,75            | 451                  | 691,8            |
| 11 | 12:30-12:45 | 85                | 85               | 4                 | 4,8              | 381               | 95,25            | 470                  | 740,2            |
| 12 | 12:45-13:00 | 86                | 86               | 0                 | 0                | 388               | 97               | 474                  | 732              |
| 13 | 13:00-13:15 | 88                | 88               | 2                 | 2,4              | 393               | 98,25            | 483                  | 754,6            |
| 14 | 13:15-13:30 | 91                | 91               | 3                 | 3,6              | 406               | 101,5            | 500                  | 784,4            |
| 15 | 13:30-13:45 | 83                | 83               | 2                 | 2,4              | 401               | 100,25           | 486                  | 742,6            |
| 16 | 13:45-14:00 | 87                | 87               | 0                 | 0                | 387               | 96,75            | 474                  | 735              |
| 17 | 16:00-16:15 | 60                | 60               | 5                 | 6                | 292               | 98               | 357                  | 656              |
| 18 | 16:15-16:30 | 64                | 64               | 6                 | 7,2              | 296               | 99               | 366                  | 680,8            |
| 19 | 16:30-16:45 | 69                | 69               | 5                 | 6                | 301               | 75,25            | 375                  | 601              |
| 20 | 16:45-17:00 | 75                | 75               | 4                 | 4,8              | 306               | 76,5             | 385                  | 625,2            |
| 21 | 17:00-17:15 | 78                | 78               | 6                 | 7,2              | 310               | 77,5             | 394                  | 650,8            |
| 22 | 17:15-17:30 | 84                | 84               | 4                 | 4,8              | 317               | 79,25            | 405                  | 672,2            |
| 23 | 17:30-17:45 | 86                | 86               | 2                 | 2,4              | 311               | 77,75            | 399                  | 664,6            |
| 24 | 17:45-18:00 | 75                | 75               | 3                 | 3,6              | 304               | 76               | 382                  | 618,4            |

Tabel L.5: Volume Kendaraan Pada Hari Sabtu, 16 April 2022.

| No | Waktu Jam   | KR                |                  | KB                |                  | KM                |                  | Total Kendaraan      |                     |
|----|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|
|    |             | EKR = 1           |                  | EKR = 1,2         |                  | EKR= 0,25         |                  | Kend/<br>15<br>menit | Smp/<br>15<br>menit |
|    |             | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit |                      |                     |
| 1  | 07:00-07:15 | 54                | 54               | 4                 | 4,8              | 346               | 86,5             | 404                  | 581,2               |
| 2  | 07:15-07:30 | 56                | 56               | 5                 | 6                | 348               | 87               | 409                  | 596                 |
| 3  | 07:30-07:45 | 62                | 62               | 4                 | 4,8              | 350               | 87,5             | 416                  | 617,2               |
| 4  | 07:45-08:00 | 68                | 68               | 5                 | 6                | 354               | 88,5             | 427                  | 650                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 73                | 73               | 6                 | 7,2              | 360               | 90               | 439                  | 680,8               |
| 6  | 08:15-08:30 | 78                | 78               | 5                 | 6                | 363               | 90,75            | 446                  | 699                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 71                | 71               | 7                 | 8,4              | 354               | 88,5             | 432                  | 671,6               |
| 8  | 08:45-09:00 | 66                | 66               | 4                 | 4,8              | 346               | 86,5             | 416                  | 629,2               |
| 9  | 12:00-12:15 | 76                | 76               | 1                 | 1,2              | 349               | 87,25            | 426                  | 657,8               |
| 10 | 12:15-12:30 | 79                | 79               | 2                 | 2,4              | 360               | 90               | 441                  | 685,6               |
| 11 | 12:30-12:45 | 85                | 85               | 2                 | 2,4              | 365               | 91,25            | 452                  | 714,6               |
| 12 | 12:45-13:00 | 86                | 86               | 6                 | 7,2              | 370               | 92,5             | 462                  | 742,8               |
| 13 | 13:00-13:15 | 88                | 88               | 4                 | 4,8              | 374               | 93,5             | 466                  | 745,2               |
| 14 | 13:15-13:30 | 91                | 91               | 5                 | 6                | 381               | 95,25            | 477                  | 769                 |
| 15 | 13:30-13:45 | 82                | 82               | 6                 | 7,2              | 369               | 92,25            | 457                  | 725,8               |
| 16 | 13:45-14:00 | 76                | 76               | 4                 | 4,8              | 362               | 90,5             | 442                  | 685,2               |
| 17 | 16:00-16:15 | 70                | 70               | 5                 | 6                | 352               | 88               | 427                  | 656                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 74                | 74               | 6                 | 7,2              | 356               | 89               | 436                  | 680,8               |
| 19 | 16:30-16:45 | 79                | 79               | 7                 | 8,4              | 364               | 91               | 450                  | 713,6               |
| 20 | 16:45-17:00 | 85                | 85               | 8                 | 9,6              | 371               | 92,75            | 464                  | 749,4               |
| 21 | 17:00-17:15 | 88                | 88               | 10                | 12               | 367               | 91,75            | 465                  | 767                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 94                | 94               | 11                | 13,2             | 362               | 90,5             | 467                  | 790,8               |
| 23 | 17:30-17:45 | 86                | 86               | 8                 | 9,6              | 355               | 88,75            | 449                  | 737,4               |
| 24 | 17:45-18:00 | 74                | 74               | 4                 | 4,8              | 352               | 88               | 430                  | 667,2               |

Tabel L.6: Volume Kendaraan Pada Hari Minggu, 17 April 2022.

| No | Waktu Jam   | KR                |                  | KB                |                  | KM                |                  | Total Kendaraan      |                     |
|----|-------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|----------------------|---------------------|
|    |             | EKR = 1           |                  | EKR = 1,2         |                  | EKR= 0,25         |                  | Kend/<br>15<br>menit | Smp/<br>15<br>menit |
|    |             | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit | Kend/<br>15 menit | Smp/<br>15 menit |                      |                     |
| 1  | 07:00-07:15 | 47                | 47               | 2                 | 2,4              | 334               | 83,5             | 383                  | 531,6               |
| 2  | 07:15-07:30 | 61                | 61               | 3                 | 3,6              | 339               | 84,75            | 403                  | 597,4               |
| 3  | 07:30-07:45 | 65                | 65               | 4                 | 4,8              | 348               | 87               | 417                  | 627,2               |
| 4  | 07:45-08:00 | 78                | 78               | 5                 | 6                | 354               | 88,5             | 437                  | 690                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 73                | 73               | 1                 | 1,2              | 379               | 94,75            | 453                  | 675,8               |
| 6  | 08:15-08:30 | 84                | 84               | 4                 | 4,8              | 385               | 96,25            | 473                  | 740,2               |
| 7  | 08:30-08:45 | 80                | 80               | 3                 | 3,6              | 380               | 95               | 463                  | 714,4               |
| 8  | 08:45-09:00 | 86                | 86               | 4                 | 4,8              | 372               | 93               | 462                  | 735,2               |
| 9  | 12:00-12:15 | 68                | 68               | 3                 | 3,6              | 314               | 78,5             | 385                  | 600,4               |
| 10 | 12:15-12:30 | 77                | 77               | 5                 | 6                | 388               | 97               | 470                  | 720                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 63                | 63               | 1                 | 1,2              | 395               | 98,75            | 459                  | 651,8               |
| 12 | 12:45-13:00 | 68                | 68               | 2                 | 2,4              | 404               | 101              | 474                  | 685,6               |
| 13 | 13:00-13:15 | 61                | 61               | 2                 | 2,4              | 387               | 96,75            | 450                  | 640,6               |
| 14 | 13:15-13:30 | 74                | 74               | 3                 | 3,6              | 358               | 89,5             | 435                  | 668,4               |
| 15 | 13:30-13:45 | 84                | 84               | 4                 | 4,8              | 401               | 100,25           | 489                  | 756,2               |
| 16 | 13:45-14:00 | 92                | 92               | 5                 | 6                | 388               | 97               | 485                  | 780                 |
| 17 | 16:00-16:15 | 72                | 72               | 3                 | 3,6              | 351               | 87,75            | 426                  | 653,4               |
| 18 | 16:15-16:30 | 89                | 89               | 7                 | 8,4              | 352               | 88               | 448                  | 741,6               |
| 19 | 16:30-16:45 | 98                | 98               | 6                 | 7,2              | 387               | 96,75            | 491                  | 807,8               |
| 20 | 16:45-17:00 | 91                | 91               | 7                 | 8,4              | 398               | 99,5             | 496                  | 795,6               |
| 21 | 17:00-17:15 | 101               | 101              | 8                 | 9,6              | 402               | 100,5            | 511                  | 844,4               |
| 22 | 17:15-17:30 | 78                | 78               | 5                 | 6                | 333               | 83,25            | 416                  | 669                 |
| 23 | 17:30-17:45 | 88                | 88               | 5                 | 6                | 349               | 87,25            | 442                  | 725                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 95                | 95               | 8                 | 9,6              | 397               | 99,25            | 500                  | 815,4               |



Tabel L.7: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Selasa, 12 April 2022.

| No | Waktu       | Waktu tempuh (detik) |       |       | Total | Kecepatan (km/jam) |       |       | Total |
|----|-------------|----------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
|    | Jam         | KR                   | KB    | KM    |       | KR                 | KB    | KM    |       |
| 1  | 07:00-07:15 | 13,48                |       | 10,9  | 12,19 | 26,71              |       | 33,03 | 29,87 |
| 2  | 07:15-07:30 | 12,07                | 13,85 | 10,81 | 12,24 | 29,83              | 25,99 | 33,3  | 29,71 |
| 3  | 07:30-07:45 | 12,15                |       | 10,03 | 11,09 | 29,63              |       | 35,89 | 32,76 |
| 4  | 07:45-08:00 | 14,08                | 13,43 | 10,61 | 12,71 | 25,57              | 26,81 | 33,93 | 28,77 |
| 5  | 08:00-08:15 | 12,66                |       | 10,54 | 11,6  | 28,44              |       | 34,16 | 31,3  |
| 6  | 08:15-08:30 | 12,24                |       | 10,93 | 11,59 | 29,41              |       | 32,94 | 31,17 |
| 7  | 08:30-08:45 | 13,05                |       | 11,89 | 12,47 | 27,59              |       | 30,28 | 28,93 |
| 8  | 08:45-09:00 | 15,2                 |       | 11,45 | 13,33 | 23,68              |       | 31,44 | 27,56 |
| 9  | 12:00-12:15 | 12,6                 |       | 10,02 | 11,31 | 28,57              |       | 35,93 | 32,24 |
| 10 | 12:15-12:30 | 15,02                | 16,43 | 11,66 | 14,37 | 23,97              | 21,91 | 30,87 | 25,58 |
| 11 | 12:30-12:45 | 15,78                |       | 11,25 | 13,52 | 22,81              |       | 32    | 27,4  |
| 12 | 12:45-13:00 | 13,94                |       | 11,66 | 12,8  | 25,82              |       | 30,87 | 28,35 |
| 13 | 13:00-13:15 | 12,81                |       | 11,31 | 12,06 | 28,1               |       | 31,83 | 29,97 |
| 14 | 13:15-13:30 | 12,94                |       | 12,25 | 12,6  | 27,82              |       | 29,39 | 28,6  |
| 15 | 13:30-13:45 | 13,96                |       | 11,72 | 12,84 | 25,79              |       | 30,72 | 28,25 |
| 16 | 13:45-14:00 | 15,04                |       | 12,12 | 13,58 | 23,94              |       | 29,7  | 26,82 |
| 17 | 16:00-16:15 | 13,56                |       | 11,21 | 12,39 | 26,55              |       | 32,11 | 29,33 |
| 18 | 16:15-16:30 | 14,4                 |       | 10,95 | 12,68 | 25                 |       | 32,88 | 28,94 |
| 19 | 16:30-16:45 | 14,02                |       | 12,52 | 13,27 | 25,68              |       | 28,75 | 27,22 |
| 20 | 16:45-17:00 | 13,86                |       | 12,1  | 12,98 | 25,97              |       | 29,75 | 27,86 |
| 21 | 17:00-17:15 | 13,96                |       | 12,88 | 13,42 | 25,79              |       | 27,95 | 26,87 |
| 22 | 17:15-17:30 | 14,77                |       | 12,72 | 13,75 | 24,37              |       | 28,3  | 26,34 |
| 23 | 17:30-17:45 | 15,1                 |       | 12,24 | 13,67 | 23,84              |       | 29,41 | 26,63 |
| 24 | 17:45-18:00 | 14,54                |       | 11,89 | 13,22 | 24,76              |       | 30,28 | 27,52 |

Tabel L.8: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Rabu, 13 April 2022.

| No | Waktu       | Waktu tempuh (detik) |    |       | Total | Kecepatan (km/jam) |    |       | Total |
|----|-------------|----------------------|----|-------|-------|--------------------|----|-------|-------|
|    | Jam         | KR                   | KB | KM    |       | KR                 | KB | KM    |       |
| 1  | 07:00-07:15 | 12,18                |    | 11,44 | 11,81 | 29,56              |    | 31,47 | 30,51 |
| 2  | 07:15-07:30 | 13,91                |    | 13,51 | 13,71 | 25,88              |    | 26,65 | 26,26 |
| 3  | 07:30-07:45 | 12,55                |    | 11,71 | 12,13 | 28,69              |    | 30,74 | 29,71 |
| 4  | 07:45-08:00 | 11,1                 |    | 11,34 | 11,22 | 32,43              |    | 31,75 | 32,09 |
| 5  | 08:00-08:15 | 12,28                |    | 9,2   | 10,74 | 29,32              |    | 39,13 | 34,22 |
| 6  | 08:15-08:30 | 14,38                |    | 9,6   | 11,99 | 25,03              |    | 37,5  | 31,27 |
| 7  | 08:30-08:45 | 14,78                |    | 10,72 | 12,75 | 24,36              |    | 33,58 | 28,97 |
| 8  | 08:45-09:00 | 12,37                |    | 10,8  | 11,59 | 29,1               |    | 33,33 | 31,21 |
| 9  | 12:00-12:15 | 15,38                |    | 15,32 | 15,35 | 23,41              |    | 23,5  | 23,45 |
| 10 | 12:15-12:30 | 12,78                |    | 10,43 | 11,61 | 28,17              |    | 34,52 | 31,34 |
| 11 | 12:30-12:45 | 14,25                |    | 15,38 | 14,82 | 25,26              |    | 23,41 | 24,34 |
| 12 | 12:45-13:00 | 16,8                 |    | 12,61 | 14,71 | 21,43              |    | 28,55 | 24,99 |
| 13 | 13:00-13:15 | 13,12                |    | 10,9  | 12,01 | 27,44              |    | 33,03 | 30,23 |
| 14 | 13:15-13:30 | 14,66                |    | 12,9  | 13,78 | 24,56              |    | 27,91 | 26,23 |
| 15 | 13:30-13:45 | 12,48                |    | 11,56 | 12,02 | 28,85              |    | 31,14 | 29,99 |
| 16 | 13:45-14:00 | 12,62                |    | 11,96 | 12,29 | 28,53              |    | 30,1  | 29,31 |
| 17 | 16:00-16:15 | 17,41                |    | 13,84 | 15,63 | 20,68              |    | 26,01 | 23,34 |
| 28 | 16:15-16:30 | 15,35                |    | 12,42 | 13,89 | 23,45              |    | 28,99 | 26,21 |
| 19 | 16:30-16:45 | 13,12                |    | 13,84 | 13,48 | 27,44              |    | 26,01 | 26,73 |
| 20 | 16:45-17:00 | 16,36                |    | 13,49 | 14,93 | 22                 |    | 26,69 | 24,35 |
| 21 | 17:00-17:15 | 14,77                |    | 12,17 | 13,47 | 24,37              |    | 29,58 | 26,98 |
| 22 | 17:15-17:30 | 15,21                |    | 10,94 | 13,08 | 23,67              |    | 32,91 | 28,29 |
| 23 | 17:30-17:45 | 15,71                |    | 11,76 | 13,74 | 22,92              |    | 30,61 | 26,76 |
| 24 | 17:45-18:00 | 16,46                |    | 12,44 | 14,45 | 21,87              |    | 28,94 | 25,41 |

Tabel L.9: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Kamis, 14 April 2022.

| No | Waktu       | Waktu tempuh (detik) |    |       | Total | Kecepatan (km/jam) |    |       | Total |
|----|-------------|----------------------|----|-------|-------|--------------------|----|-------|-------|
|    | Jam         | KR                   | KB | KM    |       | KR                 | KB | KM    |       |
| 1  | 07:00-07:15 | 10,51                |    | 9,89  | 10,2  | 34,25              |    | 36,4  | 35,33 |
| 2  | 07:15-07:30 | 10,31                |    | 10,32 | 10,32 | 34,92              |    | 34,88 | 34,9  |
| 3  | 07:30-07:45 | 11,57                |    | 10,8  | 11,19 | 31,11              |    | 33,33 | 32,22 |
| 4  | 07:45-08:00 | 12,42                |    | 11,45 | 11,94 | 28,99              |    | 31,44 | 30,21 |
| 5  | 08:00-08:15 | 14,69                |    | 11,28 | 12,99 | 24,51              |    | 31,91 | 28,21 |
| 6  | 08:15-08:30 | 12,49                |    | 10,62 | 11,56 | 28,82              |    | 33,9  | 31,36 |
| 7  | 08:30-08:45 | 13,54                |    | 10,63 | 12,09 | 26,59              |    | 33,87 | 30,23 |
| 8  | 08:45-09:00 | 13,58                |    | 10,8  | 12,19 | 26,51              |    | 33,33 | 29,92 |
| 9  | 12:00-12:15 | 12,69                |    | 10,2  | 11,45 | 28,37              |    | 35,29 | 31,83 |
| 10 | 12:15-12:30 | 13,63                |    | 11,34 | 12,49 | 26,41              |    | 31,75 | 29,08 |
| 11 | 12:30-12:45 | 14,6                 |    | 12,6  | 13,6  | 24,66              |    | 28,57 | 26,61 |
| 12 | 12:45-13:00 | 12,1                 |    | 13,29 | 12,7  | 29,75              |    | 27,08 | 28,42 |
| 13 | 13:00-13:15 | 12,32                |    | 10,8  | 11,56 | 29,22              |    | 33,33 | 31,28 |
| 14 | 13:15-13:30 | 15,73                |    | 12,9  | 14,32 | 22,89              |    | 27,91 | 25,4  |
| 15 | 13:30-13:45 | 16,13                |    | 10,57 | 13,35 | 22,32              |    | 34,06 | 28,19 |
| 16 | 13:45-14:00 | 12,66                |    | 11,36 | 12,01 | 28,44              |    | 31,69 | 30,06 |
| 17 | 16:00-16:15 | 13,53                |    | 11,12 | 12,33 | 26,61              |    | 32,37 | 29,49 |
| 18 | 16:15-16:30 | 17,10                |    | 10,33 | 13,72 | 21,05              |    | 34,85 | 27,95 |
| 19 | 16:30-16:45 | 16,25                |    | 9,68  | 12,97 | 22,15              |    | 37,19 | 29,67 |
| 20 | 16:45-17:00 | 15,57                |    | 9,11  | 12,34 | 23,12              |    | 39,52 | 31,32 |
| 21 | 17:00-17:15 | 14,41                |    | 10,61 | 12,51 | 24,98              |    | 33,93 | 29,46 |
| 22 | 17:15-17:30 | 12,6                 |    | 9,31  | 10,96 | 28,57              |    | 38,67 | 33,62 |
| 23 | 17:30-17:45 | 13,92                |    | 10,65 | 12,29 | 25,86              |    | 33,8  | 29,83 |
| 24 | 17:45-18:00 | 14,31                |    | 11,3  | 12,81 | 25,16              |    | 31,89 | 28,51 |

Tabel L.10: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Jumat, 15 April 2022.

| No | Waktu       | Waktu tempuh (detik) |       |       | Total | Kecepatan (km/jam) |       |       | Total |
|----|-------------|----------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
|    | Jam         | KR                   | KB    | KM    |       | KR                 | KB    | KM    |       |
| 1  | 07:00-07:15 | 12,46                |       | 9,53  | 11    | 28,9               |       | 37,78 | 33,33 |
| 2  | 07:15-07:30 | 10,71                |       | 10,88 | 10,8  | 33,61              |       | 33,09 | 33,35 |
| 3  | 07:30-07:45 | 14,26                |       | 11,11 | 12,69 | 25,25              |       | 32,4  | 28,82 |
| 4  | 07:45-08:00 | 11,81                |       | 11,4  | 11,61 | 30,48              |       | 31,58 | 31,03 |
| 5  | 08:00-08:15 | 14,81                |       | 9,74  | 12,28 | 24,3               |       | 36,96 | 30,63 |
| 6  | 08:15-08:30 | 12,55                |       | 9,63  | 11,09 | 28,69              |       | 37,38 | 33,03 |
| 7  | 08:30-08:45 | 14,56                |       | 10,1  | 12,33 | 24,73              |       | 35,64 | 30,18 |
| 8  | 08:45-09:00 | 11,99                |       | 11,26 | 11,63 | 30,03              |       | 31,97 | 31    |
| 9  | 12:00-12:15 | 16,15                |       | 10,32 | 13,24 | 22,29              |       | 34,88 | 28,59 |
| 10 | 12:15-12:30 | 14,31                |       | 9,95  | 12,13 | 25,16              |       | 36,18 | 30,67 |
| 11 | 12:30-12:45 | 16,12                |       | 11,51 | 13,82 | 22,33              |       | 31,28 | 26,8  |
| 12 | 12:45-13:00 | 16,9                 |       | 12,84 | 14,87 | 21,3               |       | 28,03 | 24,67 |
| 13 | 13:00-13:15 | 15,5                 | 14,67 | 12,03 | 14,07 | 23,23              | 24,54 | 29,93 | 25,9  |
| 14 | 13:15-13:30 | 13,91                |       | 12,71 | 13,31 | 25,88              |       | 28,32 | 27,1  |
| 15 | 13:30-13:45 | 12,32                |       | 10,69 | 11,51 | 29,22              |       | 33,68 | 31,45 |
| 16 | 13:45-14:00 | 13,53                |       | 9,93  | 11,73 | 26,61              |       | 36,25 | 31,43 |
| 17 | 16:00-16:15 | 14,23                |       | 9,5   | 11,87 | 25,3               |       | 37,89 | 31,6  |
| 18 | 16:15-16:30 | 13,44                |       | 10,04 | 11,74 | 26,79              |       | 35,86 | 31,32 |
| 19 | 16:30-16:45 | 13,98                |       | 11,6  | 12,79 | 25,75              |       | 31,03 | 28,39 |
| 20 | 16:45-17:00 | 14,85                |       | 12,59 | 13,72 | 24,24              |       | 28,59 | 26,42 |
| 21 | 17:00-17:15 | 13,58                |       | 11,26 | 12,42 | 26,51              |       | 31,97 | 29,24 |
| 22 | 17:15-17:30 | 14,21                |       | 11,78 | 13    | 25,33              |       | 30,56 | 27,95 |
| 23 | 17:30-17:45 | 13,14                |       | 12,56 | 12,85 | 27,4               |       | 28,66 | 28,03 |
| 24 | 17:45-18:00 | 16,47                |       | 12,55 | 14,51 | 21,86              |       | 28,69 | 25,27 |

Tabel L.11: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Sabtu, 16 April 2022.

| No | Waktu       | Waktu tempuh (detik) |       |       | Total | Kecepatan (km/jam) |       |       | Total |
|----|-------------|----------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
|    | Jam         | KR                   | KB    | KM    |       | KR                 | KB    | KM    |       |
| 1  | 07:00-07:15 | 10,89                |       | 8,58  | 9,74  | 33,06              |       | 41,96 | 37,51 |
| 2  | 07:15-07:30 | 12,61                | 13,18 | 8,79  | 11,53 | 28,55              | 27,31 | 40,96 | 32,27 |
| 3  | 07:30-07:45 | 12,22                |       | 9,87  | 11,05 | 29,46              |       | 36,47 | 32,97 |
| 4  | 07:45-08:00 | 11,52                |       | 9,95  | 10,74 | 31,25              |       | 36,18 | 33,72 |
| 5  | 08:00-08:15 | 10,13                |       | 8,98  | 9,56  | 35,54              |       | 40,09 | 37,81 |
| 6  | 08:15-08:30 | 11,74                |       | 8,26  | 10    | 30,66              |       | 43,58 | 37,12 |
| 7  | 08:30-08:45 | 13,9                 |       | 8,59  | 11,25 | 25,9               |       | 41,91 | 33,9  |
| 8  | 08:45-09:00 | 11,85                |       | 9,05  | 10,45 | 30,38              |       | 39,78 | 35,08 |
| 9  | 12:00-12:15 | 13,34                |       | 11,26 | 12,3  | 26,97              |       | 31,97 | 29,48 |
| 10 | 12:15-12:30 | 12,97                | 15,75 | 10,43 | 13,05 | 27,76              | 22,86 | 34,52 | 28,38 |
| 11 | 12:30-12:45 | 12,36                |       | 10,65 | 11,51 | 29,13              |       | 33,8  | 31,46 |
| 12 | 12:45-13:00 | 12,95                |       | 12,02 | 12,49 | 27,8               |       | 29,95 | 28,87 |
| 13 | 13:00-13:15 | 13,76                |       | 11,63 | 12,7  | 26,16              |       | 30,95 | 28,56 |
| 14 | 13:15-13:30 | 13,69                |       | 11,1  | 12,4  | 26,3               |       | 32,43 | 29,36 |
| 15 | 13:30-13:45 | 12,27                |       | 10,46 | 11,4  | 29,34              |       | 34,42 | 31,88 |
| 16 | 13:45-14:00 | 12,35                |       | 12,04 | 12,2  | 29,15              |       | 29,9  | 29,53 |
| 17 | 16:00-16:15 | 13,5                 |       | 12,27 | 12,89 | 26,67              |       | 29,34 | 28    |
| 18 | 16:15-16:30 | 12,77                |       | 11,58 | 12,18 | 28,19              |       | 31,09 | 29,64 |
| 19 | 16:30-16:45 | 12,86                |       | 11,22 | 12,04 | 27,99              |       | 32,09 | 30,04 |
| 20 | 16:45-17:00 | 12,95                |       | 11,56 | 12,26 | 27,8               |       | 31,14 | 29,47 |
| 21 | 17:00-17:15 | 11,29                |       | 10,53 | 10,91 | 31,89              |       | 34,19 | 33,04 |
| 22 | 17:15-17:30 | 14,31                |       | 12,57 | 13,44 | 25,16              |       | 28,64 | 26,9  |
| 23 | 17:30-17:45 | 15,69                |       | 11,43 | 13,56 | 22,94              |       | 31,5  | 27,22 |
| 24 | 17:45-18:00 | 14,83                |       | 11,16 | 13    | 24,28              |       | 32,26 | 28,27 |

Tabel L.12: Kecepatan Kendaraan Pada Hari Minggu, 17 April 2022.

| No | Waktu       | Waktu tempuh (detik) |       |       | Total | Kecepatan (km/jam) |       |       | Total |
|----|-------------|----------------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|-------|-------|
|    | Jam         | KR                   | KB    | KM    |       | KR                 | KB    | KM    |       |
| 1  | 07:00-07:15 | 11,78                |       | 9,19  | 10,49 | 30,56              |       | 39,17 | 34,87 |
| 2  | 07:15-07:30 | 12,1                 |       | 10,24 | 11,17 | 29,75              |       | 35,16 | 32,45 |
| 3  | 07:30-07:45 | 10,59                |       | 10,44 | 10,52 | 33,99              |       | 34,48 | 34,24 |
| 4  | 07:45-08:00 | 11,8                 | 16,09 | 10,62 | 12,84 | 30,51              | 22,37 | 33,9  | 28,93 |
| 5  | 08:00-08:15 | 11,94                |       | 10,97 | 11,46 | 30,15              |       | 32,82 | 31,48 |
| 6  | 08:15-08:30 | 11,33                |       | 10,21 | 10,77 | 31,77              |       | 35,26 | 33,52 |
| 7  | 08:30-08:45 | 12,55                |       | 8,76  | 10,66 | 28,69              |       | 41,1  | 34,89 |
| 8  | 08:45-09:00 | 13,15                |       | 9,19  | 11,17 | 27,38              |       | 39,17 | 33,27 |
| 9  | 12:00-12:15 | 13,17                |       | 10,87 | 12,02 | 27,33              |       | 33,12 | 30,23 |
| 10 | 12:15-12:30 | 14,01                |       | 10,1  | 12,06 | 25,7               |       | 35,64 | 30,67 |
| 11 | 12:30-12:45 | 13,3                 |       | 11,6  | 12,45 | 27,07              |       | 31,03 | 29,05 |
| 12 | 12:45-13:00 | 12,22                |       | 11,79 | 12,01 | 29,46              |       | 30,53 | 30    |
| 13 | 13:00-13:15 | 13,98                | 15,26 | 11    | 13,41 | 25,75              | 23,59 | 32,73 | 27,36 |
| 14 | 13:15-13:30 | 13,19                |       | 12,11 | 12,65 | 27,29              |       | 29,73 | 28,51 |
| 15 | 13:30-13:45 | 14,18                |       | 11,25 | 12,72 | 25,39              |       | 32    | 28,69 |
| 16 | 13:45-14:00 | 14,31                |       | 12,52 | 13,42 | 25,16              |       | 28,75 | 26,96 |
| 17 | 16:00-16:15 | 14,21                |       | 11,9  | 13,06 | 25,33              |       | 30,25 | 27,79 |
| 18 | 16:15-16:30 | 14,78                |       | 12,05 | 13,41 | 24,36              |       | 29,88 | 27,12 |
| 19 | 16:30-16:45 | 15,01                |       | 11,16 | 13,09 | 23,98              |       | 32,26 | 28,12 |
| 20 | 16:45-17:00 | 15,37                |       | 12,36 | 13,87 | 23,42              |       | 29,13 | 26,27 |
| 21 | 17:00-17:15 | 15,12                |       | 12,79 | 13,96 | 23,81              |       | 28,15 | 25,98 |
| 22 | 17:15-17:30 | 14,4                 |       | 12,02 | 13,21 | 25                 |       | 29,95 | 27,48 |
| 23 | 17:30-17:45 | 14,88                |       | 11,23 | 13,06 | 24,19              |       | 32,06 | 28,13 |
| 24 | 17:45-18:00 | 14,45                |       | 10,88 | 12,67 | 24,91              |       | 33,09 | 29    |

Tabel L.13: Kepadatan Kendaraan Pada Hari Selasa, 12 April 2022.

| No | Waktu       | Volume<br>(skr/jam) | Kecepatan<br>(km/jam) | Kepadatan<br>(skr/km) |
|----|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | Jam         |                     |                       |                       |
| 1  | 07:00-07:15 | 523,2               | 29,87                 | 17,52                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 554,6               | 29,71                 | 18,67                 |
| 3  | 07:30-07:45 | 740,2               | 32,76                 | 22,59                 |
| 4  | 07:45-08:00 | 664,8               | 28,77                 | 23,11                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 674,8               | 31,3                  | 21,56                 |
| 6  | 08:15-08:30 | 632,4               | 31,17                 | 20,29                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 682                 | 28,93                 | 23,57                 |
| 8  | 08:45-09:00 | 681,6               | 27,56                 | 24,73                 |
| 9  | 12:00-12:15 | 708,4               | 32,24                 | 21,97                 |
| 10 | 12:15-12:30 | 750                 | 25,58                 | 29,32                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 772,2               | 27,4                  | 28,18                 |
| 12 | 12:45-13:00 | 796,2               | 28,35                 | 28,08                 |
| 13 | 13:00-13:15 | 763,8               | 29,97                 | 25,49                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 768                 | 28,6                  | 26,85                 |
| 15 | 13:30-13:45 | 745,2               | 28,25                 | 26,38                 |
| 16 | 13:45-14:00 | 708                 | 26,82                 | 26,4                  |
| 17 | 16:00-16:15 | 689                 | 29,33                 | 23,49                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 714,2               | 28,94                 | 24,68                 |
| 19 | 16:30-16:45 | 757,8               | 27,22                 | 27,84                 |
| 20 | 16:45-17:00 | 777                 | 27,86                 | 27,89                 |
| 21 | 17:00-17:15 | 776,4               | 26,87                 | 28,89                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 730                 | 26,34                 | 27,71                 |
| 23 | 17:30-17:45 | 712,2               | 26,63                 | 26,74                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 685                 | 27,52                 | 24,89                 |

Tabel L.14: Kepadatan Kendaraan Pada Hari Rabu, 13 April 2022.

| No | Waktu       | Volume<br>(skr/jam) | Kecepatan<br>(km/jam) | Kepadatan<br>(skr/km) |
|----|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | Jam         |                     |                       |                       |
| 1  | 07:00-07:15 | 575,2               | 30,51                 | 18,85                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 484,6               | 26,26                 | 18,45                 |
| 3  | 07:30-07:45 | 554,4               | 29,71                 | 18,66                 |
| 4  | 07:45-08:00 | 542,8               | 32,09                 | 16,91                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 530,4               | 34,22                 | 15,5                  |
| 6  | 08:15-08:30 | 578,8               | 31,27                 | 18,51                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 602                 | 28,97                 | 20,78                 |
| 8  | 08:45-09:00 | 632,2               | 31,21                 | 20,26                 |
| 9  | 12:00-12:15 | 560,2               | 23,45                 | 23,89                 |
| 10 | 12:15-12:30 | 637,6               | 31,34                 | 20,34                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 753,6               | 24,34                 | 30,96                 |
| 12 | 12:45-13:00 | 608,4               | 24,99                 | 24,35                 |
| 13 | 13:00-13:15 | 673,6               | 30,23                 | 22,28                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 739                 | 26,23                 | 28,17                 |
| 15 | 13:30-13:45 | 681,2               | 29,99                 | 22,71                 |
| 16 | 13:45-14:00 | 621,6               | 29,31                 | 21,21                 |
| 17 | 16:00-16:15 | 592,6               | 23,34                 | 25,39                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 670,8               | 26,21                 | 25,59                 |
| 19 | 16:30-16:45 | 757,4               | 26,73                 | 28,34                 |
| 20 | 16:45-17:00 | 687,6               | 24,35                 | 28,24                 |
| 21 | 17:00-17:15 | 702,2               | 26,98                 | 26,03                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 626,8               | 28,29                 | 22,16                 |
| 23 | 17:30-17:45 | 559,8               | 26,76                 | 20,92                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 508,6               | 25,41                 | 20,02                 |



Tabel L.15: Kepadatan Kendaraan Pada Hari Kamis, 14 April 2022.

| No | Waktu       | Volume<br>(skr/jam) | Kecepatan<br>(km/jam) | Kepadatan<br>(skr/km) |
|----|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | Jam         |                     |                       |                       |
| 1  | 07:00-07:15 | 575                 | 35,33                 | 16,28                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 607,4               | 34,9                  | 17,4                  |
| 3  | 07:30-07:45 | 627,6               | 32,22                 | 19,48                 |
| 4  | 07:45-08:00 | 672,2               | 30,21                 | 22,25                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 684,4               | 28,21                 | 24,26                 |
| 6  | 08:15-08:30 | 703,8               | 31,36                 | 22,44                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 662,6               | 30,23                 | 21,92                 |
| 8  | 08:45-09:00 | 645,8               | 29,92                 | 21,58                 |
| 9  | 12:00-12:15 | 690,2               | 31,83                 | 21,68                 |
| 10 | 12:15-12:30 | 694,6               | 29,08                 | 23,89                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 718,4               | 26,61                 | 26,98                 |
| 12 | 12:45-13:00 | 733,6               | 28,42                 | 25,81                 |
| 13 | 13:00-13:15 | 758                 | 31,28                 | 24,23                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 746,8               | 25,4                  | 29,4                  |
| 15 | 13:30-13:45 | 738,4               | 28,19                 | 26,19                 |
| 16 | 13:45-14:00 | 708,2               | 30,06                 | 23,56                 |
| 17 | 16:00-16:15 | 661                 | 29,49                 | 22,41                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 682                 | 27,95                 | 24,4                  |
| 19 | 16:30-16:45 | 712,6               | 29,67                 | 24,02                 |
| 20 | 16:45-17:00 | 755,2               | 31,32                 | 24,11                 |
| 21 | 17:00-17:15 | 790                 | 29,46                 | 26,82                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 755,4               | 33,62                 | 22,47                 |
| 23 | 17:30-17:45 | 716,2               | 29,83                 | 24,01                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 729,8               | 28,51                 | 25,6                  |

Tabel L.16: Kepadatan Kendaraan Pada Hari Jumat, 15 April 2022.

| No | Waktu       | Volume<br>(skr/jam) | Kecepatan<br>(km/jam) | Kepadatan<br>(skr/km) |
|----|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | Jam         |                     |                       |                       |
| 1  | 07:00-07:15 | 616                 | 33,33                 | 18,48                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 643,4               | 33,35                 | 19,29                 |
| 3  | 07:30-07:45 | 682                 | 28,82                 | 23,66                 |
| 4  | 07:45-08:00 | 711,2               | 31,03                 | 22,92                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 727,6               | 30,63                 | 23,75                 |
| 6  | 08:15-08:30 | 765,2               | 33,03                 | 23,17                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 732                 | 30,18                 | 24,25                 |
| 8  | 08:45-09:00 | 667,8               | 31                    | 21,54                 |
| 9  | 12:00-12:15 | 672,6               | 28,59                 | 23,53                 |
| 10 | 12:15-12:30 | 691,8               | 30,67                 | 22,56                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 740,2               | 26,8                  | 27,62                 |
| 12 | 12:45-13:00 | 732                 | 24,67                 | 29,67                 |
| 13 | 13:00-13:15 | 754,6               | 25,9                  | 29,14                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 784,4               | 27,1                  | 28,94                 |
| 15 | 13:30-13:45 | 742,6               | 31,45                 | 23,61                 |
| 16 | 13:45-14:00 | 735                 | 31,43                 | 23,39                 |
| 17 | 16:00-16:15 | 656                 | 31,6                  | 20,76                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 680,8               | 31,32                 | 21,74                 |
| 19 | 16:30-16:45 | 601                 | 28,39                 | 21,17                 |
| 20 | 16:45-17:00 | 625,2               | 26,42                 | 23,66                 |
| 21 | 17:00-17:15 | 650,8               | 29,24                 | 22,26                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 672,2               | 27,95                 | 24,05                 |
| 23 | 17:30-17:45 | 664,6               | 28,03                 | 23,71                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 618,4               | 25,27                 | 24,47                 |

Tabel L.17: Kepadatan Kendaraan Pada Hari Sabtu, 16 April 2022.

| No | Waktu       | Volume<br>(skr/jam) | Kecepatan<br>(km/jam) | Kepadatan<br>(skr/km) |
|----|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | Jam         |                     |                       |                       |
| 1  | 07:00-07:15 | 581,2               | 37,51                 | 15,49                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 596                 | 32,27                 | 18,47                 |
| 3  | 07:30-07:45 | 617,2               | 32,97                 | 18,72                 |
| 4  | 07:45-08:00 | 650                 | 33,72                 | 19,28                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 680,8               | 37,81                 | 18,01                 |
| 6  | 08:15-08:30 | 699                 | 37,12                 | 18,83                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 671,6               | 33,9                  | 19,81                 |
| 8  | 08:45-09:00 | 629,2               | 35,08                 | 17,94                 |
| 9  | 12:00-12:15 | 657,8               | 29,48                 | 22,31                 |
| 10 | 12:15-12:30 | 685,6               | 28,38                 | 24,16                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 714,6               | 31,46                 | 22,71                 |
| 12 | 12:45-13:00 | 742,8               | 28,87                 | 25,73                 |
| 13 | 13:00-13:15 | 745,2               | 28,56                 | 26,09                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 769                 | 29,36                 | 26,19                 |
| 15 | 13:30-13:45 | 725,8               | 31,88                 | 22,77                 |
| 16 | 13:45-14:00 | 685,2               | 29,53                 | 23,2                  |
| 17 | 16:00-16:15 | 656                 | 28                    | 23,43                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 680,8               | 29,64                 | 22,97                 |
| 19 | 16:30-16:45 | 713,6               | 30,04                 | 23,75                 |
| 20 | 16:45-17:00 | 749,4               | 29,47                 | 25,43                 |
| 21 | 17:00-17:15 | 767                 | 33,04                 | 23,21                 |
| 22 | 17:15-17:30 | 790,8               | 26,9                  | 29,4                  |
| 23 | 17:30-17:45 | 737,4               | 27,22                 | 27,09                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 667,2               | 28,27                 | 23,6                  |

Tabel L.18: Kepadatan Kendaraan Pada Hari Minggu, 17 April 2022.

| No | Waktu       | Volume<br>(skr/jam) | Kecepatan<br>(km/jam) | Kepadatan<br>(skr/km) |
|----|-------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
|    | Jam         |                     |                       |                       |
| 1  | 07:00-07:15 | 531,6               | 34,87                 | 15,25                 |
| 2  | 07:15-07:30 | 597,4               | 32,45                 | 18,41                 |
| 3  | 07:30-07:45 | 627,2               | 34,24                 | 18,32                 |
| 4  | 07:45-08:00 | 690                 | 28,93                 | 23,85                 |
| 5  | 08:00-08:15 | 675,8               | 31,48                 | 21,47                 |
| 6  | 08:15-08:30 | 740,2               | 33,52                 | 22,08                 |
| 7  | 08:30-08:45 | 714,4               | 34,89                 | 20,48                 |
| 8  | 08:45-09:00 | 735,2               | 33,27                 | 22,1                  |
| 9  | 12:00-12:15 | 600,4               | 30,23                 | 19,86                 |
| 10 | 12:15-12:30 | 720                 | 30,67                 | 23,48                 |
| 11 | 12:30-12:45 | 651,8               | 29,05                 | 22,44                 |
| 12 | 12:45-13:00 | 685,6               | 30                    | 22,85                 |
| 13 | 13:00-13:15 | 640,6               | 27,36                 | 23,41                 |
| 14 | 13:15-13:30 | 668,4               | 28,51                 | 23,44                 |
| 15 | 13:30-13:45 | 756,2               | 28,69                 | 26,36                 |
| 16 | 13:45-14:00 | 780                 | 26,96                 | 28,93                 |
| 17 | 16:00-16:15 | 653,4               | 27,79                 | 23,51                 |
| 18 | 16:15-16:30 | 741,6               | 27,12                 | 27,35                 |
| 19 | 16:30-16:45 | 807,8               | 28,12                 | 28,73                 |
| 20 | 16:45-17:00 | 795,6               | 26,27                 | 30,29                 |
| 21 | 17:00-17:15 | 844,4               | 25,98                 | 32,5                  |
| 22 | 17:15-17:30 | 669                 | 27,48                 | 24,34                 |
| 23 | 17:30-17:45 | 725                 | 28,13                 | 25,77                 |
| 24 | 17:45-18:00 | 815,4               | 29                    | 28,12                 |

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DAFTAR DIRI PESERTA

Nama Lengkap : M. Alfarizi  
Panggilan : Rizi  
Tempat/Tanggal Lahir : Bagan Deli, 5 Februari 2000  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Alamat : Gaperta Ujung Jl. Parwitayasa Gg Keluarga  
Agama : Islam  
Nama Orang :  
Tua Ayah : Muhammad Haris  
Ibu : Salbiah  
No. HP : 082273855499  
E-Mail : [m.alfarizy520@gmail.com](mailto:m.alfarizy520@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1807210005  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

| No. | Tingkat Pendidikan   | Nama dan Tempat     |
|-----|--|---------------------|
| 1   | SD   | N 014693 Sei Beluru |
| 2   | SMP  | N 1 Meranti         |
| 3   | SMK  | N 1 Meranti         |
| 4   | Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2018 |                     |

## **RIWAYAT ORGANISASI**

1. Anggota External Himpunan Mahasiswa Sipil Falkutas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2019 - 2020
2. Seketaris Jendral Himpunan Mahasiswa Sipil Falkutas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 2020 - 2021