

**ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL V-D-S DAN PROYEKSI ARUS  
LALU LINTAS DI RUAS JALAN TRANSYOGI CIBUBUR**

**TUGAS AKHIR**

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
Teknik Sipil



Oleh

Alfarel Zaki Rahmadhani

NIM 1900091

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI DAN KEJURUAN  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2023**

**ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL V-D-S DAN PROYEKSI ARUS  
LALU LINTAS DI RUAS JALAN TRANSYOGI CIBUBUR**

Oleh

**Alfarel Zaki Rahmadhani**

Sebuah Tugas Akhir diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh  
gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil

© Alfarel Zaki Rahmadhani 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Hak Cipta dilindungi oleh undang – undang Tugas Akhir ini tidak dapat  
diperbanyak seluruhnya atau Sebagian, Dengan dicetak ulang, difotokopi, atau  
cara lainnya tanpa izin penulis

**LEMBAR PENGESAHAN**

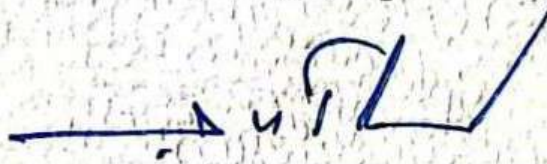
**Alfarel Zaki Rahmadhani**

**NIM 1900091**

**ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL V-D-S DAN PROYEKSI ARUS LALU  
LINTAS DI RUAS JALAN TRANSYOGI CIBUBUR**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



**Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng**

**NIP. 19770307 200812 1 001**

Pembimbing II



**Dr. Ir. H. Dadang Mohamad M., MSCE., Ph.D.**

**NIP. 19601217 198511 1 002**

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



**Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng**

**NIP. 19770307 200812 1 001**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “**ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL V-D-S DAN PROYEKSI ARUS LALU LINTAS DI RUAS JALAN TRANSYOGI CIBUBUR**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023

Pembuat Pernyataan



Alfarel Zaki Rahmadhani

NIM. 1900091

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia, sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya.

Penulis telah mendapatkan banyak bantuan, bimbingan, dorongan, do'a serta dukungan dari semua pihak. Penulis menyadari bahwa tanpa adanya bantuan serta dorongan dari berbagai pihak, penyelesaian tugas akhir ini tidak akan terwujud. Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng selaku Dosen Pembimbing pertama yang telah membimbing dengan penuh kesabaran dan mengarahkan penulis selama penyusunan tugas akhir ditengah kesibukannya. Terimakasih untuk selalu sabar dan dapat meluangkan waktunya untuk membimbing tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. H. Dadang Mohamad M., MSCE., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing kedua yang telah membimbing dengan memberikan masukan serta dukungan yang terbaik untuk kelancaran tugas akhir penulis. Terimakasih atas waktu serta masukan yang sangat bermanfaat.
3. Bapak Dr. T. Ir. Juang Akbardin, ST, MT, IPM, ASEAN.Eng selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Departemen Pendidikan Teknik Sipil, FPTK UPI yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. H. Nanang Dalil Herman, S.T., M.Pd. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan dan arahan kepada penulis selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknik Sipil UPI.
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Sipil, Departemen Pendidikan Teknik Sipil yang telah memberikan dukungan serta ilmu yang bermanfaat kepada penulis selama masa perkuliahan hingga selesai.
6. Kedua orang tua Mama dan Papa tercinta yang selama ini telah membesarkan dan mendidik penulis. Terima kasih atas kasih sayang dan do'a yang selalu diberikan yang senantiasa menjadi kekuatan penulis serta kerja keras yang tak

pernah lelah selalu mendukung dan memberikan kepercayaan kepada penulis dalam menyelesaikan kuliah dan tugas akhir ini.

7. Teman spesial Amron Maroghi, Fani Luthfiani, Intan Inti Nurani, M.Ridho Mubarak, Priandhany Hendrawan, Raka Dwi Deputra, Rio Dzulfikar, Widia Kurnia Mulyawanti yang selalu menemani penulis, serta dukungannya kepada penulis.
8. Teman-teman Program Studi Teknik Sipil 2019 yang telah berjuang bersama-sama untuk menyelesaikan kewajiban pendidikan di perkuliahan.
9. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tugas akhir ini. yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat atas amalan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Bandung, Agustus 2023

Pembuat Pernyataan



Alfarel Zaki Rahmadhani

NIM. 1900091

# **ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL V-D-S DAN PROYEKSI ARUS LALU LINTAS DI RUAS JALAN TRANSYOGI CIBUBUR**

*Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.*

*Universitas Pendidikan Indonesia*

Email : [alfa.zr@upi.edu](mailto:alfa.zr@upi.edu) ; [akbardien@upi.edu](mailto:akbardien@upi.edu) ; [dadang1712@upi.edu](mailto:dadang1712@upi.edu)

## **ABSTRAK**

Jalan Transyogi Cibubur merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan Kabupaten Bogor, Kota Bekasi, dan Kota Depok. Berdasarkan data yang dirilis oleh Open Data Jabar, ketiga daerah tersebut memiliki tingkat pertumbuhan dan jumlah kepadatan penduduk serta kepemilikan kendaraan pribadi yang cukup tinggi diantara kabupaten/kota di Jawa Barat. Di ruas tersebut juga terdapat pembukaan pintu tol Jatikarya sehingga membuka simpangan baru yang menyebabkan pengaruh terhadap arus lalu-lintas serta penurunan dalam kinerja jalan. Informasi tentang parameter arus lalu-lintas sangat penting di daerah perkotaan, sehingga perlu pendekatan berupa pemodelan untuk memahaminya dengan menjabarkannya dengan model hubungan secara matematis dan grafis. Dengan potensi pertumbuhan pada ketiga wilayah tersebut, maka perlu untuk melakukan perencanaan untuk mengantisipasi kebutuhan mobilitas di masa depan. Dimana salah satu upaya jangka panjang untuk mengurangi kepadatan arus lalu-lintas dengan menggunakan sarana angkutan umum yang tepat kapasitas. Dari hasil penelitian arus puncak eksisting terjadi pada 7909 skr/jam dengan tingkat kejenuhan tertinggi pada hari Senin jam 07:00 – 08:00 pada tingkat pelayanan D sebesar 0,75. Sedangkan untuk pendekatan arus lalu-lintas, Model Underwood dapat menjelaskan kejadian yang terjadi pada arus di ruas tersebut. Kemudian potensi dari ketiga wilayah untuk angka pertumbuhan kendaraan dipilih wilayah Kota Depok dengan tingkat kenaikan tertinggi sebesar 5,62%. Maka nilai proyeksi arus lalu-lintas di tahun 2045 sebesar 27951,53 skr/jam. Sehingga ruas tersebut tidak mampu menampung arus yang terjadi. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan memanfaatkan transportasi umum berupa Bus Tempel dengan Kapasitas 160 penumpang.

**Kata Kunci :** Kepadatan, Pemodelan Arus Lalu-Lintas, Proyeksi, Transportasi Umum

# ANALYSIS OF CHARACTERISTICS V-D-S MODEL AND TRAFFIC FLOW PROJECTION ON TRANSYOGI CIBUBUR

*Civil Engineering Study Program, Faculty of Technology and Vocational Education. Universitas Pendidikan Indonesia*

Email : [alfa.zr@upi.edu](mailto:alfa.zr@upi.edu) ; [akbardien@upi.edu](mailto:akbardien@upi.edu) ; [dadang1712@upi.edu](mailto:dadang1712@upi.edu)

## ABSTRACT

Transyogi Cibubur Road is a primary arterial road that connects Bogor Regency, Bekasi City, and Depok City. Based on data released by Open Data Jabar, these three regions have high growth rates and population density as well as private vehicle ownership among regencies/cities in West Java. In this section, there is also the opening of the Jatikarya toll gate, thus opening a new intersection which has an impact on traffic flow and a decrease in road performance. Information about traffic flow parameters is very important in urban areas, so it needs a modeling approach to understand it by describing it with a mathematical and graphical relationship model. With the growth potential in these three areas, it is necessary to plan to anticipate future mobility needs. Where one of the long-term efforts to reduce the density of traffic flow by using public transport facilities with the right capacity. From the research results, the existing peak current occurs at 7909 skr/hour with the highest saturation level on Monday at 07:00 - 08:00 at service level D of 0.75. Meanwhile, for the traffic flow approach, the Underwood Model can explain the events that occur in traffic on that section. Then the potential of the three regions for the vehicle growth rate was chosen for the City of Depok with the highest increase rate of 5.62%. Then the projected value of traffic flow in 2045 is 27951,53 skr/hour. So that the segment is not able to accommodate the current that occurs. The solution to this problem is to take advantage of public transportation in the form of Outboard Buses with a capacity of 160 passengers.

**Keyword** : Density, traffic flow modeling, projection, public transport



## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan rahmat hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**ANALISIS KARAKTERISTIK MODEL V-D-S DAN PROYEKSI ARUS LALU LINTAS DI RUAS JALAN TRANSYOGI CIBUBUR**”. Tugas ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini bukanlah karya yang sempurna karena masih memiliki banyak kekurangan, baik dalam hal isi maupun sistematika penulisannya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas ini. Akhir kata, semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Bandung, Agustus 2023



Alfarel Zaki Rahmadhani

NIM. 1900091

**DAFTAR ISI**

|   |          |
|---|----------|
| KATA PENGANTAR .....  | i        |
| DAFTAR ISI.....   | ii       |
| DAFTAR TABEL.....   | vi       |
| DAFTAR GAMBAR .....   | ix       |
| DAFTAR RUMUS PERSAMAAN .....  | xi       |
| DAFTAR ISTILAH DAN DEFINISI.....                                    | xv       |
| <b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>                                      | <b>1</b> |
| 1.1. Latar Belakang .....   | 1        |
| 1.2. Identifikasi Masalah .....                                     | 3        |
| 1.3. Batasan Masalah.....   | 4        |
| 1.4. Rumusan Masalah .....  | 4        |
| 1.5. Tujuan Penelitian.....   | 4        |
| 1.6. Manfaat Penelitian.....  | 5        |
| 1.7. Sistematika Penulisan.....                                     | 5        |
| <b>BAB II KAJIAN PUSTAKA .....</b>                                  | <b>7</b> |
| 2.1. Aliran Lalu Lintas .....                                       | 7        |
| 2.2. Kategori Arus Lalu Lintas .....                                | 7        |
| 2.3. Ekuivalen Kendaraan Ringan.....                                | 8        |
| 2.4. Karakteristik Lalu-Lintas .....                                | 9        |
| 2.4.1. Volume Lalu-Lintas.....                                      | 9        |
| 2.4.2. Kecepatan Lalu-Lintas.....                                   | 9        |
| 2.4.3. Kepadatan Lalu-Lintas.....                                   | 10       |
| 2.5. Hubungan Matematis Antara Volume Kecepatan dan Kepadatan ..... | 11       |
| 2.5.1. Hubungan Matematis Volume dan Kepadatan .....                | 11       |

|   |           |
|---|-----------|
| 2.5.2. Hubungan Matematis Volume dan Kecepatan .....                                | 12        |
| 2.5.3. Hubungan Matematis Kepadatan dan Kecepatan .....                             | 12        |
| 2.6. Hubungan Arus Lalu-Lintas Model Greenshield .....                              | 12        |
| 2.7. Hubungan Arus Lalu-Lintas Model Greenberg.....                                 | 14        |
| 2.8. Hubungan Arus Lalu-Lintas Model Underwood.....                                 | 15        |
| 2.9. Hipotesis Model Hubungan Parameter Lalu-Lintas .....                           | 15        |
| 2.10. Analisa Regresi dan Korelasi .....  | 16        |
| 2.10.1. Analisa Regresi .....   | 16        |
| 2.10.2. Analisa Korelasi.....   | 16        |
| 2.11. Kapasitas Jalan .....   | 17        |
| 2.11.1. Kapasitas Dasar (Co) .....  | 17        |
| 2.11.2. Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu-Lintas Efektif (FC <sub>Lj</sub> )..... | 18        |
| 2.11.3. Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FC <sub>pa</sub> ).....                    | 18        |
| 2.11.4. Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FChs) .....                            | 18        |
| 2.12. Kecepatan Arus Bebas Dasar .....  | 19        |
| 2.13. Derajat Kejenuhan .....   | 19        |
| 2.14. Tingkat Pelayanan .....   | 20        |
| 2.15. Pertumbuhan Proyeksi Lalu-Lintas .....  | 21        |
| 2.16. Perencanaan Transportasi.....   | 21        |
| 2.17. Transportasi Umum.....  | 22        |
| 2.18. Simulasi dengan PTV Vissim.....   | 22        |
| 2.18.1. Validitas Simulasi Vissim.....  | 23        |
| 2.19. Penelitian Terdahulu.....   | 23        |
| <b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....</b>   | <b>25</b> |
| 3.1. Lokasi Penelitian .....  | 25        |
| 3.2. Waktu Penelitian .....   | 25        |
| 3.3. Metode Penelitian.....   | 25        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.4. Populasi dan Sampel Penelitian .....                      | 26        |
| 3.5. Instrumen Penelitian.....                                 | 26        |
| 3.6. Data Penelitian .....                                     | 26        |
| 3.7. Teknik Analisis.....                                      | 26        |
| 3.7.1. Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas .....           | 27        |
| 3.7.2. Analisis Angka Pertumbuhan Kendaraan .....              | 28        |
| 3.8. Kerangka Berpikir .....                                   | 30        |
| 3.9. Diagram Alir Penelitian.....                              | 31        |
| <b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                       | <b>32</b> |
| 4.1. Analisis Kinerja Lalu-Lintas .....                        | 32        |
| 4.1.1. Data Geometrik Jalan.....                               | 32        |
| 4.1.2. Analisis Volume Lalu Lintas .....                       | 33        |
| 4.1.3. Analisis Satuan Kendaraan Ringan.....                   | 55        |
| 4.1.4. Analisis Waktu Kendaraan .....                          | 59        |
| 4.1.5. Analisis Kecepatan Arus Bebas .....                     | 62        |
| 4.1.6. Analisis Kepadatan Kendaraan .....                      | 64        |
| 4.1.7. Analisis Kapasitas.....                                 | 65        |
| 4.2. Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu-lintas .....       | 68        |
| 4.2.1. Model Greenshield.....                                  | 68        |
| 4.2.2. Model Greenberg .....                                   | 71        |
| 4.2.3. Model Underwood .....                                   | 74        |
| 4.3. Proyeksi Arus Lalu-Lintas.....                            | 102       |
| 4.3.1. Angka Pertumbuhan Kendaraan .....                       | 102       |
| 4.3.2. Proyeksi Arus Jangka Menengah (2023-2028).....          | 111       |
| 4.3.3. Proyeksi Arus Jangka Panjang (2025-2045).....           | 113       |
| 4.4. Perencanaan <i>Do Something</i> Berupa Angkutan Umum..... | 115       |
| 4.4.1. Output Simulasi Vissim .....                            | 126       |

|   |     |
|---|-----|
| BAB V KESIMPULAN IMPLIKASI DAN REKOMENDASI..... | 129 |
| 5.1. Kesimpulan.....                            | 129 |
| 5.2. Implikasi.....                             | 130 |
| 5.3. Rekomendasi .....                          | 131 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                            | 132 |
| LAMPIRAN.....                                   | 136 |

## DAFTAR TABEL

|  |    |
|--|----|
| Tabel 2. 1 Tipe Fasilitas Transportasi .....                                       | 8  |
| Tabel 2. 2 Nilai ekivalensi jenis kendaraan (EKR).....                             | 8  |
| Tabel 2. 3 Hipotesis model hubungan parameter lalu-lintas.....                     | 15 |
| Tabel 2. 4 Koefisien Korelasi.....   | 16 |
| Tabel 2. 5 Kapasitas Dasar Jalan.....  | 17 |
| Tabel 2. 6 Faktor penyesuaian kapasitas akibat lebar jalur lalu-lintas (FCLj)..... | 18 |
| Tabel 2. 7 Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisahan arah (FCPA) .....         | 18 |
| Tabel 2. 8 Faktor penyesuaian kapasitas akibat hambatan samping (FCHS) .....       | 18 |
| Tabel 2. 9 Kecepatan Arus Bebas Dasar .....  | 19 |
| Tabel 2. 10 Kriteria Tingkat Pelayanan Jalan Perkotaan .....                       | 20 |
| Tabel 2. 11 Standar Perhitungan Persamaan GEH.....                                 | 23 |
| Tabel 2. 12 Penelitian Terdahulu .....   | 23 |
| Tabel 3. 1 Data Penelitian Pertumbuhan Lalu-Lintas .....                           | 26 |
| Tabel 4. 1 Volume Lalu-Lintas hari Senin Dari Cileungsi .....                      | 34 |
| Tabel 4. 2 Volume Lalu-Lintas hari Senin Dari Cibubur.....                         | 35 |
| Tabel 4. 3 Volume Lalu-Lintas hari Senin Dari Ramp Tol.....                        | 36 |
| Tabel 4. 4 Volume Lalu-Lintas hari Selasa Dari Cileungsi .....                     | 37 |
| Tabel 4. 5 Volume Lalu-Lintas hari Selasa Dari Cibubur .....                       | 38 |
| Tabel 4. 6 Volume Lalu-Lintas hari Selasa Dari Ramp Tol .....                      | 39 |
| Tabel 4. 7 Volume Lalu-Lintas hari Rabu Dari Cileungsi.....                        | 40 |
| Tabel 4. 8 Volume Lalu-Lintas hari Rabu Dari Cibubur .....                         | 41 |
| Tabel 4. 9 Volume Lalu-Lintas hari Rabu Dari Ramp Tol .....                        | 42 |
| Tabel 4. 10 Volume Lalu-Lintas hari Kamis Dari Cileungsi.....                      | 43 |
| Tabel 4. 11 Volume Lalu-Lintas hari Kamis Dari Cibubur .....                       | 44 |
| Tabel 4. 12 Volume Lalu-Lintas hari Kamis Dari Ramp Tol .....                      | 45 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabel 4. 13 Volume Lalu-Lintas hari Jumat Dari Cileungsi.....            | 46  |
| Tabel 4. 14 Volume Lalu-Lintas hari Jumat Dari Cibubur .....             | 47  |
| Tabel 4. 15 Volume Lalu-Lintas hari Jumat Dari Ramp Tol .....            | 48  |
| Tabel 4. 16 Volume Lalu-Lintas hari Sabtu Dari Cileungsi .....           | 49  |
| Tabel 4. 17 Volume Lalu-Lintas hari Sabtu Dari Cibubur.....              | 50  |
| Tabel 4. 18 Volume Lalu-Lintas hari Sabtu Dari Ramp Tol.....             | 51  |
| Tabel 4. 19 Volume Lalu-Lintas hari Minggu Dari Cileungsi.....           | 52  |
| Tabel 4. 20 Volume Lalu-Lintas hari Minggu Dari Cibubur .....            | 53  |
| Tabel 4. 21 Volume Lalu-Lintas hari Minggu Dari Ramp Tol .....           | 54  |
| Tabel 4. 22 Rate of Flow Ruas Cibubur.....                               | 58  |
| Tabel 4. 23 Perhitungan Waktu Kendaraan Hari Senin 06:00 - 06:15.....    | 59  |
| Tabel 4. 24 Rekapitulasi Waktu Tempuh Kendaraan .....                    | 61  |
| Tabel 4. 25 Nilai Kepadatan Kendaraan .....                              | 64  |
| Tabel 4. 26 Analisis Kapasitas Jalan Alternatif Cibubur .....            | 65  |
| Tabel 4. 27 Hasil Analisis Derajat Kejenuhan .....                       | 66  |
| Tabel 4. 28 Data Regresi Untuk Model Greenshield .....                   | 68  |
| Tabel 4. 29 Data Regresi Untuk Model Greenberg.....                      | 71  |
| Tabel 4. 30 Data Regresi Untuk Model Underwood.....                      | 74  |
| Tabel 4. 31 Hubungan Model Karakteristik Arus Lalu-lintas.....           | 77  |
| Tabel 4. 32 Kesimpulan Perhitungan Karakteristik Arus Lalu-lintas .....  | 101 |
| Tabel 4. 33 Variabel Bangkitan Kendaraan Kota Bekasi .....               | 102 |
| Tabel 4. 34 Analisis Regresi Linier Berganda Angka Pertumbuhan Kendaraan | 102 |
| Tabel 4. 35 Variabel Bangkitan Kendaraan Kota Depok.....                 | 105 |
| Tabel 4. 36 Analisis Regresi Linier Berganda Angka Pertumbuhan Kendaraan | 105 |
| Tabel 4. 37 Variabel Bangkitan Kendaraan Kabupaten Bogor.....            | 108 |
| Tabel 4. 38 Analisis Regresi Linier Berganda Angka Pertumbuhan Kendaraan | 108 |
| Tabel 4. 39 Kesimpulan Jumlah Pertumbuhan Kendaraan .....                | 111 |

|   |     |
|---|-----|
| Tabel 4. 40 Faktor Laju Pertumbuhan Lalu-Lintas .....                   | 111 |
| Tabel 4. 41 Rate of Flow Pada 2030 .....                                | 112 |
| Tabel 4. 42 Rate of Flow Pada 2045 .....                                | 113 |
| Tabel 4. 43 Isu Strategis Sektor Transportasi .....                     | 114 |
| Tabel 4. 44 Kapasitas Dari Berbagai Moda .....                          | 115 |
| Tabel 4. 45 Jumlah Motor di Tahun 2045 .....                            | 116 |
| Tabel 4. 46 Jumlah Mobil di Tahun 2045 .....                            | 117 |
| Tabel 4. 47 Jumlah Bus Tempel dari Kendaraan Sepeda Motor di 2045 ..... | 119 |
| Tabel 4. 48 Jumlah Bus Tempel dari Kendaraan Mobil Pribadi di 2045..... | 120 |
| Tabel 4. 49 20% Kendaraan Motor di 2045 .....                           | 121 |
| Tabel 4. 50 20% Kendaraan Mobil Pribadi di 2045.....                    | 122 |
| Tabel 4. 51 Flow of Rate di 2045 dengan Bus Tempel.....                 | 124 |
| Tabel 4. 52 Nilai DS di 2045 dengan Bus Tempel .....                    | 126 |
| Tabel 4.53 Tingkat Pelayanan Jalan 2045 dengan Bus Tempel.....          | 126 |
| Tabel 4. 54 Output PTV Vissim Do Something 2045 .....                   | 126 |
| Tabel 4. 55 Uji Validasi Volume Arus Lalu-Lintas dengan GEH .....       | 127 |



## DAFTAR GAMBAR

|  |    |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Grafik Matematis antara Volume, Kecepatan, dan Kepadatan .....   | 11 |
| Gambar 3. 1 Citra Satelit Lokasi Penelitian di Jalan Transyogi Cibubur ..... | 25 |
| Gambar 3. 2 Diagram Alir Model Hubungan Karakteristik Arus Lalu-Lintas ..... | 27 |
| Gambar 3. 3 Analisis Arus Lalu-Lintas Jangka Panjang .....                   | 29 |
| Gambar 3. 4 Kerangka Berpikir .....  | 30 |
| Gambar 3. 5 Diagram Alir Penelitian .....                                    | 31 |
| Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting Jalan Alternatif Cibubur .....                 | 32 |
| Gambar 4. 2 Potongan Melintang Jalan Alternatif Cibubur .....                | 32 |
| Gambar 4. 3 Lokasi Pengamatan .....  | 33 |
| Gambar 4. 4 Pengamatan dari CCTV .....                                       | 33 |
| Gambar 4. 5 Rate of Flow Ruas Alternatif Cibubur .....                       | 59 |
| Gambar 4. 6 Space Mean Speed Ruas Alternatif Cibubur.....                    | 62 |
| Gambar 4. 7 Derajat Kejenuhan Berdasarkan Kecepatan Rata-Rata.....           | 63 |
| Gambar 4. 8 Grafik Greenshield Hari Senin.....                               | 79 |
| Gambar 4. 9 Grafik Greenberg Hari Senin .....                                | 80 |
| Gambar 4. 10 Grafik Underwood Hari Senin .....                               | 81 |
| Gambar 4. 11 Grafik Greenshield Hari Selasa.....                             | 82 |
| Gambar 4. 12 Grafik Greenberg Hari Selasa .....                              | 83 |
| Gambar 4. 13 Grafik Underwood Hari Selasa .....                              | 84 |
| Gambar 4. 14 Grafik Greenshield Hari Rabu.....                               | 85 |
| Gambar 4. 15 Grafik Greenberg Hari Rabu .....                                | 86 |
| Gambar 4. 16 Grafik Underwood Hari Rabu .....                                | 87 |
| Gambar 4. 17 Grafik Greenshield Hari Kamis.....                              | 88 |
| Gambar 4. 18 Grafik Greenberg Hari Kamis .....                               | 89 |
| Gambar 4. 19 Grafik Underwood Hari Kamis .....                               | 90 |

|   |     |
|---|-----|
| Gambar 4. 20 Grafik Greenshield Hari Jumat .....          | 91  |
| Gambar 4. 21 Grafik Greenberg Hari Jumat .....            | 92  |
| Gambar 4. 22 Grafik Underwood Hari Jumat .....            | 93  |
| Gambar 4. 23 Grafik Greenshield Hari Sabtu .....          | 94  |
| Gambar 4. 24 Grafik Greenberg Hari Sabtu .....            | 95  |
| Gambar 4. 25 Grafik Underwood Hari Sabtu .....            | 96  |
| Gambar 4. 26 Grafik Greenshield Hari Minggu .....         | 97  |
| Gambar 4. 27 Grafik Greenberg Hari Minggu .....           | 98  |
| Gambar 4. 28 Grafik Underwood Hari Minggu .....           | 99  |
| Gambar 4. 29 Pemodelan PTV Vissim Do Nothing 2045 .....   | 128 |
| Gambar 4. 30 Pemodelan PTV Vissim Do Something 2045 ..... | 128 |

## DAFTAR RUMUS PERSAMAAN

|  |    |
|--|----|
| (2.1) Volume Lalu-Lintas.....                                  | 9  |
| (2.2) Kecepatan Lalu-Lintas.....                               | 9  |
| (2.3) Kecepatan Rata-Rata Waktu.....                           | 10 |
| (2.4) Kecepatan Arus Bebas.....                                | 10 |
| (2.5) Kepadatan Lalu-Lintas .....                              | 10 |
| (2.6) Model Greenshield Hubungan Kecepatan dan Kepadatan ..... | 12 |
| (2.7) Model Greenshield Hubungan Volume dan Kepadatan .....    | 13 |
| (2.8) Model Greenshield Hubungan Volume dan Kecepatan .....    | 13 |
| (2.9) Kepadatan Optimum Model Greenshield .....                | 13 |
| (2.10) Volume Maksimum Model Greenshield .....                 | 13 |
| (2.11) Model Greenberg Hubungan Kecepatan dan Kepadatan .....  | 14 |
| (2.12) Model Greenberg Hubungan Volume dan Kepadatan .....     | 14 |
| (2.13) Model Greenberg Hubungan Volume dan Kecepatan.....      | 14 |
| (2.14) Kepadatan Optimum Model Greenberg .....                 | 14 |
| (2.15) Volume Maksimum Model Greenberg.....                    | 14 |
| (2.16) Model Underwood Hubungan Kecepatan dan Kepadatan .....  | 15 |
| (2.17) Model Underwood Hubungan Volume dan Kepadatan .....     | 15 |
| (2.18) Model Underwood Hubungan Volume dan Kecepatan.....      | 15 |
| (2.19) Volume Maksimum Model Underwood.....                    | 15 |
| (2.20) Analisa Regresi.....                                    | 16 |
| (2.21) Konstanta A .....                                       | 16 |
| (2.22) Konstanta B .....                                       | 16 |
| (2.23) Analisa Korelasi .....                                  | 16 |
| (2.24) Kapasitas Jalan .....                                   | 17 |
| (2.25) Faktor Penyesuaian Kapasitas Untuk 6 Lajur .....        | 19 |

|  |    |
|--|----|
| (2.26) Derajat Kejenuhan .....                                 | 19 |
| (2.27) Future Present .....                                    | 21 |
| (2.28) Past Present.....                                       | 21 |
| (2.29) Suku Bunga .....  | 21 |
| (2.30) Uji GEH (Geoffrey E. Havers) .....                      | 23 |
| (4.1) Kecepatan Arus Bebas.....                                | 62 |
| (4.2) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenshield ..... | 68 |
| (4.3) Konstanta B .....  | 69 |
| (4.4) Konstanta A .....  | 69 |
| (4.5) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenshield ..... | 70 |
| (4.6) Analisa Regresi.....                                     | 70 |
| (4.7) Hubungan Volume dan Kepadatan Model Greenshield .....    | 70 |
| (4.8) Hubungan Volume dan Kecepatan Model Greenshield .....    | 70 |
| (4.9) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenberg .....   | 71 |
| (4.10) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenberg .....  | 71 |
| (4.11) Konstanta B .....                                       | 72 |
| (4.12) Konstanta A .....                                       | 72 |
| (4.13) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Greenberg .....  | 73 |
| (4.14) Analisa Regresi.....                                    | 73 |
| (4.15) Hubungan Volume dan Kepadatan Model Greenberg .....     | 73 |
| (4.16) Hubungan Volume dan Kecepatan Model Greenberg.....      | 73 |
| (4.17) Kepadatan Kritis Model Greenberg.....                   | 73 |
| (4.18) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Underwood .....  | 74 |
| (4.19) Konstanta B .....                                       | 75 |
| (4.20) Konstanta A .....                                       | 75 |
| (4.21) Hubungan Kecepatan dan Kepadatan Model Underwood .....  | 75 |
| (4.22) Analisa Regresi.....                                    | 76 |

|  |     |
|--|-----|
| (4.23) Hubungan Volume dan Kepadatan Model Underwood .....   | 76  |
| (4.24) Hubungan Volume dan Kecepatan Model Underwood.....    | 76  |
| (4.25) Volume Maksimum Model Underwood.....                  | 76  |
| (4.26) Kecepatan Kritis Model Underwood .....                | 76  |
| (4.27) Hasil Persamaan Regresi Berganda Kota Bekasi .....    | 103 |
| (4.28) Suku Bunga.....                                       | 103 |
| (4.29) Future Present .....                                  | 103 |
| (4.30) Suku Bunga Jumlah Penduduk .....                      | 103 |
| (4.31) Suku Bunga Nilai PDRB .....                           | 104 |
| (4.32) Future Present Jumlah Penduduk .....                  | 104 |
| (4.33) Future Present Nilai PDRB.....                        | 104 |
| (4.34) Suku Bunga Jumlah Pertumbuhan Kendaraan .....         | 104 |
| (4.35) Hasil Persamaan Regresi Berganda Kota Depok .....     | 106 |
| (4.36) Suku Bunga .....                                      | 106 |
| (4.37) Future Present .....                                  | 106 |
| (4.38) Suku Bunga Jumlah Penduduk .....                      | 106 |
| (4.39) Suku Bunga Nilai PDRB .....                           | 107 |
| (4.40) Future Present Jumlah Penduduk .....                  | 107 |
| (4.41) Future Present Nilai PDRB.....                        | 107 |
| (4.42) Suku Bunga Jumlah Pertumbuhan Kendaraan .....         | 107 |
| (4.43) Hasil Persamaan Regresi Berganda Kabupaten Bogor..... | 109 |
| (4.44) Suku Bunga.....                                       | 109 |
| (4.45) Future Present .....                                  | 109 |
| (4.46) Suku Bunga Jumlah Penduduk .....                      | 109 |
| (4.47) Suku Bunga Nilai PDRB .....                           | 110 |
| (4.48) Future Present Jumlah Penduduk .....                  | 110 |
| (4.49) Future Present Nilai PDRB.....                        | 110 |

|  |     |
|--|-----|
| (4.50) Suku Bunga Jumlah Pertumbuhan Kendaraan .....       | 110 |
| (4.51) Future Present Arus Lalu-Lintas.....                | 111 |
| (4.52) Future Present Arus Lalu-Lintas.....                | 113 |
| (4.53) Jumlah Motor Tahun 2045 .....                       | 115 |
| (4.54) Jumlah Mobil Tahun 2045.....                        | 117 |
| (4.55) Jumlah Bus Tempel dari Sepeda Motor .....           | 118 |
| (4.56) Jumlah Bus Tempel dari Kendaraan Mobil.....         | 118 |
| (4.57) Satuan Kendaraan Ringan Tanpa Motor dan Mobil ..... | 123 |
| (4.58) Satuan Kendaraan Ringan 20% Motor .....             | 123 |
| (4.59) Satuan Kendaraan Ringan 20% Mobil .....             | 124 |
| (4.60) Satuan Kendaraan Ringan Bus Tempel .....            | 124 |
| (4.61) Satuan Kendaraan Ringan Total 2045 .....            | 124 |
| (4.62) Nilai Derajat Kejenuhan Tahun 2045 .....            | 125 |
| (4.63) Uji GEH (Geoffrey E. Havers) .....                  | 127 |

## DAFTAR ISTILAH DAN DEFINISI

- BB : Bis Besar dengan dua atau tiga gandar dengan jarak gandar 5 – 6 m
- $D_j$  : Derajat Kejenuhan yaitu rasio antara arus lalu lintas terhadap kapasitas jalan
- ekr : ekivalen kendaraan ringan faktor dari beberapa tipe kendaraan dibandingkan terhadap kendaraan ringan sehubungan dengan pengaruhnya kepada kecepatan kendaraan ringan dalam arus campuran (untuk kendaraan ringan yang sama sasisnya memiliki  $ekr = 1,0$ )
- $FC_{HS}$  : faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi dari lebar bahu
- $FC_W$  : faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu lintas
- $FC_{PA}$  : faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisahan arah (hanya untuk jalan dua arah tak terbagi)
- $FV_W$  : penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat lebar lajur
- $FV_{SF}$  : faktor penyesuaian untuk kecepatan arus bebas dasar akibat hambatan samping dan lebar bahu
- KBM : Kendaraan Berat Menengah dengan dua as, dengan jarak gandar 3,5-5,0 m (termasuk bis kecil, truk dua gandar dengan enam roda, sesuai klasifikasi kendaraan Bina Marga)
- KR : Kendaraan Ringan kendaraan bermotor beroda empat, dengan dua gandar berjarak 2,0 - 3,0 m (termasuk kendaraan penumpang, oplet, mikro bis, pick up dan truk kecil, sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
- D : Kerapatan (*density*) jumlah kendaraan dalam suatu arus lalu lintas dalam satu kilometer, Kend./Km
- TB : Truk Besar truk tiga gandar dan truk kombinasi dengan jarak gandar (gandar pertama ke kedua)  $< 3,5$  m (sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)

- SM : sepeda motor dengan dua atau tiga roda (meliputi sepeda motor dan kendaraan roda tiga sesuai sistem klasifikasi Bina Marga)
- $V_B$  : Kecepatan suatu kendaraan yang tidak terpengaruh oleh kehadiran kendaraan lain, yaitu kecepatan dimana pengemudi merasa nyaman untuk bergerak pada kondisi geometrik, lingkungan dan pengendalian lalu lintas yang ada pada suatu segmen jalan tanpa lalu lintas lain (km/jam)
- $V_{BD}$  : kecepatan arus bebas suatu segmen jalan untuk suatu kondisi geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan tertentu (km/jam)
- $V$  : kecepatan rata-rata ruang (space mean speed) kendaraan sepanjang segmen jalan
- $C$  : arus lalu lintas maksimum dalam satuan ekr/jam yang dapat dipertahankan sepanjang segmen jalan tertentu dalam kondisi tertentu, yaitu yang melingkupi geometrik, lingkungan, dan lalu lintas
- $C_0$  : kemampuan suatu segmen jalan menyalurkan kendaraan yang dinyatakan dalam satuan skr/jam untuk suatu kondisi jalan tertentu mencakup geometrik, pola arus lalu lintas, dan faktor lingkungan
- Kend. : unsur lalu lintas (kendaraan) yang bergerak menggunakan roda



## DAFTAR PUSTAKA

- Akbardin, J. (2021). KAJIAN HUBUNGAN VOLUME, KECEPATAN, DAN KEPADATAN LALU LINTAS MODEL UNDERWOOD (Studi Kasus Jalan Lingkar Luar Kota Demak). *ASTONJADRO*, 2(1), 16–27. <https://doi.org/10.32832/astonjadro.v2i1.776>
- Amin, M. C., Hamidi, W., & Ekwarso, H. (2017). *Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kendaraan bermotor roda dua di Kota Pekanbaru*. Riau University.
- Badan Pengatur Jalan Tol. (2022). *JALAN TOL CIMANGGIS - CIBITUNG TERKONEKSI BANYAK RUAS TOL DI JABODETABEK*. <https://bpjt.pu.go.id/berita/jalan-tol-cimanggis-cibitung-terkoneksi-banyak-ruas-tol-di-jabodetabek>
- BAPPEDA PROVINSI JAWA BARAT. (2018). *Kajian Penyusunan Kebijakan dan Program Sektor Transportasi*.
- Bina Marga. (2014). Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) KAPASITAS JALAN LUAR KOTA. In *Pedoman Bahan Kontruksi Bangunan dan Rekayasa sipil*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga.
- Bina Marga. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/BM/2017*. Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Bina Marga.
- Gustavsson, F. (2008). *New Transportation Research Progress*. Nova Publishers.
- Harismina, E. M., & Munawar, A. (2018). SIMULASI JALAN SATU ARAH PADA SUATU KAWASAN DENGAN SOFTWARE VISSIM: Studi Kasus Kawasan Deresan, Sleman. *Prosiding Forum Studi Transportasi Antar Perguruan Tinggi*.
- Ikram, A., Mutia, S., Said, L. B., & Gecong, A. (2019). Analisis Proyeksi Kapasitas Ruas Jalan Tol Layang AP Pettarani Makassar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa ...*, 1, 86–92.

- Irawan, M. Z., & Putri, N. H. (2015). Kalibrasi Vissim Untuk Mikrosimulasi Arus Lalu Lintas Tercampur Pada Simpang Bersinyal (Studi Kasus: Simpang Tugu, Yogyakarta). *Jurnal Penelitian Transportasi Multimoda*, 13(3), 97–106.
- Khisty, C. J., & Lall, B. K. (2005). *Transportation Engineering an Introduction 3rd Edition* Terj. Fidel Miro.
- Kurniawan, Y. (2009). *Modeling speed-density, flow-speed, and flow-density relationships at Jakarta freeways*. Universitas Gadjah Mada.
- Lubis, A. S., Muis, Z. A., & Nasution, T. (2016). Pemodelan Hubungan Parameter Karakteristik Lalu Lintas pada Jalan Tol Belmera. *Media Komunikasi Teknik Sipil*, 22(2), 151. <https://doi.org/10.14710/mkts.v22i2.12878>
- Morlok Edward, K. (1991). Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. *Terjemahan*) Erlangga, Jakarta.
- Novadli, A., Munawar, A., & Irawan, M. Z. (2019). *ANALISIS DAMPAK LALULINTAS PEMBANGUNAN AKSES JALAN TOL PEMALANG--BATANG MENGGUNAKAN SOFTWARE VISSIM*. Universitas Gadjah Mada.
- Open Data Jabar. (2021). *Kepadatan Penduduk Berdasarkan Kabupaten/Kota di Jawa Barat*. Dinas Kependudukan Dan Pencatatan Sipil. <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/kepadatan-penduduk-berdasarkan-kabupatenkota-di-jawa-barat>
- Open Data Jabar. (2023). *Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenis Kendaraan di Jawa Barat*. Badan Pendapatan Daerah. <https://opendata.jabarprov.go.id/id/dataset/jumlah-kendaraan-berdasarkan-jenis-kendaraan-fungsi-kendaraan-dan-cabang-pelayanan-di-jawa-barat>
- Peraturan Menteri Perhubungan. (2006). KM 14 Tahun 2006 Tentang Manajemen dan Rekayasa Lalu Lintas di Jalan. In *Menteri Perhubungan Republik Indonesia*. [https://jdih.dephub.go.id/produk\\_hukum/view/UzAwZ01UUWdWRUZJVIU0Z01qQXdOZz09](https://jdih.dephub.go.id/produk_hukum/view/UzAwZ01UUWdWRUZJVIU0Z01qQXdOZz09)
- Prayoga, T. A., Subowo, A., & Lituhatu, D. (2015). Kualitas Pelayanan Dalam Jasa Transportasi Publik Bus Rapid Transit (Brt) Kota Semarang. *Journal of Public Policy and Management Review*, 4(4), 190–200.

- Putranto, L. S. (2008). Rekayasa lalu lintas. *Indeks, Jakarta*, 2.
- Qashmal, M. A. S. (2022). *ANALISIS SIMPANG SUSUN SURAPATI BERDASARKAN IDENTIFIKASI FUNGSIONAL LAND USE BERBASIS DRONE MAPPER*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rahma, S., Wijayanti, D. A., Ismiyati, & Purwanto, J. (2014). Penyediaan Transportasi Umum Masa Depan Di Kota Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(1), 154–166. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts%0APENYEDIAAN>
- 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>
- Setiawan, A. (2021). Proyeksi Kinerja Tundaan Pada Bundaran Monumen Selamat. *Konstruksia*, 13(1), 128–136. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/view/11049%0Ahttps://jurnal.umj.ac.id/index.php/konstruksia/article/download/11049/6500>
- Sholahudin, F., & Nurmayadi, D. (2021). Analisis Karakteristik Arus Lalu Lintas Dengan Model Greenshield, Greenberg Dan Underwood Di Ruas Jalan KHZ Musthofa Kota Tasikmalaya. *Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil*, 4(2), 77–83.
- Siddharth, S. M. P., & Ramadurai, G. (2013). Calibration of VISSIM for Indian Heterogeneous Traffic Conditions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 380–389. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.11.131>
- Sugiyono, D. (2013). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D*.
- Sulistyowati, A., & Muazansyah, I. (2019). Pemodelan Transportasi Adalah Media Yang Paling Efektif Dan Efisien Yang Dapat Menggabungkan Semua Faktor Tersebut Dan Keluarannya Dapat Digunakan Untuk Memecahkan Permasalahan Transportasi Baik Pada Masa Sekarang Maupun Pada Masa Yang Akan Datang. *IAPA Proceedings Conference*, 152–165.
- Suryawan, I., Negara, I. N. W., & Wikrama, A. (2015). Pemilihan Model Hubungan

- Antara Volume, Kecepatan, Dan Kerapatan Jalan Dalam Kota (Studi Kasus: Jalan Ahmad Yani, Denpasar). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 19(1).
- Tahir, A. (2005). Angkutan Massal Sebagai Alternatif Mengatasi Persoalan Kemacetan Lalu-Lintas Kota Surabaya. *SMARTek*, 3(3), 169–182. <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/view/365>
- Tamin, O. Z. (2000). Perencanaan Permodelan dan Transportasi. *ITB Bandung. Bandung*.
- Timpal, G. S. J., Sendow, T. K., & Rumaya, A. L. E. (2018). Analisa Kapasitas Berdasarkan Pemodelan Greenshield, Greenberg Dan Underwood Dan Analisa Kinerja Jalan Pada Ruas Jalan Sam Ratulangimanado. *Sipil Statik*, 6(8), 2337–6732.
- Wahab, W., Sentosa, L., & Sebayang, M. (2015). Analisis Pertumbuhan lalu Lintas Dan Perkiraan Volume Lalu Lintas Dimasa Mendatang Berdasarkan Volume Lalu Lintas Harian Rata-Rata (Studi Kasus Ruas Jalan Sp. Lago-Sorek/Jalan Lintas Timur. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Dan Sains*, 2(1), 1–12.
- Wibisono, Y. (2005). *Metode Statistik*, Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.