

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PREDIKSI KERUGIAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (BOK) AKIBAT KEMACETAN LALULINTAS

(Studi Kasus: Jl. Raya Tlogomas - Jl. Tunggul Mas, Kota Malang)

Disusun dan Ditujukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana
Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang



Disusun Oleh:

ANDY RACHMAD WICAKSONO

2021015

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN
EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PREDIKSI
KERUGIAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (BOK) AKIBAT
KEMACETAN LALULINTAS

(Studi Kasus: Jl. Raya Tlogomas - Jl. Tunggul Mas, Kota Malang)

Disusun Oleh :

ANDY RACHMAD WICAKSONO

2021015

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan pada tanggal Februari
2026

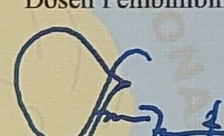
Menyetujui,

Dosen Pembimbing

Dosen Pembimbing I

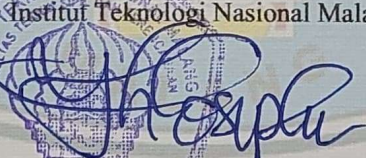
Dosen Pembimbing II


Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT.
NIP. 196702181993031002


Annur Ma'aruf, ST., MT.
NIP. P. 1031700528

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang


Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 1030300383

LEMBAR PENGESAHAN
EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PREDIKSI
KERUGIAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (BOK) AKIBAT
KEMACETAN LALULINTAS

(Studi Kasus: Jl. Raya Tlogomas - Jl. Tunggul Mas, Kota Malang)

Tugas Akhir Telah Dipertahankan Didepan Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang
Strata (S-1) Pada Tanggal Februari 2026 Dan Diterima Untuk Memenuhi Salah
Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

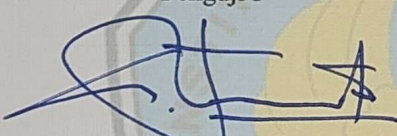
ANDY RACHMAD WICAKSONO

2021015

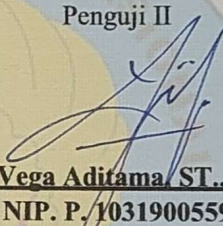
Dosen Penguji

Penguji I

Penguji II


Ir. Eding Iskak Imananto. MT.

NIP. 196605061993031004


Dr. Vega Aditama. ST., MT.

NIP. P. 1031900559

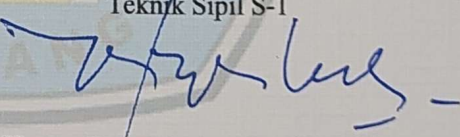
Disahkan Oleh :

Ketua Program Studi
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1


Dr. Yosimzon P. Manaha. ST., MT.

NIP. P. 1030300383


Nenny Roostrianawaty. ST., MT.

NIP.P. 1031700533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Sebagai Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Andy Rachmad Wicaksono
Nim : 2021015
Program Studi : Teknik Sipil S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir saya dengan judul :
“EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PREDIKSI KERUGIAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN (BOK) AKIBAT KEMACETAN LALULINTAS (Studi Kasus: Jl. Raya Tlogomas - Jl. Tunggul Mas, Kota Malang)”

Merupakan karya asli dan bukan merupakan duplikat dan mengutip seluruhnya karya orang lain. Apabila di kemudian hari, karya asli saya disinyalir bukan merupakan karya asli saya, maka saya akan bersedia menerima segala konsekuensi apapun yang diberikan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Malang, 2026

Yang membuat pernyataan



Andy Rachmad Wicaksono

NIM : 2021015

KATA PENGANTAR

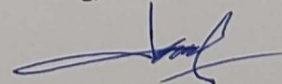
Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, karunia serta berkatnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul "**Evaluasi Kinerja Simpang Tiga Bersinyal dan Prediksi Kerugian Biaya Operasional Kendaraan (BOK) Akibat Kemacetan Lalulintas** (Studi Kasus: Jl. Raya Tlogomas – Jl. Tunggul Mas) dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Tidak lupa, penyusun ingin menyampaikan terima kasih atas dukungan yang luar biasa, baik secara langsung maupun tidak langsung kepada :

1. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
2. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Annur Ma'ruf, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Orang tua tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan yang tiada henti sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan dengan tepat waktu. Tugas akhir ini adalah persembahan kecil atas segala pengorbanan yang tidak mungkin mampu penulis balas. Tanpa restu, kesabaran, dan dukungan materi serta moril dari kalian, perjalanan ini tidak akan pernah selesai.
5. Ucapan terima kasih secara khusus aku tujukan kepada Zahrotul Nisa Karsianto, yang telah menjadi support system terbaik selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas kesabaran, pengertian, dan motivasi yang tiada henti, terutama di saat-saat tersulitku. Kehadiran, doa, serta kasih sayangmu selalu menjadi pengingat bahwa aku tidak pernah berjuang sendirian dan selalu meyakinkan bahwa aku mampu melakukannya.

Penyusun menyadari bahwa dalam penyelesaian Tugas Akhir ini masih ada kekurangan. Sehingga penyusun menerima masukan dan saran yang bersifat membangun dan memotivasi. Semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pembacanya.

Malang, Februari 2026



Andy Rachmad Wicaksono

2021015

Andy Rachmad Wicaksono, 2021015.2026. **EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PREDIKSI KERUGIAN BIAYA OPERASIONAL KENDARAAN AKIBAT KEMACETAN LALULINTAS.** Jurusan Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Pembimbing I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Pembimbing II : Annur Ma'ruf, ST., MT

ABSTRAK

Simpang tiga bersinyal Jl. Raya Tlogomas – Jl. Tunggul Mas Kota Malang merupakan salah satu titik kemacetan yang dipengaruhi oleh tingginya volume lalu lintas dan aktivitas kawasan pendidikan serta komersial. Kemacetan yang terjadi menyebabkan penurunan kinerja simpang dan peningkatan biaya operasional kendaraan (BOK).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang bersinyal serta menganalisis kerugian BOK akibat tundaan lalu lintas. Analisis kinerja simpang dilakukan menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dengan parameter volume lalu lintas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, dan tingkat pelayanan. Pemodelan dan simulasi lalu lintas dilakukan menggunakan perangkat lunak PTV VISSIM untuk memverifikasi hasil analisis dan mengevaluasi alternatif perbaikan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi eksisting simpang memiliki derajat kejenuhan yang tinggi dengan tundaan dan panjang antrian yang melebihi batas pelayanan yang direkomendasikan, sehingga tingkat pelayanan simpang berada pada kategori kurang hingga buruk. Kondisi tersebut berdampak pada meningkatnya konsumsi bahan bakar kendaraan dan menimbulkan kerugian biaya operasional kendaraan. Alternatif perbaikan berupa optimalisasi waktu siklus sinyal dan perbaikan geometrik simpang mampu menurunkan nilai tundaan dan panjang antrian, serta meningkatkan tingkat pelayanan simpang. Dengan demikian, penerapan alternatif perbaikan tersebut dapat menjadi solusi efektif dalam meningkatkan kinerja simpang dan menekan kerugian biaya operasional kendaraan akibat kemacetan lalu lintas.

Kata kunci: Simpang Bersinyal, Kinerja simpang, PKJI 2023, VISSIM 25, BOK

Andy Rachmad Wicaksono, 2021015.2026. **EVALUATION OF THREE-SIDE SIGNALIZED INTERSECTION PERFORMANCE AND PREDICTION OF VEHICLE OPERATING COST LOSSES DUE TO TRAFFIC CONGESTION.** Undergraduate Program in Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, Institut Teknologi Nasional Malang. Supervisor I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Supervisor II : Annur Ma'ruf, ST., MT.

ABSTRACT

The three-arm signalized intersection of Jl. Raya Tlogomas – Jl. Tunggul Mas in Malang City is one of the congestion points influenced by high traffic volume and educational as well as commercial area activities. The occurring congestion causes a decrease in intersection performance and an increase in vehicle operating costs (VOC).

This study aims to evaluate the performance of the signalized intersection and analyze the VOC losses due to traffic delays. The intersection performance analysis was conducted using the 2023 Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) with parameters including traffic volume, degree of saturation, queue length, delay, and level of service. Traffic modeling and simulation were performed using PTV VISSIM software to verify the analysis results and evaluate improvement alternatives.

The analysis results show that the existing condition of the intersection has a high degree of saturation with delays and queue lengths exceeding the recommended service limits, placing the intersection's level of service in the poor to very poor category. These conditions impact increased vehicle fuel consumption and cause vehicle operating cost losses. Improvement alternatives in the form of signal cycle time optimization and intersection geometric improvements are capable of reducing delay values and queue lengths, as well as increasing the intersection's level of service. Thus, the implementation of these improvement alternatives can serve as an effective solution in enhancing intersection performance and reducing vehicle operating cost losses due to traffic congestion.

Kata kunci: Signalized intersection, Intersection performance, PKJI 2023, VISSIM 25, VOC.

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan Studi.....	5
1.6 Manfaat Studi.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Terdahulu	7
2.2 Transportasi	11
2.3 Klasifikasi Jalan	12
2.4 Persimpangan.....	15
2.4.1 Pengertian Persimpangan.....	15
2.4.2 Jenis-Jenis Simpang.....	17
2.4.3 Tingkat Pelayanan Simpang	17
2.5 Simpang Bersinyal	18
2.6 Kapasitas Jalan.....	20
2.7 Kondisi Arus Lalu Lintas dan EMP	21
2.8 Volume Lalu Lintas.....	23
2.9 Kapasitas Simpang Bersinyal	23
2.9.1 Kapasitas Simpang	23

2.9.2	Tipe Pendekat.....	24
2.9.3	Lebar Pendekat Efektif.....	25
2.9.4	Penentuan Arus Jenuh.....	27
2.10	Faktor Penyesuaian	28
2.10.1	Faktor Koreksi Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan KTB... ..	28
2.10.2	Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	31
2.10.3	Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kiri	31
2.10.4	Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan	32
2.10.5	Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir (FP)	33
2.11	Waktu Isyarat Alat Pengaturan Lalu Lintas.....	33
2.11.1	Waktu Merah Semua dan Waktu Hijau Hilang Total.....	33
2.11.2	Waktu Siklus (s) dan Waktu hijau (WH).....	36
2.12	Kinerja Lalu Lintas.....	37
2.12.1	Derajat Kejenuhan	37
2.12.2	Panjang Antrian.....	38
2.12.3	Tundaan	40
2.12.4	Rasio Kendaraan Henti	40
2.13	Software PTV Vissim 2025	41
2.13.1	Kemampuan Software PTV Vissim	41
2.13.2	Batasan Jangkauan Software PTV Vissim.....	42
2.13.3	Fitur-Fitur Software PTV Vissim.....	42
2.14	Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	44
2.14.1	Konsumsi Bahan Bakar Minyak	44
2.14.2	Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BiBBM).....	45
2.15	Biaya Kerugian Akibat Kemacetan.....	46
2.15.1	Analisis Regresi Linear Sederhana.....	46
BAB III METODOLOGI STUDI.....		49
3.1	Lokasi dan Waktu Studi	49
3.2	Teknik Pengumpulan Data	49
3.3	Langkah Pengumpulan Data.....	50
3.4	Jenis Data.....	50
3.5	Menentukan Posisi Surveyor	51

3.6 Metode Pengolahan Data.....	52
3.7 Metode Solusi Alternatif	54
3.8 Metode Analisa BOK	54
3.8.1 Hubungan Tundaan dan Kerugian akibat Biaya Kemacetan	54
3.9 Formulir Survei	55
3.10 Diagram Alir	56
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	58
4.1 Data Masukan	58
4.1.1 Data Sekunder	58
4.1.2 Data Primer	58
4.1.3 Penggunaan Isyarat APILL pada Simpang Tlogomas.....	60
4.1.4 Data Volume Lalu Lintas.....	61
4.1.5 Analisa Arus Lalu Lintas	63
4.1.6 Analisa Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang.....	79
4.1.7 Analisa Kapasitas	81
4.1.8 Faktor Penyesuaian.....	82
4.1.9 Tingkat Kinerja Lalu Lintas	94
4.2 Alternatif Perbaikan Simpang.....	110
4.2.1 Pengoptimalan Waktu Siklus	110
4.2.2 Pelebaran Geometrik	112
4.2.3 Pengoptimalan Waktu Siklus dan Pelebaran Geometrik.....	114
4.3 Analisis Alternatif Perbaikan Simpang	115
4.4 Analisa Data Menggunakan VISSIM 25	116
4.4.1 Hasil Analisis Data Panjang Antrian dan Tundaan.....	118
4.4.2 Perbandingan Kinerja Simpang Menggunakan PKJI 2023 dan Vissim 25.....	119
4.5 Analisis Biaya Operasional Kendaraan (BOK)	119
4.6 Analisa Hubungan Tundaan dan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak	128
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	134
5.1 Kesimpulan	134
5.2 Saran.....	135

DAFTAR PUSTAKA.....	137
LAMPIRAN 1	139
LAMPIRAN 2	142

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Terdahulu.....	9
Tabel 2. 2 Kriteria Tingkat Pelayanan Persimpangan	15
Tabel 2. 3 Tingkat Pelayanan Pada Persimpangan.....	18
Tabel 2. 4 Kriteria Tingkat Pelayanan Persimpangan pada Ruas Jalan.....	18
Tabel 2. 5 Klasifikasi kendaraan PKJI dan tipikalnya.....	22
Tabel 2. 6 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang.....	23
Tabel 2. 7 Tipe Lingkungan Jalan	29
Tabel 2. 8 Kriteria Kelas Hambatan Samping.....	30
Tabel 2. 9 Nilai Faktor Hambatan Samping.....	30
Tabel 2. 10 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota.....	31
Tabel 2. 11 Waktu siklus (s) yang layak.....	37
Tabel 2. 12 Harga Satuan Bahan Bakar Minyak	45
Tabel 3. 1 Data Primer	51
Tabel 3. 2 Data Sekunder.....	51
Tabel 4. 1 Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	58
Tabel 4. 2 Data Geometrik Simpang Tlogomas	59
Tabel 4. 3 Waktu Siklus (S) yang Layak	60
Tabel 4. 4 Panjang Waktu Sinyal pada Simpang Tlogomas	61
Tabel 4. 5 Volume Lalu Lintas hari Sabtu pada Simpang Tlogomas lengan Utara	62
Tabel 4. 6 Nilai Ekuivalen Mobil Penumpang.....	63
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Total Arus Lalu Lintas pendekat utara. Sabtu, 14 Juni 2025	63
Tabel 4. 8 Rekapitulasi Total Arus Lalu Lintas pendekat utara. Minggu, 15 Juni 2025	67
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Perhitungan Jam Puncak Pagi hari Minggu, 14 Juni 2025	69
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Total Arus Lalu Lintas pendekat utara. Senin, 16 Juni 2025	70

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Perhitungan Jam Puncak Pagi hari Senin, 15 Juni 2025	72
Tabel 4. 12 Volume Total Kendaraan hari Sabtu, 14 Juni 2025	73
Tabel 4. 13 Rekapitulasi Rasio Arus Belok Kiri dan Kanan pada Simpang Tlogomas. Sabtu, 14 juni 2025	74
Tabel 4. 14 Rekapitulasi Rasio Arus Belok Kiri dan Kanan pada Simpang Tlogomas. Minggu, 15 juni 2025.....	75
Tabel 4. 15 Rekapitulasi Rasio Arus Belok Kiri dan Kanan pada Simpang Tlogomas. Senin, 16 juni 2025	76
Tabel 4. 16 Rekapitulasi Rasio Kendaraan Tak Bermotor pada Simpang Tlogomas. Sabtu, 14 Juni 2025	77
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Rasio Kendaraan Tak Bermotor pada Simpang Tlogomas. Minggu, 15 Juni 2025	78
Tabel 4. 18 Rekapitulasi Rasio Kendaraan Tak Bermotor pada Simpang Tlogomas. Senin, 16 Juni 2025	79
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Antar Hijau dan Waktu Hilang Total pada Simpang Tlogomas.....	81
Tabel 4. 20 Jumlah Penduduk Kota Malang	82
Tabel 4. 21 Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FUK)	82
Tabel 4. 22 Faktor Penyesuaian untuk Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor.	83
Tabel 4. 23 Rekapitulasi Nilai Arus (Simpang Tlogomas) Sabtu, 14 Juni 2025 ..	86
Tabel 4. 24 Rekapitulasi Nilai Arus (Simpang Tlogomas) Minggu, 15 Juni 2025	87
Tabel 4. 25 Rekapitulasi Nilai Arus (Simpang Tlogomas) Senin, 16 Juni 2025 ..	87
Tabel 4. 26 Rekapitulasi Nilai Rasio Arus (Simpang Tlogomas) Sabtu, 14 Juni 2025	89
Tabel 4. 27 Rekapitulasi Nilai Rasio Arus (Simpang Tlogomas) Minggu, 15 Juni 2025	90
Tabel 4. 28 Rekapitulasi Nilai Rasio Arus (Simpang Tlogomas) Senin, 16 Juni 2025	91
Tabel 4. 29 Rekapitulasi Kapasitas dan Derajat kejenuhan pada Simpang Tlogomas. Sabtu, 14 Juni 2025	92

Tabel 4. 30 Rekapitulasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan pada Simpang Tlogomas. Minggu, 15 Juni 2025	93
Tabel 4. 31 Rekapitulasi Kapasitas dan Derajat Kejenuhan pada Simpang Tlogomas. Senin, 16 Juni 2025	94
Tabel 4. 32 Rekapitulasi Panjang Antrian pada Simpang Tlogomas hari Sabtu, 14 Juni 2025.....	96
Tabel 4. 33 Rekapitulasi Panjang Antrian pada Simpang Tlogomas hari Minggu, 15 Juni 2025	98
Tabel 4. 34 Rekapitulasi Panjang Antrian pada Simpang Tlogomas hari Senin, 16 Juni 2025.....	100
Tabel 4. 35 Rekapitulasi Rasio Panjang Terhenti pada Simpang Tlogomas hari Sabtu, 14 Juni 2025	101
Tabel 4. 36 Rekapitulasi Rasio Panjang Terhenti pada Simpang Tlogomas hari Minggu, 15 Juni 2025	102
Tabel 4. 37 Rekapitulasi Rasio Panjang Terhenti pada Simpang Tlogomas hari Senin, 16 Juni 2025	103
Tabel 4. 38 Rekapitulasi Tundaan pada Simpang Tlogomas hari Sabtu, 14 Juni 2025	105
Tabel 4. 39 Rekapitulasi Tundaan pada Simpang Tlogomas hari Minggu, 15 Juni 2025	107
Tabel 4. 40 Rekapitulasi Tundaan pada Simpang Tlogomas hari Senin, 16 Juni 2025	109
Tabel 4. 41 Waktu Siklus (S) yang layak.....	110
Tabel 4. 42 Konfigurasi Waktu Sinyal Alternatif 1.....	111
Tabel 4. 43 Kinerja simpang Tlogomas setelah dilakukan pengoptimalan waktu siklus.....	112
Tabel 4. 44 Geometrik Simpang Tlogomas pada Kondisi Eksisting.....	113
Tabel 4. 45 Geometrik Simpang Tlogomas untuk Alternatif 2.....	113
Tabel 4. 46 Kinerja Simpang Tlogomas pada Hari Sabtu Setelah Melakukan Alternatif 2.....	113
Tabel 4. 47 Konfigurasi Waktu Sinyal Setelah Alternatif 3	115

Tabel 4. 48 Kinerja Simpang Tlogomas pada Hari Sabtu Setelah Melakukan Alternatif 3	115
Tabel 4. 49 Proses Kalibrasi pada Aplikasi Vissim 25	117
Tabel 4. 50 Hasil Analisis Data Tundaan menggunakan VISSIM 25	118
Tabel 4. 51 Hasil Analisis Data Panjang Antrian menggunakan VISSIM 25	118
Tabel 4. 52 Perbandingan Data Tundaan	119
Tabel 4. 53 Perbandingan Data Panjang Antrian	119
Tabel 4. 54 Tundaan Rata-rata Simpang Tlogomas pada Sabtu, 14 Juni 2025	120
Tabel 4. 55 Tundaan Rata-rata Simpang Tlogomas pada Minggu, 15 Juni 2025	121
Tabel 4. 56 Tundaan Rata-rata Simpang Tlogomas pada Senin, 16 Juni 2025 ...	121
Tabel 4. 57 Volume Lalu Lintas per Jam berdasarkan Kendaraan pada hari Sabtu, 14 Juni 2025	122
Tabel 4. 58 Volume Lalu Lintas per Jam berdasarkan Kendaraan pada hari Minggu, 15 Juni 2025	123
Tabel 4. 59 Volume Lalu Lintas per Jam berdasarkan Kendaraan pada hari Senin, 16 Juni 2025	123
Tabel 4. 60 Harga Satuan Bahan Bakar Minyak (BBM)	124
Tabel 4. 61 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan pada Simpang Tlogomas hari Sabtu, 14 Juni 2025	125
Tabel 4. 62 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan pada Simpang Tlogomas hari Minggu, 15 Juni 2025	126
Tabel 4. 63 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan pada Simpang Tlogomas hari Senin, 16 Juni 2025	127
Tabel 4. 64 Total Biaya Operasional Kendaraan Simpang Tlogomas pada hari Sabtu, Minggu, dan Senin	127
Tabel 4. 65 Estimasi Kerugian Biaya Operasional Kendaraan berdasarkan Periode Akumulasi Waktu pada Kondisi Eksisting	128
Tabel 4. 66 Nilai Tundaan dan BiBBM simpang Tlogomas sabtu, 14 juni 2025	129
Tabel 4. 67 Tabel F untuk probabilita = 0,05	131
Tabel 4. 68 Penentuan nilai t tabel	132

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Site Lokasi Survey Jl. Raya Tlogomas – Jl. Tunggul Mas	3
Gambar 1. 2 Persimpangan Lokasi Survey Jl. Raya Tlogomas – Jl. Tunggul Mas	4
Gambar 2. 1 Konflik Primer dan Konflik Sekunder pada Simpang 4 Lengan.....	19
Gambar 2. 2 Tipikal Pengaturan fase APILL pada simpang 3.....	20
Gambar 2. 3 Urutan Waktu Isyarat pada Pengaturan APILL 2 Fase	20
Gambar 2. 4 Pendekat dan Sub-Pendekat	24
Gambar 2. 5 Penentuan Tipe Pendekat.....	25
Gambar 2. 6 Lebar Pendekat Dengan Pulau dan Tanpa Pulau Lalu Lintas	26
Gambar 2. 7 Faktor koreksi Rasio Arus Belok Kiri (FBKi)	32
Gambar 2. 8 Faktor Koreksi Rasio Arus Belok Kanan (FBKa).....	32
Gambar 2. 10 Faktor Koreksi untuk Pengaruh Parkir (FP).....	33
Gambar 2. 11 Titik konflik dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan	34
Gambar 2. 12 Jumlah Kendaraan Tersisa dari Sisa Fase Sebelumnya	39
Gambar 2. 13 Jumlah Kendaraan yang Datang Kemudian Antri pada Fase Merah	39
Gambar 2. 14 Penentuan Rasio Kendaraan Terhenti, RKH.....	41
Gambar 2. 15 Input Background Vissim 23.....	42
Gambar 2. 16 Input Jaringan Jalan	43
Gambar 2. 17 Input Kendaraan	43
Gambar 2. 18 Input Volume Lalu lintas	44
Gambar 3. 1 Peta Lokasi	49
Gambar 3. 2 Titik penempatan surveyor.....	52
Gambar 3. 3 Formulir Survei Volume	55
Gambar 3. 4 Bagan Alir	57
Gambar 4. 1 Data Geometrik Simpang Tlogomas	59
Gambar 4. 2 Fase Simpang Tlogomas	60
Gambar 4. 3 Diagram Waktu Sinyal Simpang Tlogomas.....	61
Gambar 4. 4 Arus Total Kendaraan hari Sabtu, 14 Juni 2025	74

Gambar 4. 5 Titik Konflik dan Jarak untuk Menentukan Keberangkatan dan Kedatangan	80
Gambar 4. 6 Grafik Faktor Penyesuaian Semua Tipe Pendekat (Kelandaian FG)	84
Gambar 4. 7 Model simulasi sebelum kalibrasi	117
Gambar 4. 8 Model simulasi setelah kalibrasi	118
Gambar 4. 9 Grafik hubungan tundaan dengan BiBBM untuk hari Sabtu, 14 juni 2025 jam puncak pagi.....	133