

TUGAS AKHIR
EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PENGARUH
TERHADAP BIAYA BAHAN BAKAR MINYAK
(Studi Kasus : Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Kec.
Gondanglegi, Kab. Malang, Prov. Jawa Timur)



Disusun Oleh:
HESTI DWIDA AUSTIN KUDJI
22.21.043

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2026

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PENGARUH
TERHADAP BIAYA BAHAN BAKAR MINYAK**

(Studi Kasus : Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Kec.
Gondanglegi, Kab Malang, Prov. Jawa Timur)

*Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang*

Disusun Oleh :

HESTI DWIDA AUSTIN KUDJI

22.21.043

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan

Pada Tanggal 4 Agustus 2026

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT
NIP. 196702181993031002

Annur Ma'ruf, S.T., MT
NIP. P. 10331700528

Mengetahui



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

Dr. Yosimson P. Manaha, ST.,MT
NIP. P 103 03 00383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PENGARUH
TERHADAP BIAYA BAHAN BAKAR MINYAK**

(Studi Kasus : Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Kec.
Gondanglegi, Kab. Malang, Prov. Jawa Timur)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata S-1
Pada Tanggal 4 Agustus 2026 dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

HESTI DWIDA AUSTIN KUDJI

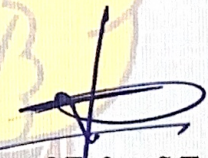
22.21.043

Dosen Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. Eding Iskak Imananto, MT
NIP. 196605061993031004

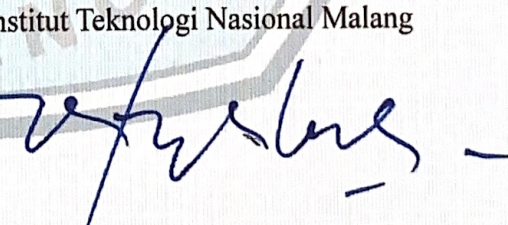

Mohammad Erfan, S.T., MT
NIP. Y. 1031500508

Disahkan Oleh :

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

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


Dr. Yosimason P. Manaha, ST., MT
NIP. P 103 03 00383


Nenny Roostrianawaty, ST., MT
NIP. P 103 17 00533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : HESTI DWIDA AUSTIN KUDJI

NIM : 2221043

Program Studi : Teknik Sipil Strata 1 (S-1)

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahawa Tugas Akhir saya yang berjudul :

“EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PENGARUH TERHADAP BIAYA BAHAN BAKAR MINYAK (Studi Kasus : Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Kec. Gondanglegi, Kab. Malang, Prov. Jawa Timur)”

Adalah sebenar – benarnya bahawa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur PLAGIASI, saya yang bertanda tangan di bawah ini bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (Sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang – undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Agustus 2026

membuat pernyataan



HESTI DWIDA AUSTIN KUDJI

NIM. 2221043

MOTTO

In the Name Of Jesus Christ

JOB 42:2

“I know that you can do all things; no purpose of yours can be thwarted.”

Philippians 4:13

“I can do all this through him who gives me strength.”

Proverbs 23:18

“There is surely a future hope for you, and your hope will not be cut off.”

DEUTERONOMY 31:6

“Be strong and courageous. Do not be afraid or terrified because of them, for the Lord your God goes with you; he will never leave you nor forsake you.”

DEUTERONOMY 31:8

“The Lord himself goes before you and will be with you; he will never leave you nor forsake you. Do not be afraid; do not be discouraged”

“What began with prayer is completed with faith, gratitude, and unwavering reliance on the Lord Jesus Christ every step of the way.”

“In The End, I’m Gonna Be Alright”

(LANY)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kepada Tuhan Yesus Kristus, skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas kasih, penyertaan, kekuatan dan pertolongan yang tidak pernah berkesudahan. Dalam setiap proses dan perjuangan, Tuhan selalu memberikan jalan dan kekuatan hingga skripsi ini dapat diselesaikan oleh penulis dengan baik.
2. Alm. Bapa, Mama, Kaka Noldi, Kaka Hendro, Adik Arthur, Ma Erlan, Bunda dan seluruh Keluarga, terima kasih atas doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, dan segala hal yang telah diberikan. Terima kasih selalu menjadi tempat untuk pulang dan menjadi alasan untuk penulis terus berjuang hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Khusus untuk Alm. Bapa Amor, sosok yang selalu dirindukan kehadirannya oleh penulis, terima kasih atas kasih dan perjuangan yang telah diberikan. Meski tidak dapat menyaksikan pencapaian ini secara langsung, Bapa akan selalu menjadi bagian dari setiap langkah dan perjuangan penulis.
3. Dosen pembimbing penulis, Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. dan Bapak Annur Ma'aruf, S.T., MT. yang telah membantu, membimbing, serta memberikan arahan kepada penulis hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik, serta kepada seluruh dosen Teknik Sipil S-1 ITN malang yang telah mendidik, membekali ilmu, dan memberikan pengalaman berharga bagi penulis selama menempuh pendidikan.
4. Teman-teman yang sudah seperti keluarga bagi penulis, Gresti E. Nubatonis, Sheila N. A. B. Lui, Rambu M. M. Augustine, Petra E. Adi, Lediani Helda, Tio B. N. Rajagukguk, Annabella T. Tampani, Anastasia A. D. Rosary, Maria A. Tadas, Maria M. A. Klau, Ama, Binbin, Yoris, Sergio, Hen, Gerson, Lowen, Kenny, Riyo, Ebat, Ino, Daniel, Ando, Andy yang telah menjadi bagian dari perjalanan penulis selama berada di tanah rantauan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan, semangat, bantuan,

serta cerita yang telah dilalui bersama. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi suka dan duka, saling menguatkan, dan menemani setiap proses hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

5. Last but not least, terima kasih untuk diri sendiri, Hesti Dwida Austin Kudji yang telah melewati berbagai proses, tantangan, dan cerita selama menempuh pendidikan. Terima kasih telah tetap berusaha, bertahan, dan memberikan yang terbaik meskipun tidak semua proses berjalan dengan mudah. Terima kasih sudah percaya pada diri sendiri, tetap melangkah, dan menyelesaikan apa yang telah dimulai hingga sampai di titik ini.

ABSTRAK

Hesti Dwida Austin Kudji, (2221043), **“EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PENGARUH TERHADAP BIAYA BAHAN BAKAR MINYAK (Studi Kasus : Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Kec. Gondanglegi, Kab. Malang, Prov. Jawa Timur)”**. Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Dosen Pembimbing II : Annur Ma’aruf, S.T., MT. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Peningkatan volume lalu lintas yang tidak diimbangi kapasitas simpang menyebabkan meningkatnya tundaan, panjang antrian, dan konsumsi bahan bakar minyak. Penelitian ini dilakukan pada Penelitian ini dilakukan pada Simpang Tiga Bersinyal Jl. Diponegoro-Jl. Hayam Wuruk, Kabupaten Malang. Penelitian bertujuan mengevaluasi kinerja simpang menggunakan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023 dan pemodelan PTV Vissim 25, menganalisis pengaruh tundaan terhadap biaya konsumsi bahan bakar minyak (BiBBM) menggunakan metode LAPI-ITB, serta mengevaluasi efektivitas alternatif perbaikan dan memprediksi kinerja simpang lima tahun mendatang.

Analisis dilakukan pada kondisi eksisting dengan mengacu pada hasil survei yang dilaksanakan selama tiga hari pengamatan. Data yang digunakan berupa data primer hasil survei lapangan berupa volume lalu lintas, geometri simpang, panjang antrian, dan waktu siklus hasil survei lapangan serta data sekunder dari literatur pendukung. Analisis dilakukan berdasarkan kapasitas, derajat kejenuhan, panjang antrian, tundaan, dan tingkat pelayanan sesuai PKJI 2023 dan PM No. 96 Tahun 2015.

Hasil analisis kondisi eksisting menunjukkan volume lalu lintas jam puncak sebesar 2.069,5 SMP/jam, derajat kejenuhan 1,04, serta tundaan rata-rata sebesar 58,64 det/SMP berdasarkan PKJI 2023 dan 59,14 det/SMP berdasarkan Vissim 25 dengan tingkat pelayanan (LOS) E. Analisis regresi linear sederhana pada sepeda motor menghasilkan persamaan $Y = -168390,0471 + 23390741,7X$ dengan koefisien korelasi $r = 0,944$, yang menunjukkan hubungan sangat kuat antara tundaan dan biaya konsumsi bahan bakar minyak. Penerapan alternatif perbaikan II yaitu perubahan waktu siklus 3 fase, pelebaran geometrik jalan pendekat Timur dan Barat (0,5m), menghilangkan arus belok kiri jalan terus pada pendekat barat, serta penerapan lurus jalan terus pada pendekat Timur, menghasilkan derajat kejenuhan $<0,85$ dengan tundaan rata-rata sebesar 23,676 det/SMP berdasarkan PKJI 2023 dan 33 det/SMP berdasarkan Vissim 25 (LOS C). Hasil prediksi lima tahun mendatang setelah penerapan alternatif perbaikan menunjukkan tundaan rata-rata sebesar 31,50 det/SMP dengan tingkat pelayanan (LOS) D.

Kata kunci : *Simpang Bersinyal, PKJI 2023, PTV Vissim 25, Tingkat Pelayanan, Biaya Bahan Bakar Minyak*

ABSTRACT

Hesti Dwida Austin Kudji, (2221043), **“PERFORMANCE EVALUATION OF A SIGNALIZED THREE-LEGGED INTERSECTION AND ITS EFFECT ON FUEL CONSUMPTION COSTS (Case Study : Three-Legged Intersection of Jl. Diponegoro-Jl. Hayam Wuruk, Gondanglegi Distric, Malang regency, East Java Province)”**. Supervisor I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Supervisor II : Annur Ma’aruf, S.T., MT. Bachelor’s Degree in Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang,

The increase in traffic volume that is not balanced by the intersection capacity results in increased delay, queue length, and fuel consumption. This study was conducted at the signalized three-legged intersection of Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Malang Regency. The study aims to evaluate intersection performance using the Indonesian Road Capacity Guidelines (PKJI) 2023 and PTV Vissim 23 modeling, analyze the effect of delay on fuel consumption costs (BiBBM) using the LAPI-ITB method, evaluate the effectiveness of improvement alternatives, and predict intersection performance over the next five years.

The analysis was conducted under existing conditions based on survey results obtained from three days of observation. The data used consisted of primary data obtained from field surveys, including traffic volume, intersection geometry, queue length, and cycle time, as well as secondary data from supporting literature. The analysis was based on capacity, degree of saturation, queue length, delay, and level of service in accordance with PKJI 2023 and Minister of Transportation Regulation No. 96 of 2015.

The existing-condition analysis showed a peak-hour traffic volume of 2,069.5 passenger car units (PCU)/hour, a degree of saturation of 1.04, and an average delay of 58.64 seconds/PCU based on PKJI 2023 and 59.14 seconds/PCU based on Vissim 25, with Level of Service (LOS) E. simple linear regression analysis for motorcycles produced the equation $Y = -168390.0471 + 23390741.7X$ with a correlation coefficient of $r = 0.944$, indicating a very strong relationship between delay and fuel consumption costs. The implementation of Improvement Alternative II, consisting of adjusting the tree-phase signal cycle time, widening the geometric width of the eastern and western approaches by 0.5 m, eliminating the left-turn-on-red/left-turning traffic movement without signal restriction on the western approach, and implementing a through movement without signal restriction on the eastern approach, resulted in a degree of saturation of <0.85 , with an average delay of 23.676 seconds/PCU based on PKJI 2023 and 33 seconds/PCU based on Vissim 25 (LOS C). The five-year prediction after implementing the improvement alternative showed an average delay of 31.50 seconds/PCU, corresponding to Level of Service (LOS D).

Keywords : *Signalized Intersection, PKJI 2023, PTV Vissim 25, Level of Service, Fuel Consumption Costs*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“EVALUASI KINERJA SIMPANG TIGA BERSINYAL DAN PENGARUH TERHADAP BIAYA BAHAN BAKAR MINYAK”** (Studi Kasus : Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk, Kec. Gondanglegi, Kab. Malang, Prov. Jawa Timur) dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Dalam proses penyelesaian Laporan tugas akhir ini, penyusun menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Bapak Annur Ma'aruf, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II.
4. Ibu Ratri Andinisari, S,Si., M,Si., Ph.D selaku Dosen Wali.
5. Kedua Orang Tua, dan Keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan dan semangat tiada henti. Serta teman-teman seangkatan yang terlibat dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhir kata, Penulis mengucapkan terima kasih dan semoga bermanfaat bagi Penulis serta Pembaca.

Malang, Agustus 2026

Hesti Dwida Austin Kudji

2221043

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan Studi	5
1.5 Manfaat Studi	6
1.6 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Terdahulu	7
2.2 Pengertian Jalan.....	12
2.3 Klasifikasi Jalan.....	12
2.3.1 Jalan Menurut Fungsinya.....	12
2.3.2 Jalan Menurut Statusnya.....	13
2.3.3 Berdasarkan Kelas Jalan	15
2.4 Kondisi Arus Lalu Lintas	16
2.5 Volume Lalu Lintas.....	18
2.6 Persimpangan	18
2.6.1 Jenis-Jenis Simpang.....	18

2.6.2 Kinerja Simpang	19
2.6.3 Simpang Bersinyal.....	19
2.7 Karakteristik Sinyal Lalu Lintas.....	20
2.8 Parameter Pengaturan Lampu Lalu Lintas	22
2.8.1 Waktu Antar Hijau.....	22
2.9 Tipe Pendekat	23
2.10 Lebar Pendekat Efektif.....	24
2.11 Arus Jenuh.....	25
2.11.1 Arus Jenuh Dasar	26
2.12 Faktor-Faktor Penyesuaian.....	27
2.13 Rasio Arus Terhadap Arus Jenuh.....	31
2.14 Waktu Siklus dan Waktu Hijau	32
2.14.1 Waktu Siklus.....	32
2.14.2 Waktu Hijau.....	33
2.15 Kapasitas dan Derajat Kejenuhan.....	33
2.15.1 Kapasitas.....	33
2.15.2 Derajat Kejenuhan	34
2.16 Panjang Antrian.....	34
2.17 Rasio Kendaraan Terhenti.....	36
2.18 Tundaan.....	36
2.19 Kelas Hambatan Samping	37
2.20 Tingkat Pelayanan Simpang.....	38
2.21 Software Vissim	40
2.21.1 Model Vissim 25.....	41
2.21.2 Kemampuan Software Vissim	41
2.21.3 Batasan Jangkauan Software Vissim	42
2.21.4 Fitur-Fitur Vissim	42
2.24 Biaya Operasional Kendaraan	43
2.24.1 Analisis Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BOK).....	45
2.24.2 Hubungan Tundaan Dengan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak	45

2.24.3 Analisis Regresi Linear Sederhana	46
BAB III METODOLOGI STUDI.....	49
3.1 Lokasi Penelitian	49
3.2 Tahapan Studi.....	50
3.3 Pengumpulan Data.....	50
3.3.1 Data Primer.....	50
3.3.2 Data Sekunder.....	55
3.3.3 Form Survei Pengambilan Data.....	55
3.4 Metode Analisa Kinerja Simpang	57
3.4.1 Analisa Volume	57
3.4.2 Analisa Antrian.....	57
3.4.3 Analisa Tundaan	58
3.4.4 Analisis Data Hambatan Samping	58
3.4.5 Pemodelan Menggunakan Vissim 25	58
3.5 Metode Solusi Alternatif	61
3.6 Metode Analisa Biaya Bahan Bakar Minyak	61
3.7 Diagram Alir.....	62
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	65
4.1 Pengumpulan Data.....	65
4.1.1 Data Sekunder.....	65
4.1.2 Data Primer.....	65
4.1.3 Fase dan Konfigurasi Waktu Sinyal	66
4.2 Pengolahan Data Volume Arus Lalu Lintas	67
4.2.1 Data Volume Arus Lalu Lintas Senin, 5 Januari 2026	68
4.2.2 Data Volume Arus Lalu Lintas Kamis, 8 Januari 2026.....	74
4.2.3 Data Volume Arus Lalu Lintas Sabtu, 10 Januari 2026	80
4.3 Kinerja Simpang Bersinyal (Kondisi Eksisting)	86
4.4 Tingkat Kinerja Simpang Bersinyal (Eksisting).....	111
4.5 Analisa Data Menggunakan <i>Vissim 2025</i>	113
4.5.1 Kalibrasi Pemodelan Simpang Pada <i>Vissim 2025</i>	113
4.5.2 Perbandingan Hasil Analisis PKJI 2023 dan <i>Vissim 2025</i>	116

4.5.3 Validasi Data Lapangan dengan PKJI 2023 dan VISSIM 25	117
4.6 Alternatif Perbaikan Simpang	118
4.6.1 Alternatif Rekomendasi	126
4.6.2 Perbandingan Hasil Analisis PKJI 2023 dan VISSIM 23.....	126
4.7 Prediksi Kendaraan 5 Tahun	127
4.7.1 Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas.....	127
4.8 Analisis Biaya Operasional Kendaraan	130
4.8.1 BOK Dengan Tundaan Pada Kondisi Eksisting	130
4.9 Analisa Hubungan Tundaan Dengan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak.....	138
4.9.1 Hubungan Tundaan Dengan Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Kondisi Eksisting.....	139
4.9.2 Prediksi Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak Pada Kondisi Setelah dilakukan Alternatif Perbaikan	149
4.9.3 Prediksi Biaya Konsumsi Bahan Bakar Minyak 5 Tahun Mendatang (2031)	151
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	153
5.1 Kesimpulan.....	153
5.2 Saran.....	154
DAFTAR PUSTAKA.....	155
LAMPIRAN FORMULIR.....	157
LAMPIRAN DOKUMENTASI LAPANGAN	160
LAMPIRAN TABEL HASIL PENGOLAHAN DATA EKSISTING	164
LAMPIRAN TABEL HASIL PENGOLAHAN DATA ALTERNATIF.....	176
LAMPIRAN TABEL HASIL PENGOLAHAN DATA PREDIKSI 5 TAHUN	179

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Studi Simpang Tiga Bersinyal Jl. Diponegoro – Jl.Hayam Wuruk.....	1
Gambar 1. 2 Sketsa Simpang Tiga Bersinyal Jl. Diponegoro – Jl.Hayam Wuruk	3
Gambar 1. 3 Kondisi Eksisting Arus Lalu Lintas Simpang Pada Pagi, Siang dan Sore Hari.....	4
Gambar 2. 1 Konflik Primer dan Konflik Sekunder Pada Simpang APILL 4 Lengan	21
Gambar 2. 2 Penentuan Tipe Pendekat.....	24
Gambar 2. 3 Pendekat Dengan atau Tanpa Lalu-Lintas	25
Gambar 2. 4 Arus Jenuh Dasar (J0) untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O) Tanpa Lajur Belok Kanan Terpisah (Lanjutan).....	26
Gambar 2. 5 Arus Jenuh Dasar (J0) untuk Pendekat Tak Terlindung (Tipe O) yang Dilengkapi Lajur Belok Kanan Terpisah	27
Gambar 2. 6 Faktor Koreksi untuk Kelandaian (FG)	28
Gambar 2. 7 Faktor koreksi untuk pengaruh parkir (FP)	29
Gambar 2. 8 Faktor koreksi untuk belok kanan (FBka), pada pendekat tipe P ...	30
Gambar 2. 9 Faktor Penyesuaian Belok Kiri (FBki)	31
Gambar 2. 10 Jumlah Antrian Maksimum Akibat Overloading	35
Gambar 3. 1 Peta Jaringan Jalan Kabupaten Malang	49
Gambar 3. 2 Lokasi Penelitian Simpang Tiga Jl. Diponegoro – Jl. Hayam Wuruk	50
Gambar 3. 3 Skema Penempatan Surveyor	54
Gambar 3. 4 Input Backgorund Lokasi	58
Gambar 3. 5 Jaringan Jalan Dengan Link dan Connector	59
Gambar 3. 6 Menginput Jenis Kendaraan	59
Gambar 3. 7 Input Data Volume Lalu Lintas	60
Gambar 3. 8 Membuat dan Mengisi Signal Controller	60
Gambar 3. 9 Simulasi	61
Gambar 3. 10 Diagram Alir.....	64

Gambar 4. 1 Geometrik Simpang Tiga Gondanglegi.....	65
Gambar 4. 2 Fase Sinyal Simpang Gondanglegi.....	67
Gambar 4. 3 Diagram Waktu Sinyal Simpang Gondanglegi	67
Gambar 4. 4 Grafik Total Volume Kendaraan Simpang Gondanglegi Senin, 5 Januari 2026	74
Gambar 4. 5 Grafik Total Volume Kendaraan Simpang Gondanglegi Kamis, 8 Januari 2026	80
Gambar 4. 6 Grafik Total Volume Kendaraan Simpang Gondanglegi Sabtu, 10 Januari 2026	86
Gambar 4. 7 Titik Konflik Kritis dan Jarak untuk Keberangkatan dan Kedatangan.....	93
Gambar 4. 8 Titik Konflik dan Jarak untuk Keberangkatan dan Kedatangan.....	93
Gambar 4. 9 Faktor Koreksi Akibat Kelandaian Jalur Pendekat (F_G).....	97
Gambar 4. 10 Visualisasi Simpang Menggunakan Software Vissim.....	115
Gambar 4. 11 Diagram Perubahan Waktu Siklus 3 Fase	119
Gambar 4. 12 Potongan Melintang Pelebaran Pendekat Timur (0,5 m).....	120
Gambar 4. 13 Potongan Melintang Pelebaran Pendekat Utara (0,5 m).....	120
Gambar 4. 14 Fase Sinyal Alternatif II Simpang Gondanglegi.....	120
Gambar 4. 15 Diagram Waktu Siklus 3 Fase dengan Pelebaran	121
Gambar 4. 16 Fase Sinyal Alternatif III Simpang Gondanglegi	122
Gambar 4. 17 Diagram Waktu Siklus 2 Fase	125
Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Sepeda Motor Senin, 5 Januari 2026	141
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Mobil Penumpang Senin, 5 Januari 2026	142
Gambar 4. 20 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Kendaraan Sedang Senin, 5 Januari 2026	143
Gambar 4. 21 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Sepeda Motor Kamis, 8 Januari 2026	144
Gambar 4. 22 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Mobil Penumpang Kamis, 8 Januari 2026	145

Gambar 4. 23 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Kendaraan Sedang Kamis, 8 Januari 2026	146
Gambar 4. 24 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Sepeda Motor Sabtu, 10 Januari 2026	147
Gambar 4. 25 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Mobil Penumpang Sabtu, 10 Januari 2026	148
Gambar 4. 26 Grafik Hubungan Tundaan dengan BiBBM Kendaraan Sedang Sabtu, 10 Januari 2026	149

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Klasifikasi Kendaraan PKJI dan Tipikalnya	17
Tabel 2. 3 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP).....	18
Tabel 2. 4 Kriteria Tingkat Pelayanan Pada Simpang Bersinyal	19
Tabel 2. 5 Faktor Koreksi Ukuran Kota (F_{UK})	27
Tabel 2. 6 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Jalan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tidak Bermotor.....	28
Tabel 2. 7 Waktu Siklus (s) yang layak.....	33
Tabel 2. 8 Kelas Hambatan Samping	37
Tabel 2. 9 Pembobotan Hambatan Samping	38
Tabel 2. 10 Tingkat Pelayanan Simpang.....	39
Tabel 2. 11 Harga Satuan Bahan Bakar.....	45
Tabel 2. 13 Interpolasi Koefisien Korelasi.....	47
Tabel 3. 1 Formulir Survei Data Volume Arus Kendaraan.....	56
Tabel 4. 1 Data Geometrik Pengaturan Lalu Lintas	66
Tabel 4. 2 Waktu siklus (s) yang layak	66
Tabel 4. 3 Konfigurasi Waktu Sinyal Simpang Gondanglegi	67
Tabel 4. 4 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Simpang Bersinyal.....	68
Tabel 4. 5 Volume Arus Lalu Lintas Senin, 5 Januari 2026 Pendekat Utara.....	70
Tabel 4. 6 Volume Arus Lalu Lintas Senin, 5 Januari 2026 Pendekat Timur.....	71
Tabel 4. 7 Volume Arus Lalu Lintas Senin, 5 Januari 2026 Pendekat Barat	72
Tabel 4. 8 Total Volume Arus Lalu Lintas Simpang Gondanglegi Senin, 5 Januari 2026	73
Tabel 4. 9 Volume Arus Lalu Lintas Kamis, 8 Januari 2026 Pendekat Utara	76
Tabel 4. 10 Volume Arus Lalu Lintas Kamis, 8 Januari 2026 Pendekat Timur ..	77
Tabel 4. 11 Volume Arus Lalu Lintas Kamis, 8 Januari 2026 Pendekat Barat....	78
Tabel 4. 12 Total Volume Arus Lalu Lintas Simpang Gondanglegi Kamis, 8 Januari 2026	79
Tabel 4. 13 Volume Arus Lalu Lintas Sabtu, 10 Januari 2026 Pendekat Utara...	82
Tabel 4. 14 Volume Arus Lalu Lintas Sabtu, 10 Januari 2026 Pendekat Timur..	83

Tabel 4. 15	Volume Arus Lalu Lintas Sabtu, 10 Januari 2026 Pendekat Barat...	84
Tabel 4. 16	Total Volume Arus Lalu Lintas Simpang Gondanglegi Sabtu, 10 Januari 2026	85
Tabel 4. 17	Rekapitulasi jam puncak selama 3 (tiga) hari survei pada Simpang Gondanglegi	86
Tabel 4. 18	Hasil Perhitungan SA-I, Data Geometrik Pengaturan Lalu Lintas ...	88
Tabel 4. 19	Hasil Perhitungan SA-II, Arus Lalu Lintas Senin, 5 Januari 2026 Pada Jam Puncak Pagi.....	91
Tabel 4. 20	Hasil Perhitungan SA-II, Arus Lalu Lintas Kamis, 8 Januari 2026 Pada Jam Puncak Pagi.....	92
Tabel 4. 21	Hasil Perhitungan SA-II, Arus Lalu Lintas Sabtu, 10 Januari 2026 Pada Jam Puncak Pagi.....	92
Tabel 4. 22	Hasil Perhitungan SA-III, Penentuan Waktu Merah Semua dan Waktu Hilang Hijau Total	95
Tabel 4. 23	Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)	96
Tabel 4. 24	Faktor Koreksi Untuk Tipe Lingkungan, Hambatan Samping, dan Kendaraan Tak Bermotor (F_{HS}).....	96
Tabel 4. 25	Nilai Arus Jenuh Simpang Gondanglegi Hari Senin, 5 Januari 2026	98
Tabel 4. 26	Nilai Arus Jenuh Simpang Gondanglegi Hari Kamis, 8 Januari 2026	99
Tabel 4. 27	Nilai Arus Jenuh Simpang Gondanglegi Hari Sabtu, 10 Januari 2026	99
Tabel 4. 28	Nilai Rasio Arus Per Arus Jenuh Simpang Gondanglegi Hari Senin, 5 Januari 2026	100
Tabel 4. 29	Nilai Rasio Arus Per Arus Jenuh Simpang Gondanglegi Hari Kamis, 8 Januari 2026	100
Tabel 4. 30	Nilai Rasio Arus Per Arus Jenuh Simpang Gondanglegi Hari Sabtu, 10 Januari 2026	101
Tabel 4. 31	Nilai Kapasitas Simpang Gondanglegi Senin, 5 Januari 2026.....	102
Tabel 4. 32	Nilai Kapasitas Simpang Gondanglegi Kamis, 8 Januari 2026	102
Tabel 4. 33	Nilai Kapasitas Simpang Gondanglegi Sabtu, 10 Januari 2026.....	103

Tabel 4. 34 Nilai Kapasitas Simpang Gondanglegi Pendekat Utara Hari Senin, 5 Januari 2026	103
Tabel 4. 35 Nilai Kapasitas Simpang Gondanglegi Pendekat Utara Hari Kamis, 8 Januari 2026	104
Tabel 4. 36 Nilai Kapasitas Simpang Gondanglegi Pendekat Utara Hari Sabtu, 10 Januari 2026	104
Tabel 4. 37 Hasil Perhitungan SA-IV, Penentuan Waktu Isyarat Kapasitas.....	105
Tabel 4. 38 Nilai Panjang Antrian Simpang Gondanglegi Senin, 5 Januari 2026	106
Tabel 4. 39 Nilai Panjang Antrian Simpang Gondanglegi Kamis, 8 Januari 2026	107
Tabel 4. 40 Nilai Panjang Antrian Simpang Gondanglegi Sabtu, 10 Januari 2026.....	107
Tabel 4. 41 Nilai Tundaan Simpang Gondanglegi Senin, 5 Januari 2026	109
Tabel 4. 42 Nilai Tundaan Simpang Gondanglegi Kamis, 8 Januari 2026	110
Tabel 4. 43 Nilai Tundaan Simpang Gondanglegi Sabtu, 10 Januari 2026	110
Tabel 4. 44 Hasil Perhitungsn SA-V, Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti dan Tundaan.....	111
Tabel 4. 45 Tingkat Pelayanan Senin, 5 Januari 2026	112
Tabel 4. 46 Tingkat Pelayanan Kamis, 8 Januari 2026	112
Tabel 4. 47 Tingkat Pelayanan Kamis, 10 Januari 2026	112
Tabel 4. 48 Kalibrasi Pemodelan Vissim 25	114
Tabel 4. 49 Waktu Hijau dan Waktu Siklus Simpang Kondisi Eksisting	114
Tabel 4. 50 Nilai Tundaan Simpang Gondanglegi Vissim 25.....	115
Tabel 4. 51 Nilai Panjang Antrian Simpang Gondanglegi Vissim 25.....	116
Tabel 4. 52 Perbandingan Hasil Analisis Metode PKJI 2023 dan Vissim 25	116
Tabel 4. 53 Tabel Perbandingan Hasil Survei, PKJI 2023 dan VISSIM 25.....	117
Tabel 4. 54 Konfigurasi Lampu Sinyal 3 Fase	119
Tabel 4. 55 Kinerja Simpang Menggunakan Perubahan Waktu Sinyal 3 Fase Berdasarkan PKJI 2023	119
Tabel 4. 56 Konfigurasi Lampu Sinyal 3 Fase dengan Pelebaran.....	121

Tabel 4. 57 Kinerja Simpang Menggunakan Perubahan Waktu Sinyal dan Pelebaran Geometrik 3 Fase Berdasarkan PKJI 2023	122
Tabel 4. 58 Konfigurasi Lampu Sinyal 2 Fase	125
Tabel 4. 59 Kinerja Simpang Menggunakan Waktu Sinyal 2 Fase Berdasarkan PKJI 2023	125
Tabel 4. 60 Perbandingan Hasil Analisis Alternatif II Menggunakan PKJI 2023 dan VISSIM 25.....	127
Tabel 4. 61 Faktor laju pertumbuhan lalu lintas (i) (%)	127
Tabel 4. 62 Volume Lalu Lintas Senin, 5 Januari 2026 jam Puncak Kondisi Eksisting	128
Tabel 4. 63 Hasil Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas 5 Tahun ke Depan (2031)	129
Tabel 4. 64 Hasil Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas 5 Tahun ke Depan (2031) Pada Alternatif.....	129
Tabel 4. 65 Volume Lalu Lintas Pada Hari Senin, 5 Januari 2026	131
Tabel 4. 66 Volume Lalu Lintas Pada Hari Kamis, 8 Januari 2026	131
Tabel 4. 67 Volume Lalu Lintas Pada Hari Sabtu, 10 Januari 2026	132
Tabel 4. 68 Harga Satuan Bahan Bakar.....	133
Tabel 4. 69 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Sepeda Motor) Senin, 5 Januari 2026	134
Tabel 4. 70 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Mobil Penumpang) Senin, 5 Januari 2026	134
Tabel 4. 71 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Kendaraan Sedang) Senin, 5 Januari 2026	135
Tabel 4. 72 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Sepeda Motor) Kamis, 8 Januari 2026	135
Tabel 4. 73 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Mobil Penumpang) Kamis, 8 Januari 2026	136
Tabel 4. 74 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Kendaraan Sedang) Kamis, 8 Januari 2026	136
Tabel 4. 75 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Sepeda Motor) Sabtu, 10 Januari 2026	137

Tabel 4. 76 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Mobil Penumpang) Sabtu, 10 Januari 2026	137
Tabel 4. 77 Rekapitulasi Biaya Operasional Kendaraan (Kendaraan Sedang) Sabtu, 10 Januari 2026	138
Tabel 4. 78 Rekapitulasi Bahan Bakar Minyak (Eksisting) Simpang untuk Hari, Bulan, dan Tahun	138
Tabel 4. 79 Interpolasi Koefisien Korelasi.....	139
Tabel 4. 80 Nilai Tundaan dan BiBBM Sepeda Motor Senin, 5 Januari 2026 ..	139
Tabel 4. 81 Hubungan Tundaan dengan BiBBM Sepeda Motor Hari Senin, 5 Januari 2026	140
Tabel 4. 82 Prediksi Biaya Bahan Bakar Minyak Sepeda Motor Setelah Dilakukan Alternatif Perbaikan.....	150
Tabel 4. 83 Prediksi Biaya Bahan Bakar Minyak Mobil Penumpang Setelah Dilakukan Alternatif Perbaikan.....	150
Tabel 4. 84 Prediksi Biaya Bahan Bakar Minyak Mobil Penumpang Setelah Dilakukan Alternatif Perbaikan.....	151
Tabel 4. 85 Rekapitulasi Bahan Bakar Minyak (Alternatif) Simpang untuk Hari, Bulan, dan Tahun	151
Tabel 4. 86 Prediksi Biaya Bahan Bakar Minyak Sepeda Motor 5 Tahun Mendatang.....	152
Tabel 4. 87 Prediksi Biaya Bahan Bakar Minyak Mobil Penumpang 5 Tahun Mendatang.....	152
Tabel 4. 88 Prediksi Biaya Bahan Bakar Minyak Mobil Penumpang 5 Tahun Mendatang.....	152

DAFTAR NOTASI

a	= konstanta (intecept)
APILL	= alat pemberi isyarat lalu lintas
b	= koefisien regresi/kemiringan dari garis regresi (slope)
BiBBM	= biaya bahan bakar minyak
B_{KlT}	= belok kiri jalan terus
C	= kapasitas
D_j	= derajat kejenuhan
EMP	= ekuivalensi mobil penumpang
F	= konsumsi bahan bakar minyak
F_1	= konsumsi BBM pada kecepatan konstan (liter/100SMP-km)
F_2	= konsumsi BBM pada saat akselerasi/deselerasi (liter/SMP)
F_3	= konsumsi BBM pada saat berhenti sementara (liter/SMP-jam)
F_{Bka}	= faktor koreksi belok kanan
F_{BKl}	= faktor koreksi belok kiri
F_{HS}	= faktor hambatan samping
F_{LP}	= faktor koreksi lebar pendekat rata-rata
F_{UK}	= faktor ukuran kota
HBBM	= harga bahan bakar minyak
HS	= hambatan samping
J	= arus jenuh
J_0	= arus jenuh dasar
K	= faktor K
KB	= kendaraan bermotor
KBBM	= konsumsi bahan bakar minyak
KHS	= kelas hambatan samping
KOM	= lahan komersial
KS	= kendaraan sedang
KTb	= kendaraan tak bermotor
L	= lebar pendekat
L_E	= lebar jalur efektif

LHR	= volume lalu lintas harian rata-rata
L_J	= lebar jalur
L_K	= lebar jalur keluar
L_M	= lebar lajur masuk
MP	= mobil penumpang
n	= Jumlah Responden
N_{KH}	= jumlah kendaraan terhenti
P_A	= panjang antrian
P_B	= porsi kendaraan membelok
P_{BKa}	= rasio belok kanan
P_{BKl}	= rasio belok kiri
q	= arus lalu lintas
q_{BKa}	= arus lalu lintas belok kanan
$q_{BKa,O}$	= arus lalu lintas melawan atau terlawan yang belok kanan
q_{BKl}	= arus lalu lintas belok kiri
q_{JP}	= arus lalu lintas jam perencanaan
q_{KB}	= arus lalu lintas kendaraan bermotor
q_{KTB}	= arus lalu lintas kendaraan tak bermotor
q_{TOT}	= arus lalu lintas total
r	= koefisien Regresi
R_{AS}	= rasio arus lalu lintas simpang
R_B	= rasio arus yang membelok
R_{BKa}	= rasio arus belok kanan
R_{BKl}	= rasio arus belok kiri
R_{BKlJT}	= rasio arus belok kiri jalan terus
R_F	= rasio fase
R_H	= rasio waktu hijau
R_{KTB}	= rasio kendaraan terhenti
$R_{q/J}$	= rasio kejenuhan
s	= waktu siklus
SM	= sepeda mototr

SMP	= satuan mobil penumpang
T	= tundaan
t	= uji hipotesis t
T _G	= tundaan geometri
T _{LL}	= tundaan lalu lintas
UK	= ukuran kota
V	= kecepatan kendaraan (km/jam)
V _B	= kecepatan arus bebas
W _{AH}	= waktu antar hijau
W _H	= waktu hijau
W _{HH}	= waktu hilang hijau total
W _K	= waktu isyarat kuning
W _M	= waktu isyarat merah
W _{MS}	= waktu isyarat merah semua
X	= variabel independen/bebas
Y	= variabel dependen/terikat
V _{KDT}	= kecepatan kendaraan datang
V _{KBR}	= kecepatan kendaraan berangkat
P _{KBR}	= panjang kendaraan berangkat
2/2-TT	= tipe jalan 2 lajur 2 arah Tak Terbagi
140 x 10 ⁻⁴	= konstanta saat kendaraan dalam keadaan idle
A	= 170. 10 B = -455. 10 ⁻³ C = 490. 10 ⁻⁵ D = 140. 10 ⁻² E = 770. 10 ⁻⁸