

SKRIPSI

**MIKROSIMULASI VISSIM KINERJA GERBANG TOL
KARANGANYAR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *SINGLE
LANE FREE FLOW* DAN *MULTI LANE FREE FLOW***

Ditujukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Terapan



Disusun oleh:

MUHAMMAD ZAKY WICAKSONO

22011047

**PRODI REKAYASA SISTEM TRANSPORTASI JALAN
POLITEKNIK KESELAMATAN TRANSPORTASI JALAN
TEGAL
2026**

HALAMAN PERSETUJUAN
SKRIPSI

**MIKROSIMULASI VISSIM KINERJA GERBANG TOL KARANGANYAR
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *SINGLE LANE FREE FLOW* DAN *MULTI
LANE FREE FLOW***

*VISSIM MICROSIMULATION OF KARANGANYAR TOLL GATE PERFORMANCE
USING SINGLE LANE FREE FLOW AND MULTI LANE FREE FLOW TECHNOLOGY*

Disusun oleh:

MUHAMMAD ZAKY WICAKSONO

22011047

Telah disetujui oleh:

Pembimbing 1



AINUN RAHMAWATI, S.T., M.Eng., M.Sc., M.Sc
NIP. 19930617 201902 2 002

Tanggal, 8 April 2026

Pembimbing 2



FARIS HUMAMI. M.Eng.
NIP.19901110 201902 1 002

Tanggal, 8 April 2026

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**MIKROSIMULASI VISSIM KINERJA GERBANG TOL KARANGANYAR
MENGUNAKAN TEKNOLOGI *SINGLE LANE FREE FLOW* DAN *MULTI
LANE FREE FLOW***

*VISSIM MICROSIMULATION OF KARANGANYAR TOLL GATE PERFORMANCE
USING SINGLE LANE FREE FLOW AND MULTI LANE FREE FLOW TECHNOLOGY*

Disusun oleh:

MUHAMMAD ZAKY WICAKSONO

22011047

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal. *21 April 2026*

Ketua Sidang

FRANS TOHOM, S.T., M.T.
NIP. 19880605 201902 1 004
Penguji 1

SUGIANTO, A.T.D., M.M.
NIP. 196606011991031004
Penguji 2

AINUN RAHMAWATI, S.T., M.Eng., M.Sc., M.Sc.
NIP. 19930617 201902 2 002

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Rekayasa Sistem Transportasi Jalan



Alfan Baharuddin, S.Si.T., M.T.
NIP. 19840923 200812 1 002

Tanda Tangan



Tanda Tangan



Tanda Tangan

HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Zaky Wicaksono
Notar : 22011047
Program Studi : Sarjana Terapan Rekayasa Sistem Transportasi Jalan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**MIKROSIMULASI VISSIM KINERJA GERBANG TOL KARANGANYAR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI SINGLE LANE FREE FLOW DAN MULTI LANE FREE FLOW**" merupakan penelitian dari hasil karya pribadi. Saya menyatakan skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana terapan di perguruan tinggi manapun. Sumber sumber yang digunakan sebagai referensi dalam penelitian ini sudah dicantumkan secara detail di daftar pustaka dan dapat diidentifikasi. Jika skripsi ini teridentifikasi sebagai karya orang lain, maka Saya selaku Mahasiswa di Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan siap bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Dengan demikian, Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas dari unsur-unsur plagiasi dan apabila skripsi ini di kemudian hari terbukti merupakan plagiasi dari hasil karya penulis lain dan/atau dengan sengaja mengajukan karya atau pendapat yang merupakan hasil karya penulis lain, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Tegal, 7 April 2026

Yang menyatakan



Muhammad Zaky Wicaksono
Notar. 22011047

HALAMAN PERSEMBAHAN



Segala puji dan syukur Kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, nikmat, serta petunjuk-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu. Alhamdulillah saya mampu Menyusun skripsi dengan judul **"MIKROSIMULASI VISSIM KINERJA GERBANG TOL KARANGANYAR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *SINGLE LANE FREE FLOW* DAN *MULTILANE FREE FLOW*".** Pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kepada Muhammad Zaky Wicaksono, Terimakasih untuk tidak kalah dan bertahan terhadap segala tantangan dan hambatan yang ada. Terimakasih karena telah percaya kepada dirimu sendiri, dan tidak meragukan kemampuan diri sendiri. *Keep the promises you made to yourself!*
2. Kepada kedua orang tua, Bapak Eko Panuju, dan Bu Erna Nugraheni. Terimakasih atas semangat dan dukungannya dalam setiap prosesku, dan terimakasih karena selalu percaya kepadaku.
3. Terimakasih kepada dosen pembimbing utama dan pendamping yaitu Bu Ainun Rahmawati, S.T., M.Eng., M.Sc., M.Sc. dan Bapak Faris Humami, M.Eng., atas ilmu dan bimbingan yang telah diberikan dalam proses penyusunan penelitian ini. Tanpa bimbingan dari kedua dosen pembimbing saya, maka saya tidak dapat menyelesaikan penelitian ini.
4. Terimakasih kepada Bapak Yudi, Bapak Dadang, dan Bapak Krisna yang telah membantu, membimbing, dan mengizinkan saya dalam pengambilan dan perolehan data di Gerbang Tol Karanganyar. Terimakasih atas bantuannya.
5. Terimakasih kepada rekan rekan tim PKP yang telah membantu dalam memperoleh data di lapangan. Berkat bantuan kalian, perolehan data menjadi lebih efektif dan cepat untuk dikumpulkan, terimakasih atas kontribusinya.

"What a privilege to be overwhelmed by growth you used to dream about, and what a privilege to outgrow things you used to settle for".

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kita panjatkan kepada ALLAH SWT, yang telah memberikan berkah, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan hasil yang baik dan tepat waktu. Dengan penuh kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang mendalam atas ilmu, dukungan, dan bimbingan yang sangat berarti dalam proses penyusunan skripsi dengan judul "**MIKROSIMULASI VISSIM KINERJA GERBANG TOL KARANGANYAR MENGGUNAKAN TEKNOLOGI *SINGLE LANE FREE FLOW* DAN *MULTI LANE FREE FLOW***". Pada lembaran ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tulus dan mendalam kepada:

1. Bapak Bambang Istiyanto, S.Si.T., M.T. selaku Direktur Politeknik Keselamatan Transportasi Jalan;
2. Bapak Alfian Baharuddin, S.Si.T., M.T. selaku Kepala Prodi Rekayasa Sistem Transportasi Jalan;
3. Bu Ainun Rahmawati, S.T., M.Eng., M.Sc., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dalam proses penyusunan proposal skripsi;
4. Bapak Faris Humami, M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dalam proses penyusunan skripsi;
5. Kedua Orang Tua yang telah memberikan nasehat, serta dukungan untuk menghadapi setiap tantangan yang ada;
6. Seluruh pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu satu yang turut serta dalam membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak memiliki kekurangan, sehingga penulis berharap bahwa saran dan masukan yang ada mampu meningkatkan kesempurnaan untuk masa yang akan datang.

Tegal, 7 April 2026



Muhammad Zaky Wicaksono
Notar. 22011047

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI	i
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
INTISARI.....	xix
ABSTRACT	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	4
I.3 Batasan Masalah	4
I.4 Tujuan Penelitian	4
I.5 Manfaat Penelitian.....	4
I.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1 Jalan Tol.....	6
II.2 Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol	8
II.3 Gerbang Tol.....	9
II.4 Sistem Transaksi di Gerbang Tol.....	12
II.5 Perkembangan Teknologi Transaksi Jalan Tol	13
II.6 Golongan Kendaraan Jalan Tol	18
II.7 Teori Antrian.....	22
II.8 Analisis Pertumbuhan Lalu Lintas.....	25
II.9 Penentuan Jumlah Sampel <i>Slovin</i>	26

II.10	Mikrosimulasi VISSIM	27
II.11	Penelitian Relevan	30
BAB III METODE PENELITIAN		35
III.1	Lokasi Penelitian	35
III.2	Waktu Penelitian	35
III.3	Analisis Kinerja Eksisting dan Skenario Operasi Gardu Tol	36
III.4	Analisis Kinerja Skenario Penambahan Gardu, SLFF, dan MLFF ...	41
III.5	Analisis Kinerja Gerbang Tol 25 Tahun Kedepan.....	44
III.6	Batas Ambang Kinerja Gerbang Tol.....	46
III.7	Rangkuman Data yang Dibutuhkan	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		48
IV.1	Geometrik Gerbang Tol.....	48
IV.2	<i>Layout</i> Pengoperasian Gardu Eksisting	49
IV.3	Data Volume Lalu Lintas Gerbang Tol Karanganyar	49
IV.4	Penentuan Jumlah Sampel Perolehan Data	53
IV.5	Data Waktu Pelayanan Gerbang Tol.....	54
IV.6	Data Kecepatan Kendaraan	63
IV.7	Data Panjang Antrian dan Tundaan Gerbang Tol.....	72
IV.8	Proyeksi Volume Lalu Lintas 25 Tahun ke Depan.....	74
IV.9	Kalibrasi dan Validasi Pemodelan Eksisting	76
IV.10	Perbandingan Kinerja Eksisting dan Skenario Alternatif Gerbang Tol Karanganyar Periode Libur Natal Tahun 2025.....	85
IV.11	Pengaruh Proyeksi Volume 25 Tahun ke Depan Terhadap Kinerja Gerbang Tol Karanganyar	104
IV.12	Rangkuman Pengaruh Kinerja Skenario Setelah Proyeksi Volume 25 Tahun ke Depan.....	122
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		130
V.I	Kesimpulan.....	130

V.2	Saran	132
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN	138

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Aspek Aksesibilitas dalam SPM Jalan Tol (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 16/PRT/M/2014).....	9
Tabel II.2	Golongan Kendaraan di Jalan Tol (Keputusan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 370/KPTS/M/2007)	18
Tabel II.3	Dimensi Kendaraan Bermotor (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009).....	19
Tabel II.4	Faktor Laju Pertumbuhan Lalu Lintas, i (%) (Surat Edaran Nomor 15/SE/Db/2024 Tentang Manual Desain Perkerasan Jalan 2024).....	25
Tabel II.5	Kesimpulan Validasi GEH (Jepriadi, 2022)	29
Tabel II.6	Range Nilai MAPE (Jepriadi, 2022).....	30
Tabel II.7	Penelitian Relevan	30
Tabel III.1	Ambang Batas Kinerja Gerbang Tol (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 16/PRT/M/2014 Tentang Standar Pelayanan Minimal Jalan Tol).....	46
Tabel III.2	Rangkuman Data yang Diperlukan	47
Tabel IV.1	Volume Lalu Lintas Arah Masuk dan Keluar Weekend.....	50
Tabel IV.2	Volume Lalu Lintas Arah Masuk.....	50
Tabel IV.3	Volume Lalu Lintas Arah Keluar.....	51
Tabel IV.4	Jumlah Sampel Kendaraan Arah Masuk dan Keluar	53
Tabel IV.5	Data Panjang Antrian per Gardu	72
Tabel IV.6	Data Waktu Tundaan per Gardu.....	73
Tabel IV.7	Data Historis Volume Lalu Lintas Gerbang Tol Karanganyar Periode Natal (PT. Jasamarga Solo-Ngawi, 2026)	75
Tabel IV.8	Proyeksi Volume Lalu Lintas Gerbang Tol Karanganyar 25 Tahun ke Depan.....	75
Tabel IV.9	Trial dan Error Kalibrasi Pemodelan VISSIM	77
Tabel IV.10	Hasil Validasi Volume (GEH)	80
Tabel IV.11	Validasi Panjang Antrian dengan Rumus MAPE	81
Tabel IV.12	Validasi Waktu Tundaan dengan Rumus MAPE	82
Tabel IV.13	Validasi Waktu Pelayanan Trial 5 (MAPE)	83
Tabel IV.14	Data Titik Perlambatan Kendaraan Arah Masuk dan Keluar	83

Tabel IV.15	Perbandingan Titik Perlambatan di Lapangan dan Hasil VISSIM (trial 5) Beserta Validasi MAPE.....	84
Tabel IV.16	Panjang Antrian dan Waktu Tundaan Skenario 1 (Eksisting) Periode Natal Tahun 2025 Terhadap Pemenuhan SPM	87
Tabel IV.17	Panjang Antrian dan Waktu Tundaan Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Periode Natal Tahun 2025 Terhadap Pemenuhan SPM	89
Tabel IV.18	Panjang Antrian dan Waktu Tundaan Tundaan Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Periode Natal Tahun 2025 Terhadap Pemenuhan SPM.....	92
Tabel IV.19	Panjang Antrian dan Waktu Tundaan Skenario 4 (SLFF) Periode Natal Tahun 2025 Terhadap Pemenuhan SPM	95
Tabel IV.20	Panjang Antrian dan Waktu Tundaan Skenario 5 (MLFF) Periode Natal Tahun 2025 Terhadap Pemenuhan SPM	98
Tabel IV.21	Perbandingan Kinerja Antrian per Skenario Periode Natal Tahun 2025.....	99
Tabel IV.22	Perbandingan Kinerja Tundaan per Skenario Periode Natal Tahun 2025	102
Tabel IV.24	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian (Meter) Skenario 1 (Eksisting) 25 Tahun ke Depan	104
Tabel IV.25	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan (Detik/Kendaraan) Skenario 1 (Eksisting) 25 Tahun ke Depan	106
Tabel IV.26	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian (Meter) Skenario 2 (3 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan	108
Tabel IV.27	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan (Detik/Kendaraan) Skenario 2 (3 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan.....	110
Tabel IV.28	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian (Meter) Skenario 3 (4 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan	112
Tabel IV.29	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan (Detik/Kendaraan) Skenario 3 (4 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan.....	114
Tabel IV.30	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian (Meter) Skenario 4 (SLFF) 25 Tahun ke Depan	116
Tabel IV.31	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan (Detik/Kendaraan) Skenario 4 (SLFF) 25 Tahun ke Depan.....	118

Tabel IV.32 Perbandingan Kinerja Panjang Antrian (Meter) Skenario 5 (MLFF) 25 Tahun ke Depan	120
Tabel IV.33 Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan (Detik/Kendaraan) Skenario 5 (MLFF) 25 Tahun ke Depan	121
Tabel IV.34 Rangkuman Perbandingan Kinerja Panjang Antrian (Meter) Tiap Skenario pada Proyeksi Pertama (2030) dan Terakhir (2050).....	123
Tabel IV.35 Rangkuman Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan Tiap Skenario pada Proyeksi Pertama (2030) dan Terakhir (2050).....	124

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1	Panjang Antrian Arah Masuk di Gerbang Tol Karanganyar Periode Libur Natal Tahun 2025	2
Gambar II.1	Gambar Gerbang Tol Otomatis (GTO) (delameta.com)	10
Gambar II.2	Gardu Tol Semi Otomatis (GSO) (medcom.id).....	12
Gambar II.3	Pembayaran secara Tunai (beritametro.id).....	13
Gambar II.4	Automatic Toll Booth (Hasil Observasi, 2025)	14
Gambar II.5	Single Lane Free Flow (.....	15
Gambar II.6	Pedoman Batas Kecepatan dan Jarak Kendaraan pada Telepass (manualslib.com).....	16
Gambar II.7	Multi Lane Free Flow (paultan.org)	17
Gambar II.8	Cara Kerja MLFF (Budiharjo, 2019)	17
Gambar II.9	Dimensi Mobil Penumpang (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009)	20
Gambar II.10	Dimensi Bis (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009).....	20
Gambar II.11	Dimensi Kendaraan Truk 2 as (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009).....	20
Gambar II.12	Dimensi Kendaraan Truk 3 as (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009).....	21
Gambar II.13	Dimensi Kendaraan Truk 4 as (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009).....	21
Gambar II.14	Dimensi Kendaraan Truk 5 as (Standar Geometrik Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol No.007/BM/2009)	21
Gambar II.15	Model Single Channel-Single Phase (Ardiyansyah, 2011).....	24
Gambar II.16	Model Single Channel-Multi Phase (Ardiyansyah, 2011).....	24
Gambar II.17	Model Single Channel-Multi Phase (Ardiyansyah, 2011).....	24
Gambar II.18	Model Multi Channel-Multi Phase (Ardiyansyah, 2011)	25
Gambar III.1	Lokasi Penelitian	35
Gambar III.2	Diagram Alir Analisis Kinerja Eksisting dan Skenario Operasi Gardu	37
Gambar III.3	Lokasi Survey Spot Speed Kendaraan (google earth).....	38

Gambar III.4	Diagram Alir Analisis Kinerja Penambahan Gardu, SLFF, dan MLFF.....	41
Gambar III.5	Layout Skenario 2 (3 Gardu Masuk)	42
Gambar III.6	Layout Skenario 3 (4 Gardu Masuk)	43
Gambar III.7	Layout Skenario 4 (SLFF).....	43
Gambar III.8	Skenario 5 (MLFF).....	44
Gambar III.9	Diagram Alir Analisis Perbandingan Kinerja Skenario 25 Tahun ke Depan.....	45
Gambar IV.1	Geometrik Gerbang Tol Karanganyar (PT. Jasamarga Solo- Ngawi)	48
Gambar IV.2	Lebar Akses Masuk dan Keluar Gerbang Tol	48
Gambar IV.3	Layout Pengoperasian Gardu Eksisting Periode Nataru	49
Gambar IV.4	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Mobil Penumpang Arah Masuk	54
Gambar IV.5	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Bis Arah Masuk	55
Gambar IV.6	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Pick Up Arah Masuk	55
Gambar IV.7	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Truk 2 As Arah Masuk	56
Gambar IV.8	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Truk 3 As Arah Masuk	57
Gambar IV.9	Distribusi Frekuensi Waktu Pelayanan Truk 5 As Arah Masuk ...	58
Gambar IV.10	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Mobil Penumpang Arah Keluar	58
Gambar IV.11	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Bis Arah Keluar	59
Gambar IV.12	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Pick Up Arah Keluar	60
Gambar IV.13	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Truk Kecil Arah Keluar	60
Gambar IV.14	Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Truk 2 As Arah Keluar	61

Gambar IV.15 Distribusi Frekuensi Kumulatif Waktu Pelayanan Truk 3 As Keluar	62
Gambar IV.16 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Mobil Penumpang Arah Masuk	63
Gambar IV.17 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Bis Arah Masuk	64
Gambar IV.18 Grafik Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Pick Up Arah Masuk	64
Gambar IV.19 Distribusi Frekuensi Kecepatan Truk 2 As Arah Masuk.....	65
Gambar IV.20 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Truk 3 As Arah Masuk	66
Gambar IV.21 Distribusi Frekuensi Kecepatan Truk 5 As Arah Masuk	67
Gambar IV.22 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Mobil Penumpang Arah Keluar	67
Gambar IV.23 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Bis Arah Keluar.	68
Gambar IV.24 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Pick Up Arah Keluar .	69
Gambar IV.25 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Truk Kecil Arah Keluar	69
Gambar IV.26 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Truk 2 As Arah Keluar	70
Gambar IV.27 Distribusi Frekuensi Kumulatif Kecepatan Truk 3 As Arah Keluar	71
Gambar IV.28 Kondisi Panjang Antrian dan Tundaan Pada Jam Puncak Arah Masuk (PT. Jasamarga Solo-Ngawi, 2026).....	73
Gambar IV.29 Kondisi Panjang Antrian dan Tundaan Pada Jam Puncak Arah Keluar (PT. Jasamarga Solo-Ngawi, 2026).....	74
Gambar IV.30 Proyeksi Volume Lalu Lintas Periode Natal Gerbang Tol Karanganyar 25 Tahun ke Depan	76
Gambar IV.31 Pemodelan Sebelum Kalibrasi	78
Gambar IV.32 Peringatan Kendaraan yang Hilang setelah 60 Detik Menunggu untuk Berpindah Lajur	78
Gambar IV.33 Pengaturan Time Diffusion menjadi 10 Menit	79
Gambar IV.34 Kendaraan yang Berpindah Lajur Menghambat Lalu Lintas di Belakangnya	79
Gambar IV.35 Pemodelan Setelah Terkalibrasi	80

Gambar IV.36	Layout VISSIM Pengoperasian Gardu Skenario 1 (Eksisting).....	86
Gambar IV.37	Simulasi VISSIM Skenario 1 (Eksisting) Periode Natal Tahun 2025	86
Gambar IV.38	Kinerja Antrian dan Tundaan Skenario 1 (Eksisting) Periode Natal Tahun 2025	87
Gambar IV.39	Layout VISSIM Pengoperasian Gardu Skenario 2 (3 Gardu Masuk).....	88
Gambar IV.40	Simulasi VISSIM Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Periode Nataru 2025/2026.....	89
Gambar IV.41	Kinerja Antrian dan Tundaan Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Periode Natal Tahun 2025.....	90
Gambar IV.42	Layout VISSIM Pengoperasian Gardu Skenario 3 (4 Gardu Masuk).....	91
Gambar IV.43	Simulasi VISSIM Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Periode Natal Tahun 2025.....	92
Gambar IV.44	Kinerja Antrian dan Tundaan Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Periode Natal Tahun 2025.....	93
Gambar IV.45	Layout VISSIM Pengoperasian Gardu Skenario 4 (SLFF)	94
Gambar IV.46	Simulasi VISSIM Skenario 4 (SLFF) Periode Natal Tahun 2025	95
Gambar IV.47	Kinerja Antrian dan Tundaan Skenario 4 (SLFF) Periode Natal Tahun 2025	96
Gambar IV.48	<i>Layout</i> VISSIM Pengoperasian Gardu Skenario 5 (MLFF)	97
Gambar IV.49	Simulasi VISSIM Skenario 5 (MLFF) Periode Natal Tahun 2025	97
Gambar IV.50	Perbandingan Kinerja Antrian per Skenario Periode Natal Tahun 2025.....	100
Gambar IV.51	Grafik Perbandingan Kinerja Tundaan (Detik/Kendaraan) per Skenario Periode Natal Tahun 2025	103
Gambar IV.52	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian Skenario 1 (Eksisting) 25 Tahun ke Depan.....	105
Gambar IV.53	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan Arah Masuk Skenario 1 (Eksisting) 25 Tahun ke Depan.....	106
Gambar IV.54	Simulasi Skenario 1 (Eksisting) Tahun 2025	107

Gambar IV.55	Simulasi Skenario 1 (Eksisting) Tahun 2030	107
Gambar IV.56	Simulasi Skenario 1 (Eksisting) Tahun 2035	108
Gambar IV.57	Simulasi Skenario 1 (Eksisting) Tahun 2040	108
Gambar IV.58	Simulasi Skenario 1 (Eksisting) Tahun 2045	108
Gambar IV.59	Simulasi Skenario 1 (Eksisting) Tahun 2050	108
Gambar IV.60	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian Skenario 2 (3 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan	109
Gambar IV.61	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan Skenario 2 (3 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan	110
Gambar IV.62	Simulasi Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Tahun 2025	111
Gambar IV.63	Simulasi Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Tahun 2030	111
Gambar IV.64	Simulasi Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Tahun 2035	112
Gambar IV.65	Simulasi Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Tahun 2040	112
Gambar IV.66	Simulasi Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Tahun 2045	112
Gambar IV.67	Simulasi Skenario 2 (3 Gardu Masuk) Tahun 2050	112
Gambar IV.68	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian Skenario 3 (4 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan	113
Gambar IV.69	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan Skenario 3 (4 Gardu Masuk) 25 Tahun ke Depan	114
Gambar IV.70	Simulasi Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Tahun 2025	115
Gambar IV.71	Simulasi Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Tahun 2030	115
Gambar IV.72	Simulasi Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Tahun 2035	115
Gambar IV.73	Simulasi Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Tahun 2040	115
Gambar IV.74	Simulasi Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Tahun 2045	116
Gambar IV.75	Simulasi Skenario 3 (4 Gardu Masuk) Tahun 2050	116
Gambar IV.76	Perbandingan Kinerja Panjang Antrian Skenario 4 (SLFF) 25 Tahun ke Depan	117
Gambar IV.77	Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan Skenario 4 (SLFF) 25 Tahun ke Depan	118
Gambar IV.78	Simulasi Skenario 4 (SLFF) Tahun 2025	119
Gambar IV.79	Simulasi Skenario 4 (SLFF) Tahun 2030	119
Gambar IV.80	Simulasi Skenario 4 (SLFF) Tahun 2035	119
Gambar IV.81	Simulasi Skenario 4 (SLFF) Tahun 2040	119
Gambar IV.82	Simulasi Skenario 4 (SLFF) Tahun 2045	120

Gambar IV.83 Simulasi Skenario 4 (SLFF) Tahun 2050	120
Gambar IV.84 Perbandingan Kinerja Waktu Tundaan Skenario 5 (MLFF) 25 Tahun ke Depan.....	121
Gambar IV.85 Simulasi Skenario 5 (MLFF) Tahun 2025	122
Gambar IV.86 Simulasi Skenario 5 (MLFF) Tahun 2030	122
Gambar IV.87 Simulasi Skenario 5 (MLFF) Tahun 2035	122
Gambar IV.88 Simulasi Skenario 5 (MLFF) Tahun 2040	122
Gambar IV.89 Simulasi Skenario 5 (MLFF) Tahun 2045	122
Gambar IV.90 Simulasi Skenario 5 (MLFF) Tahun 2050	122
Gambar IV.91 Perbandingan Kinerja Antrian Antar Skenario Pada Proyeksi Pertama (2030) dan Terakhir (2050)	125
Gambar IV.92 Perbandingan Kinerja Tundaan Antar Skenario Pada Proyeksi Pertama (2030) dan Terakhir (2050)	128

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Pengambilan Data Waktu Pelayanan Kendaraan	138
Lampiran 2	Survey Traffic Counting Periode Nataru.....	138
Lampiran 3	Pengambilan Data Kecepatan Kendaraan	138
Lampiran 4	Formulir Data Waktu Pelayanan Kendaraan Arah Masuk	139
Lampiran 5	Formulir Data Waktu Pelayanan Kendaraan Arah Keluar	140
Lampiran 6	Formulir Data Traffic Counting Gardu 1	141
Lampiran 7	Formulir Data Traffic Counting Gardu 3.....	142
Lampiran 8	Formulir Data Traffic Counting Gardu 6.....	143
Lampiran 9	Formulir Data Traffic Counting Gardu 8.....	144
Lampiran 10	Formulir Data Traffic Counting Gardu 10	145
Lampiran 11	Data Traffic Counting Gardu 12.....	146
Lampiran 12	Formulir Data Kecepatan Spot Speed Kendaraan Arah Masuk...	147
Lampiran 13	Formulir Data Kecepatan Spot Speed Kendaraan Arah Keluar...	148
Lampiran 14	Tahapan Pemodelan Gerbang Tol Karanganyar Menggunakan VISSIM	149

INTISARI

Gerbang Tol Karanganyar merupakan salah satu akses menuju ruas jalan Tol Solo-Ngawi terpadat dengan antrian arah masuk (± 150 meter) yang tidak sesuai dengan Standar Pelayanan Minimal (maksimal 67 meter/gardu) pada periode libur Natal Tahun 2025. Data volume lalu lintas periode libur natal tahun 2021-2025 di Gerbang Tol Karanganyar menunjukkan peningkatan sebesar 12,20% yang berpotensi untuk meningkatkan panjang antrian di gardu tol setiap tahunnya. Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kinerja Gerbang Tol Karanganyar melalui rancangan skenario pengoperasian gardu alternatif dan pemanfaatan teknologi transaksi nirsentuh *Single Lane Free Flow* dan *Multi Lane Free Flow* agar kinerja sesuai dengan SPM. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja eksisting Gerbang Tol Karanganyar pada periode libur natal tahun 2025, serta mengetahui perbandingan kinerja skenario eksisting dan alternatif pada periode libur natal tahun 2025 dan kinerjanya untuk 25 tahun yang akan datang. Penelitian ini menggunakan perangkat lunak VISSIM untuk mensimulasikan skenario yang ditinjau dari aspek kinerja panjang antrian dan waktu tundaan yang diperoleh dari pemodelan VISSIM yang sudah dikalibrasi dan divalidasi dengan metode *trial* dan *error*. Proyeksi volume lalu lintas 25 tahun ke depan menggunakan metode *cumulative growth factor* dengan data pertumbuhan volume yang berasal dari data historis volume lalu lintas 5 tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ke-empat skenario alternatif yang diusulkan mampu meningkatkan kinerja Gerbang Tol Karanganyar agar sesuai dengan SPM pada periode libur natal tahun 2025, dengan skenario 5 (MLFF) merupakan skenario yang terbaik karena mampu menghilangkan antrian secara total dengan waktu tundaan < 1 detik. Proyeksi volume 25 tahun kedepan terhadap skenario alternatif menunjukkan bahwa skenario 2 (3 gardu masuk), dan skenario 3 (4 gardu masuk) hanya mampu sesuai dengan SPM hingga pada tahun 2035, skenario 4 (SLFF) mampu sesuai dengan SPM hingga pada tahun 2040, dan hanya skenario 5 (MLFF) merupakan satu satunya skenario yang mampu menghilangkan hambatan secara total dengan tundaan < 1 detik dari awal hingga akhir tahun proyeksi.

Kata Kunci: SLFF, MLFF, VISSIM, Kinerja Gerbang Tol, Jalan Tol

ABSTRACT

The Karanganyar Toll Gate is one of the most congested accesses to the Solo-Ngawi Toll Road with queues for entry directions (± 150 meters) that are not in accordance with the Minimum Service Standards (maximum 67 meters/substation) during the 2025 Christmas holiday period. Traffic volume data for the 2021-2025 Christmas holiday period at the Karanganyar Toll Gate shows an increase of 12.20% which has the potential to increase the length of queues at toll booths every year. Therefore, it is important to improve the performance of the Karanganyar Toll Gate through the design of alternative substation operation scenarios and the use of Single Lane Free Flow and Multi Lane Free Flow contactless transaction technology so that performance is in accordance with SPM. This study aims to analyze the existing performance of the Karanganyar Toll Gate in the 2025 Christmas holiday period, as well as to find out the comparison of the performance of existing and alternative scenarios in the 2025 Christmas holiday period and its performance for the next 25 years. This study uses VISSIM software to simulate the scenario, then the performance is reviewed from the aspects of queue length and delay time obtained from VISSIM modeling which has been calibrated and validated by trial and error methods. The projection of traffic volume in the next 25 years uses the cumulative growth factor method with volume growth data derived from historical traffic volume data for the last 5 years. The results of the study show that the four proposed alternative scenarios are able to improve the performance of the Karanganyar Toll Gate to be in line with SPM in the Christmas holiday period in 2025, with scenario 5 (MLFF) being the best scenario because it is able to eliminate queues completely with a delay time of <1 second. The volume projections for the next 25 years of alternative scenarios show that scenario 2 (3 substations), and scenario 3 (4 substations) are only able to comply with the SPM until the year 2035, scenario 4 (SLFF) is able to comply with the SPM until the year 2040, and only scenario 5 (MLFF) is the only scenario that is able to completely eliminate the queues with a delay of <1 second from the beginning to the end of the projection year.

Keywords: SLFF, MLFF, VISSIM, Toll Gate Performance, Toll Roads