

TUGAS AKHIR
EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL TERHADAP
WAKTU TUNDAAN DAN EMISI GAS BUANGAN KENDARAAN
MENGGUNAKAN METODE PKJI 2023

(Studi Kasus Simpang : Jl. Raya Ahmad Yani – Jl. Raya Sumedang – Jl Raya
Sultan Agung – Jl Raya Karangates, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang,
Jawa Timur)



Disusun Oleh:

GRESTI ELMINDIKA NUBATONIS

22.21.013

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL TERHADAP WAKTU TUNDAAN DAN EMISI GAS BUANGAN KENDARAAN MENGUNAKAN METODE PKJI 2023

(Studi Kasus Simpang : Jl. Raya Ahmad Yani – Jl. Raya Sumedang – Jl Raya
Sultan Agung – Jl Raya Karangates, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang,
Jawa Timur)

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

Disusun Oleh :

GRESTI ELMINDIKA NUBATONIS

22.21.013

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan

Pada Tanggal 5 Agustus 2026

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

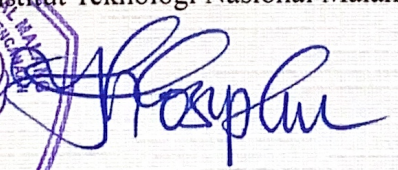

Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT
NIP. 196702181993031002


Sriliani Surbakti, S.T., MT
NIP. P. 1031500509

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 EMPAT BERSINYAL TERHADAP WAKTU TUNDAAN DAN EMISI GAS BUANGAN KENDARAAN MENGUNAKAN METODE PKJI 2023

(Studi Kasus Simpang : Jl. Raya Ahmad Yani – Jl. Raya Sumedang – Jl Raya
Sultan Agung – Jl Raya Karangates, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang,
Jawa Timur)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata S-1
Pada Tanggal 5 Agustus 2026 dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

GRESTI ELMINDIKA NUBATONIS

22.21.013

Dosen Penguji

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Ir. Eding Iskak Imananto, MT

NIP. 196605061993031004

Annur Ma'ruf, S.T., MT

NIP. P. 1031700528

Disahkan Oleh :

Kepala Program Studi
Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi
Teknik Sipil S-1



Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT

NIP. P 103 03 00383

Institut Teknologi Nasional Malang

Nenny Roostrianawaty, ST., MT

NIP. P 103 17 00533

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadiran kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL TERHADAP WAKTU TUNDAAN DAN EMISI GAS BUANGAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE PKJI 2023”**, dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Dr. Lila Ayu Ratna Winanda, ST., MT, selaku Dosen Wali Penyusun.
3. Bapak Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Ibu Sriliani Surbakti, ST., MT selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Orang tua, dan keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moril maupun materi. Serta teman-teman seangkatan yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa pada Tugas Akhir ini, masih banyak kekurangan maupun kesalahan. Oleh karena itu, penyusun selalu mengharapkan saran, petunjuk, kritik, dan bimbingan yang bersifat membangun. Penyusun berharap semoga laporan ini bermanfaat bagi penyusun serta pembaca.

Malang, Agustus 2026

Penyusun

Gresti Elmindika Nubatonis
22.21.013

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : GRESTI ELMINDIKA NUBATONIS

NIM : 2221013

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

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahawa Tugas Akhir saya yang berjudul :

“EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL TERHADAP WAKTU TUNDAAN DAN EMISI GAS BUANGAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE PKJI 2023 (Studi Kasus Simpang : Jl. Raya Ahmad Yani – Jl. Raya Sumedang – Jl Raya Sultan Agung – Jl Raya Karangates, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur)”

Adalah sebenar – benarnya bahwa 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, 2026



mbuat pernyataan

GRESTI ELMINDIKA NUBATONIS

NIM. 2221013

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan dengan penuh rasa bangga dan cinta yang tulus kepada orang – orang terkasih yang telah mendukung penulis dengan caranya masing – masing :

1. Juruselamat, Tuhan Yesus Kristus, penulis mengucapkan syukur dan terimakasih yang oleh kasih, penyertaan, hikmat, kesehatan, kekuatan serta berkat yang senantiasa Tuhan limpahkan dalam kehidupan penulis. Sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Terimakasih karena Tuhan tidak pernah meninggalkan penulis, melainkan selalu membuka jalan dan membuat segala sesuatu indah pada waktu-nya.
2. Teristimewa buat kedua orang tua tercinta, Bapak Dasamres Benyamin Nubatonis dan Mama Yoka Mazsita Bait. Terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala pengorbanan, doa, dukungan, fasilitas dan kerja keras yang telah diberikan kepada penulis selama ini. Terimakasih karena selalu menjadi sumber kekuatan, penghiburan dan motivasi dalam setiap proses kehidupan penulis. Bapak dan Mama tidak pernah berhenti berjuang, memberikan nasehat, dukungan serta doa yang selalu mengiringi setiap langkah penulis hingga penulis mampu menyelesaikan sampai meraih gelar sarjana. Semoga Bapa dan Mama sehat, panjang umur dan bahagia selalu.
3. Kedua adikku tercinta, Jey Nubatonis dan Carlin Nubatonis. Terimakasih sudah ikut serta dalam proses penulis menempuh pendidikan selama ini, terimakasih atas semangat dan doa yang selalu diberikan kepada penulis. Kalian berdua adalah alasan terbesar dalam setiap langkah perjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Teruntuk Bapa tua tercinta Salmun Bait dan Alm, Ma Tua Naema Selan yang selalu menyemangati, memberikan doa, dukungan, motivasi, yang selalu tidak pernah berhenti menjadi kekuatan dan alasan terbesar bagi penulis dalam menempuh proses perkuliahan serta menyelesaikan

pendidikan dengan sebaik- baiknya. Semoga bapa tua sehat selalu dan umur panjang dan Ma tua bahagia di yerusalem yang indah.

5. Teruntuk Alm. Opa Christofel Nubatonis dan Nene Adolfina Selan tercinta yang selalu menyemangati, memberikan doa, dukungan, motivasi, yang selalu tidak pernah berhenti menjadi kekuatan dan alasan terbesar bagi penulis dalam menempuh proses perkuliahan serta menyelesaikan pendidikan dengan sebaik- baiknya. Semoga Nene Umur panjang dan Opa Bahagia selalu di yerusamel yang indah.
6. Teman seperjuangan, Sipil Ntt angkatan 22 Nabila, Hesti, Melati, Arci, Diana, Lani, Eka, Bella, Mora, Tasya, Frid, Bintang, Ebat, Sergio, Hen, Kenny, Gerson, Ino, Loudry, Riyo, Yoris, Andy, Ando, Daniel. Terimakasih sudah menemani selama masa perkuliahan. Terimakasih sudah menjadi teman, sahabat, dan saudara yang selalu saling menguatkan. Selalu jadi peran penting di belakang layar dalam perjuangan dan tidak pernah mengeluh ketika direpotkan. Semoga dilancarkan segala perjuangan dan semangat mengejar semuanya. *see u on top guys!*
7. Terakhir, dengan penuh rasa syukur untuk diriku sendiri, Gresti Elmindika Nubatonis, terimakasih karena telah mampu bertahan dan berjuang hingga titik ini. Terimakasih untuk setiap proses yang telah dilalui, setiap luka, lelah, air mata, serta perjuangan yang tidak selalu mudah. Terimakasih karena tidak pernah menyerah dan tetap memilih bangkit untuk melanjutkan langkah, meskipun berada dalam keadaan yang tidak selalu baik. Semua usaha, pengorbanan, dan doa yang telah di perjuangkan akhirnya membuhkan hasil. Berbanggalah pada diri sendiri, karena telah mampu melewati setiap tantangan dan menyelesaikan perjalanan dengan baik dan semaksimal mungkin ini merupakan pencapaian yang patut dibanggakan untuk diri sendiri.

ABSTRAK

Gresti Elmindika Nubatonis, (2221013), “EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL TERHADAP WAKTU TUNDAAN DAN EMISI GAS BUANGAN KENDARAAN MENGGUNAKAN METODE PKJI 2023 (Studi Kasus Simpang : Jl. Raya Ahmad Yani – Jl. Raya Sumedang – Jl Raya Sultan Agung – Jl Raya Karangates, Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Jawa Timur)”. Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, Dosen Pembimbing I : Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Dosen Pembimbing II : Sriliani Surbakti, S.T.,MT

Peningkatan volume lalu lintas dapat menyebabkan tundaan kendaraan yang dapat meningkatkan emisi gas buangan kendaraan salah satu lokasi yang mengalami kondisi tersebut adalah simpang empat bersinyal Jl. Ahmad yani – Jl. Sultan Agung – Jl. Sumedang – Jl. Karangates, Kabupaten Malang. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja simpang, waktu tundaan serta pengaruhnya terhadap kualitas udara. Analisis kinerja simpang dilakukan dengan mengacu pada Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI) 2023.

Data primer meliputi data kondisi geometrik, volume lalu lintas dan pengukuran konsentrasi polutan NO₂ dan CO sedangkan data sekunder berupa data jumlah penduduk. Parameter kinerja lalu lintas yang dianalisis adalah derajat kejenuhan (DJ), tundaan, anjang antrian serta tingkat pelayanan (LOS). Kualitas udara ditinjau dari konsentrasi NO₂ dan CO dengan mengacu pada Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Hasil penelitian ini menunjukkan kondisi eksisting simpang memiliki tingkat pelayanan F dengan tundaan rata” 528,098 det/SMP dan Derajat Kejenuhan sebesar 1,60 pada jam puncak.

Kualitas udara pada jam puncak menunjukkan konsentrasi NO₂ sebesar 65,849 µg/m³ dan CO sebesar 239,431 µg/m³. Setelah dilakukan alternatif perbaikan berupa penyesuaian waktu sinyal dan perubahan fase tundaan menurun menjadi 25 det/smp dengan tingkat pelayanan C. Nilai ISPU untuk NO₂ dan CO setelah dilakukan perbaikan simpang masing – masing sebear 4,164 dan 0,058 dengan kategori baik berdasarkan ISPU.

Kata kunci: Simpang Bersinyal, Indeks Standar Pencemaran Udara, PKJI 2023

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Studi	5
1.5 Manfaat Studi	5
1.6 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Studi Terdahulu	7
2.2 Transportasi	11
2.3 Klasifikasi Jalan.....	12
2.3.1 Berdasarkan Fungsi Jalan	12
2.3.2 Berdasarkan Status Jalan	13
2.3.3 Berdasarkan Kelas Jalan	14
2.4 Definisi Persimpangan.....	14
2.4.1 Simpang	14
2.4.2 Jenis – Jenis simpang.....	15
2.4.3 Kinerja Simpang Bersinyal.....	16
2.4.4 Kode Tipe Simpang	16
2.4.5 Simpang Bersinyal.....	16
2.5 Data Input Lalu Lintas dan EMP.....	18

2.6 Penentuan Lebar Pendekat Efektif	19
2.6.1 Tipe Pendekat	19
2.6.2 Lebar Pendekat Efektif	20
2.6.3 Penentuan Arus Jenuh.....	22
2.6.4 Arus Jenuh Dasar	22
2.6.5 Rasio Arus terhadap Arus Jenuh.....	25
2.6.6 Perkiraan Tingkat Kejenuhan	25
2.6.7 Panjang Antrian	26
2.6.8 Rasio Kendaraan Henti	28
2.6.9 Waktu Merah Semua Dan Waktu Hijau Hilang Total	29
2.7 Analisis Siklus Lampu Lalu Lintas	31
2.7.1 Kapasitas Simpang Empat Bersinyal.....	32
2.8 Tundaan	33
2.8.1 Kelas Hambatan Samping.....	34
2.8.2 Faktor Koreksi Ukuran Kota.....	35
2.8.3 Faktor Penyesuaian Pergerakan Belok Kiri	36
2.8.4 Faktor Penyesuaian Pergerakan Belok Kanan	36
2.8.5 Tingkat Pelayanan.....	37
2.9 Pencemaran Udara.....	39
2.9.1 Kualitas Udara	40
2.9.2 Dampak Pencemaran udara	40
2.10 Emisi Gas Buang Kendaraan.....	41
2.10.1 Dampak Emisi Gas Buang Kendaraan Terhadap Kesehatan.....	44
2.10.2 Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)	44
2.11 Model Hubungan Kinerja Simpang dengan Pencemaran Udara.....	47
BAB III METODOLOGI STUDI.....	52
3.1 Lokasi Studi.....	52
3.2 Pengmpulan Data.....	53
3.2.1 Pengmpulan Data Primer	53
3.2.2 Pengumpulan Data Sekunder.....	54
3.3 Pelaksanaan Survei.....	54
3.3.1 Waktu Survei	54

3.3.2 Langkah Pengambilan Data	55
3.3.3 Metode pelaksanaan Survei	55
3.4 Pengolahan dan Penyajian Data	57
3.4.1 Tahapan Analisis Kinerja Simpang	58
3.4.2 Tahapan Analisis emisi pencemaran udara.....	58
3.5 Metode Analisis.....	59
3.6 Letak Surveyor	60
3.7 Bagan Alir	62
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	64
4.1. Analisa Pengumpulan Data	64
4.1.1 Data Sekunder.....	64
4.1.2 Data Primer.....	65
4.1.3 Hasil Data Geometrik Simpang Empat Kepanjen	65
4.1.4 Fase dan Konfigurasi Waktu Sinyal	66
4.2 Data Kondisi Arus Lalu Lintas.....	68
4.2.1 Data Volume Arus Lalu Lintas Hari Senin, 12 Januari 2026	68
4.2.2 Data Volume Arus Lalu Lintas Hari Kamis, 15 Januari 2026	73
4.2.3 Data Volume Arus Lalu Lintas Hari Sabtu, 17 Januari 2026	78
4.3 Kinerja Simpang Bersinyal (Kondisi Eksisting)	83
4.9.4 Tingkat Pelayanan Simpang Bersinyal (Eksisting)	112
4.10 Analisa Kualitas Udara.....	114
4.10.1 Perhitungan Data Kualitas Udara	116
4.10.2 Model Hubungan Kinerja Lalu Lintas dengan Kualitas Udara	125
4.10.3 Model Hubungan Tundaan Lalu Lintas dan Kualitas Udara Senin..	137
12 Januari 2026, Kamis 15 Januari 2026 dan 17 Januari 2026.....	137
4.10.4 Pembahasan	143
4.11 Alternatif Perbaikan Kinerja Lalu Lintas Pada Simpang 4 Kepanjen .	144
4.11.1 Alternatif Simpang Empat Kepanjen.....	145
4.11.2 Prediksi Kualitas Udara Setelah dilakukan Alternatif.....	156
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	158
5.1 Kesimpulan	158
5.2. Saran	159

DAFTAR PUSTAKA	160
LAMPIRAN FORM SURVEY	162
LAMPIRAN DOKUMENTASI LAPANGAN	166
LAMPIRAN TABEL HASIL PENOLAAN DATA EKSISTING	170
LAMPIRAN TABEL HASIL PENGOLAHAN DATA ALTERNATIF	185

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Sketsa Simpang.....	3
Gambar 2. 1	Konflik primer dan konflik sekunder pada simpang 4 lengan.....	17
Gambar 2. 2	Penentuan Tipe Pendekat.....	20
Gambar 2. 3	Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas	21
Gambar 2. 4	Arus Jenuh Dasar Pendekat Terlindung Tipe (P)	23
Gambar 2. 5	Arus Jenuh Dasar untukpendekat tak terlindung (Tipe O)	23
Gambar 2. 6	Jumlah Kendaraan Tersisa Dari Sisa Fase Sebelumnya (Nq1)	27
Gambar 2. 7	Jumlah kendaraan yang datang dan antri pada fase merah (Nq2) ..	28
Gambar 2. 8	Penentuan rasio kendaraan terhenti, (RKH)	29
Gambar 2. 9	Konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan.....	30
Gambar 2. 10	Kapasitas simpng empat APILL	32
Gambar 2. 11	Grafik FBKI Rasio Belok kiri (FBKi).....	36
Gambar 2. 12	Grafik Rasio Belok Kanan (FBKa).....	37
Gambar 3. 1	Peta Lokasi Studi Simpang Empat Bersinyal Kepanjen	53
Gambar 3. 2	Titik Surveyor.....	60
Gambar 3. 3	Diagram Bagan Alir.....	63
Gambar 4. 1	Lokasi Studi.....	65
Gambar 4. 2	Hasil Analisa Data Geometrik Simpang Empat Kepanjen.....	66
Gambar 4. 3	Fase 1 Pendekat Utara	67
Gambar 4. 4	Fase 2 Pendekat Timur	67
Gambar 4. 5	Fase 3 Pendekat Timur	67
Gambar 4. 6	Fase 4 Pendekat Barat.....	67
Gambar 4. 7	Diagram Sinyal Simpang Empat Kepanjen	68
Gambar 4. 8	Grafik Total Volume Kendaraan pada Hari Senin 12 Januari.....	73
Gambar 4. 9	Grafik Total Volume Kendaraam pada Hari Kamis, 15 januari.....	78
Gambar 4. 10	Grafik Totak Kendaraan pada Hari Sabtu, 17 Januari 2026.....	83
Gambar 4. 11	Titik konflik kritis dan jarak	90
Gambar 4. 12	Titik Konflik dan Jarak untuk Keberangkatan dan Kedatangan...	91
Gambar 4. 13	Perbandingan Grafik Tundaan dan NO ₂	120
Gambar 4. 14	Perbandingan Grafik Tundaan dan CO.....	121

Gambar 4. 15 Perbandingan Grafik Tundaan dan NO ₂	122
Gambar 4. 16 Perbandingan Grafik Tundaan dan CO.....	123
Gambar 4. 17 Perbandingan Grafik Tundaan dan NO ₂	124
Gambar 4. 18 Perbandingan Grafik Tundaan dan CO.....	125
Gambar 4. 19 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai NO ₂	128
Gambar 4. 20 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai CO	131
Gambar 4. 21 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai NO ₂	132
Gambar 4. 22 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai CO	133
Gambar 4. 23 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai NO ₂	135
Gambar 4. 24 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai CO	136
Gambar 4. 25 Grafik Model Hubungan Tundaan dan Nilai NO ₂	139
Gambar 4. 26 Grafik Perbandingan Model Hubungan Tundaan dan Nilai NO. 139	
Gambar 4. 27 Grafik Model Hubungan Tundaan dan CO Senin, Kamis.....	142
Gambar 4. 28 Grafik Perbandingan Model Hubungan Tundaan dan Nilai CO 142	
Gambar 4. 29 Waktu 4 Fase Sinyal Simpang Empat Kepanjen	145
Gambar 4. 30 Diagram Pengoptimalan Waktu Siklus.....	146
Gambar 4. 31 Waktu 2 Fase Sinyal Simpang Empat Kepanjen	148
Gambar 4. 32 Diagram Pengoptimalan Waktu Siklus.....	151
Gambar 4. 33 Waktu 2 Fase Sinyal Simpang Empat Kepanjen	152
Gambar 4. 34 Diagram Pengoptimalan Waktu Siklus.....	155

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Terdahulu	10
Tabel 2. 2 Kriteria Pelayanan Pada simpang Bersinyal	16
Tabel 2. 3 Kode Tipe Simpang.....	16
Tabel 2. 4 Nilai Normal Waktu Antar Hijau	17
Tabel 2. 5 Ekuivalensi Mopil Penumpang (EMP) Simpang Bersinyal	18
Tabel 2. 6 Kriteria kelas hambatan samping	34
Tabel 2. 7 Nilai FHS.....	35
Tabel 2. 8 Faktor Koreksi Ukuran Kota	35
Tabel 2. 9 Tingkat Pelayanan Simpang Terhadap Tundaan.....	38
Tabel 2. 10 Kriteria Tingkat Pelayanan Persimpangan Terhadap Sistem Jaringan Jalan.....	38
Tabel 2. 11 Konversi Nilai Konsetrasi Parameter ISPU	46
Tabel 2. 12 Kategori Angka Rentang Indeks Standar Pecemar Udara (ISPU)	47
Tabel 2. 13 Perbedaan Regresi Linier dan Nonliner	49
Tabel 2. 14 Hubungan antara variabel bebas dan variabel terikat.....	51
Tabel 4. 1 Faktor Koreksi Ukuran Kota	64
Tabel 4. 2 Faktor Penyesuaian Tipe Lingkungan Hambatan Samping dan Kendaraan Tak Bermotor	64
Tabel 4. 3 Konfigurasi Waktu Sinyal Simpang Empat Kapanjen	67
Tabel 4. 4 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Simpang Bersinyal	69
Tabel 4. 5 Volume Arus Lalu Lintas Jl. Raya Ahmad Yani Pendekat Utara	71
Tabel 4. 6 Total Arus Lalu Lintas Simpang Empat Kapanjen Senin 12 Januari 2026.....	72
Tabel 4. 7 Volume arus lalu lintas JL. Ahmad Yani Pendekat Utara pada Hari Kamis, 15 Januari 2026.....	76
Tabel 4. 8 Total arus volume lalu lintas simpang empat kapanjen pada Hari Kamis, 15 Januari 2026.....	77
Tabel 4. 9 Volume arus lalu lintas JL. Ahmad Yani Pendekat Utara pada Hari ..	81
Tabel 4. 10 Total arus volume lalu lintas Simpang Empat Kapanjen pada Hari Sabtu, 17 Januari 2026.....	82

Tabel 4. 11 Rekapitulasi Jam Puncak Tertinggi Selama (tiga) hari Pada Simpang kepanjen	83
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan SA- I, Data geometrik peraturan lalu lintas	85
Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan SA-II, Arus Lalu Lintas Hari Senin 12 Januari 2026.....	89
Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan SA-II, Arus Lalu Lintas Hari Kamis 15	89
Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan SA-II, Arus Lalu Lintas Hari Sabtu 17.....	90
Tabel 4. 16 Formulir SA-III, Penentuan waktu merah semua dan waktu hilang hijau total.....	93
Tabel 4. 17 Faktor Koreksi Ukuran Kota (FUK)	94
Tabel 4. 18 Faktor Koreksi untuk tipe lingkungan, hambatan samping, dan kendaraan tak bermotor (FHS).....	94
Tabel 4. 19 Faktor koreksi akibat kelandaian jalur pendekat (FG)	95
Tabel 4. 20 Nilai Arus Jenuh Simpang Empat Kepanjen Hari Senin, 12 Januari 2026.....	96
Tabel 4. 21 Nilai Arus Jenuh Simpang Empat Kepanjen Hari Kamis, 15 Januari 2026.....	97
Tabel 4. 22 Nilai Arus Jenuh Simpang Empat Kepanjen Hari Sabtu, 17 Januari 2026.....	97
Tabel 4. 23 Nilai Rasio Arus Per Arus Jenuh Simpang Empat Kepanjen Hari Senin, 12 Januari 2026	98
Tabel 4. 24 Nilai Rasio Arus Per Arus Jenuh Simpang Empat Kepanjen Hari Kamis, 15 Januari 2026.....	99
Tabel 4. 25 Nilai Rasio Arus Per Arus Jenuh Simpang Empat Kepanjen Hari Sabtu, 17 Januari 2026	99
Tabel 4. 26 Nilai Kapasitas Simpang Empat Kepanjen Senin, 12 Januari 2026	100
Tabel 4. 27 Nilai Kapasitas Simpang Empat Kepanjen Kamis, 15 Januari 2026	101
Tabel 4. 28 Nilai Kapasitas Simpang Empat Kepanjen Sabtu, 15 Januari 2026	101
Tabel 4. 29 Nilai Kapasitas Simpang Empat Kepanjen Pendekat Utara Hari Senin,12 Januari 2026	102

Tabel 4. 30	Nilai Kapasitas Simpang Empat Kapanjen Pendekat Utara Hari Kamis, 15 Januari 2026.....	103
Tabel 4. 31	Nilai Kapasitas Simpang Empat Kapanjen Pendekat Utara Hari Sabtu, 17 Januari 2026	103
Tabel 4. 32	Hasil Perhitungan SA-IV, Penentuan waktu isyarat kapasitas Hari Senin 12 Januari 2026	104
Tabel 4. 33	Hasil Perhitungan SA-IV, Penentuan waktu isyarat kapasitas Hari Kamis 15 Januari 2026.....	104
Tabel 4. 34	Hasil Perhitungan SA-IV, Penentuan waktu isyarat kapasitas Hari Sabtu 17 Januari 2026	105
Tabel 4. 35	Nilai Panjang Antrian Simpang Empat Kapanjen Senin, 12 Januari 2026.....	106
Tabel 4. 36	Nilai Panjang Antrian Simpang Empat Kapanjen Kamis, 15	107
Tabel 4. 37	Nilai Panjang Antrian Simpang Empat Kapanjen Sabtu, 17 Januari 2026.....	107
Tabel 4. 38	Nilai Tundaan Simpang Empat Kapanjen Senin, 12 Januari 2026..	109
Tabel 4. 39	Nilai Tundaan Simpang Empat Kapanjen Kamis, 15 Januari 2026..	110
Tabel 4. 40	Nilai Tundaan Simpang Empat Kapanjen Sabtu, 17 Januari 2026..	110
Tabel 4. 41	Hasil Perhitungan SA-V, Panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan Hari Senin 12 Januari 2026.....	111
Tabel 4. 42	Hasil Perhitungan SA-V, Panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan Hari Kamis 15 Januari 2026	111
Tabel 4. 43	Hasil Perhitungan SA-V, Panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan Hari Sabtu 17 Januari 2026.....	112
Tabel 4. 44	Tingkat pelayanan Simpang Empat Kapanjen Hari Senin, 12 Januari 2026.....	112
Tabel 4. 45	Tingkat pelayanan Simpang Empat Kapanjen Hari Sabtu , 17 2026	113
Tabel 4. 46	Tingkat pelayanan Simpang Empat Kapanjen Hari Kamis 15 2026	113
Tabel 4. 47	Data Kualitas Udara Senin 12 Januari 2026.....	114

Tabel 4. 48 Data Kualitas Udara Kamis 15 Januari 2026	115
Tabel 4. 49 Data Kualitas Udara Sabtu 17 Januari 2026.....	115
Tabel 4. 50 Analisa Perhitungan NO ₂	117
Tabel 4. 51 Analisa Perhitungan CO.....	119
Tabel 4. 52 Analisa Perhitungan Kualitas Udara pada Simpang Empat Kepanjen Senin 12 Januari 2026	119
Tabel 4. 53 Analisa Perhitungan Emisi dan Kualitas Udara Pada Simpangan Empat Kepanjen Kamis 15 Januari 2026	121
Tabel 4. 54 Analisa Perhitungan Emisi dan Kualitas Udara Pada Simpangan Empat Kepanjen Sabtu 17 Januari 2026	123
Tabel 4. 55 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	126
Tabel 4. 56 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO ₂ dan Tundaan Senin 12 Januari 2026	128
Tabel 4. 57 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan Senin 12 Januari 2026	130
Tabel 4. 58 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO ₂ dan Tundaan Kamis 15 Januari 2026	132
Tabel 4. 59 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan Kamis 15 Januari 2026	133
Tabel 4. 60 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO ₂ dan Tundaan Sabtu 17 Januari 2026	134
Tabel 4. 61 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan Sabtu 17 Januari 2026	136
Tabel 4. 62 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO ₂ dan Tundaan Senin, Kamis dan Sabtu.....	138
Tabel 4. 63 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan Senin, Kamis dan Sabtu.....	141
Tabel 4. 64 Waktu Siklu (S) Yang Layak	144
Tabel 4. 65 Konfigurasi Lampu Sinyal	146
Tabel 4. 66 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Simpang Bersinyal	148
Tabel 4. 67 Konfigurasi Lampu Sinyal	150

Tabel 4. 68 Ekuivalensi Mobil Penumpang (EMP) Simpang Bersinyal	153
Tabel 4. 69 Konfigurasi Lampu Sinyal	155
Tabel 4. 70 Kualitas Udara Setelah Dilakukan perubahan fase	156