

**EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL DAN DAMPAKNYA
TERHADAP KUALITAS UDARA DI JALAN BY-PASS NGURAH RAI DENPASAR,
BALI
(Studi Kasus Simpang Ruas Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road)**

TUGAS AKHIR

*Disusun dan Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
(S-1) Teknik Sipil di Institut Teknologi Nasional Malang*



Disusun Oleh :

NURUL HUDA

2121087

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN

**EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYA DAN DAMPAKNYA
TERHADAP KUALITAS UDARA DI JALAN BY-PASS NGURAH RAI
DENPASAR, BALI**

(Studi Kasus: Simpang Ruas Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road)

Disusun Oleh:

NURUL HUDA

21.21.087

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan

Pada tanggal, 13 Agustus 2025

**Menyetujui,
Dosen Pembimbing:**

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Eding Iskak Imananto. MT.

NIP. 196605061993031004

Sriliani Surbakti. ST., MT.

NIP. P. 103 1500 509

**Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1**



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

NIP. P. 103 0300 383

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYA DAN DAMPAKNYA
TERHADAP KUALITAS UDARA DI JALAN BY-PASS NGURAH RAI
DENPASAR, BALI**

(Studi Kasus: Simpang Ruas Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road)

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan Di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir
Jenjang Strata (S-1) Pada Tanggal, 13 Agustus 2025 Dan Diterima Untuk
Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh:

NURUL HUDA

21.21.087

Dosen Penguji:

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Dr. Ir. Nusa Sebawang, MT.

NIP. 196702181993031002

Annur Ma'ruf, ST., MT.

NIP. P. 103 1700 533

Disahkan Oleh:

Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1



Dr. Yovinson P. Manaha, ST., MT.

NIP. P. 103 0300 383

Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

NIP. P. 103 1700 533

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nurul Huda

Nim : 2121087

Progam Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir berjudul :

**“EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYA DAN
DAMPAKNYA TERHADAP KUALITAS UDARA DI JALAN BY-PASS
NGURAH RAI DENPASAR, BALI”**

Merupakan karya asli saya 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, 25 Agustus 2025

Yang membuat Pernyataan


Nurul Huda
21.21.087

ABSTRAK

Nurul Huda (2121087) “ Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Dan Dampaknya Terhadap Kualitas Udara Di Jalan By- Pass Ngurah Rai Denpasar Bali” (Studi Kasus: Simpang Ruas Jalan Imam Bonjol – Jalan Raya Kuta – Jalan Sunsest Road). Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Malang. Dosen Pembimbing 1: Ir. Eding Iskak Imananto, MT, Dosen Pembimbing 2: Sriliani Surbakti, ST.,MT.

Simpang bersinyal merupakan salah satu titik kritis dalam sistem jaringan jalan yang sering mengalami kemacetan, terutama di kawasan perkotaan dengan tingkat mobilitas tinggi. Salah satu simpang yang mengalami permasalahan lalu lintas serius adalah Simpang Empat Jalan Imam Bonjol – Jalan Raya Kuta – Jalan Sunset Road di Kota Denpasar, Bali. Kawasan ini merupakan penghubung antara pusat kota, kawasan wisata Kuta, serta zona komersial yang padat aktivitas seperti pusat perbelanjaan, hotel, dan restoran. Kondisi tersebut menjadikan simpang ini mengalami beban lalu lintas tinggi yang berdampak pada meningkatnya waktu tundaan kendaraan, panjang antrian, serta emisi gas buang yang berpotensi menurunkan kualitas udara sekitar. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas eksisting simpang, menganalisis hubungan antara tundaan lalu lintas dengan kualitas udara, serta merumuskan strategi peningkatan kinerja simpang guna menurunkan emisi gas buang kendaraan.

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif berdasarkan Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2023). Data primer diperoleh melalui survei lapangan meliputi volume kendaraan, waktu siklus lampu lalu lintas, panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti, serta waktu tundaan pada jam-jam puncak. Sementara itu, data kualitas udara berupa konsentrasi CO dan NO₂ diperoleh dari pengamatan langsung menggunakan alat ukur portable. Selain itu, dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan perangkat lunak VISSIM 2024 untuk menyusun skenario perbaikan fase sinyal dan mengevaluasi dampaknya terhadap indikator kinerja lalu lintas. Analisis dilakukan dengan membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi setelah penerapan alternatif fase sinyal baru.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kondisi eksisting simpang berada pada tingkat pelayanan F, dengan nilai derajat kejenuhan (DJ) tertinggi sebesar 1,77 dan tundaan rata-rata mencapai 112,2 detik/SMP pada jam puncak sore hari. Kinerja tersebut menunjukkan kondisi lalu lintas yang sangat buruk dan tidak layak operasional. Selain itu, emisi gas buang juga meningkat, dengan konsentrasi NO₂ mencapai 79 µg/m³ yang tergolong dalam kategori “Sedang” berdasarkan Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU). Setelah dilakukan perubahan fase sinyal dari empat fase menjadi dua fase, serta pengaturan ulang waktu siklus, kinerja simpang mengalami peningkatan yang signifikan. Nilai DJ menurun menjadi 0,76 dan tundaan rata-rata turun menjadi 35,30 detik/SMP, yang termasuk dalam tingkat pelayanan D dan dianggap masih dapat diterima. Perbaikan ini juga berkontribusi terhadap penurunan

emisi, yang ditunjukkan oleh menurunnya konsentrasi polutan kendaraan.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa perubahan pengaturan fase sinyal lalu lintas dan optimalisasi waktu siklus dapat secara signifikan meningkatkan kinerja simpang bersinyal dan menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor. Strategi ini efektif diterapkan pada simpang di kawasan padat aktivitas seperti Kuta, Denpasar. Penelitian ini merekomendasikan penerapan sistem sinyal adaptif, pemantauan kualitas udara secara berkala, serta integrasi transportasi publik ramah lingkungan sebagai langkah lanjutan untuk mendukung transportasi berkelanjutan dan peningkatan kualitas lingkungan perkotaan.

Kata Kunci: Kinerja simpang, Emisi kendaraan, Kualitas udara.

ABSTRACT

Signalized intersections are one of the critical points in the road network system that often experience congestion, especially in urban areas with high mobility levels. One such intersection facing serious traffic issues is the Four-Legged Intersection of Jalan Imam Bonjol – Jalan Raya Kuta – Jalan Sunset Road in Denpasar City, Bali. This area serves as a connector between the city center, the Kuta tourist area, and commercial zones filled with shopping centers, hotels, and restaurants. These conditions lead to high traffic volumes, resulting in increased vehicle delay times, queue lengths, and exhaust emissions, which potentially degrade the surrounding air quality. Therefore, this research aims to evaluate the existing traffic performance of the intersection, analyze the relationship between traffic delay and air quality, and formulate improvement strategies to reduce vehicular emissions.

This study employs a descriptive quantitative method based on the Indonesian Highway Capacity Guidelines (PKJI 2023). Primary data were collected through field surveys, including vehicle volume, signal cycle time, queue length, number of stopped vehicles, and delay time during peak hours. Meanwhile, air quality data—specifically carbon monoxide (CO) and nitrogen dioxide (NO₂) concentrations—were obtained through direct measurements using portable monitoring equipment. Additionally, modeling and simulation were conducted using VISSIM 2024 software to develop alternative signal phase scenarios and evaluate their impact on traffic performance indicators. The analysis was carried out by comparing the existing conditions with those after the implementation of the new signal phase scenario.

The analysis results indicate that the existing condition of the intersection operates at Level of Service F, with a peak degree of saturation (DS) of 1.77 and an average delay of 112.2 seconds/pcu during the evening peak hours. This performance level reflects severe traffic congestion and poor operational quality. Furthermore, exhaust emissions increased, with NO₂ concentrations reaching 79 µg/m³, which falls under the “Moderate” category based on the Air Quality Index (ISPU). After modifying the signal phase from four phases to two and adjusting the cycle time, the intersection's performance significantly improved. The DS decreased to 0.76, and the average delay dropped to 35.30 seconds/pcu, which corresponds to Level of Service D and is considered acceptable. This improvement also contributed to reducing vehicular emissions, as reflected by the lower concentrations of air pollutants.

The conclusion of this study is that changing the signal phase configuration and optimizing cycle times can significantly improve the performance of signalized intersections and reduce vehicle exhaust emissions. This strategy is proven effective for intersections in high-activity areas such as Kuta, Denpasar. The study recommends the implementation of adaptive signal systems, regular air quality monitoring, and the integration of environmentally friendly public transportation as follow-up measures to support sustainable transportation and improve the quality of the urban environment.

Keywords: Intersection performance, Vehicle emissions, Air quality.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Swt. atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Evaluasi Kinerja Simpang Empat Bersinyal Dan Dampaknya Terhadap Kualitas Udara Di Jalan Bypass Ngurah Rai, Denpasar Bali (Studi Kasus Simpang Ruas Jalan Imam Bonjol - Jalan Raya Kuta - Jalan Sunset Road).”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana S-1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan Nabi Muhammad Saw., beserta keluarga dan sahabat beliau, yang telah memberikan teladan mulia dalam menuntut ilmu dan mengamalkannya.

1. Kepada kedua orang tuaku tercinta, Ibu Halifatussakdiah dan Bapak Abdul Gani Mugni. Terima kasih atas setiap doa, kasih sayang, dan pengorbanan yang tak pernah berhenti mengiringi langkahku. Kalian adalah sumber kekuatan sekaligus sandaran terkuat dalam kerasnya perjalanan hidup ini. Berkat doa dan dukungan Ibu dan Bapak, akhirnya aku mampu sampai pada titik ini dan menyelesaikan studi hingga meraih gelar sarjana. Semoga Allah Swt. selalu melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan usia panjang untuk Ibu dan Bapak. Terima kasih telah menjadi alasan terbesar dalam setiap pencapaian hidupku. I love you endlessly.
2. Kepada Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, M.T. dan Ibu Sriliani Surbakti, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing I dan II yang saya hormati. Terima kasih atas setiap waktu, kesabaran, dan ketulusan yang Bapak dan Ibu curahkan dalam membimbing saya. Di tengah keterbatasan dan kesulitan, Bapak dan Ibu selalu hadir memberi arahan, dorongan, serta solusi yang menuntun saya hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Allah Swt. membalas segala kebaikan, dedikasi, dan pengabdian Bapak dan Ibu dengan limpahan pahala, kesehatan, serta kebahagiaan tanpa batas.
3. Terima kasih atas arahan, perhatian, dan keteguhan Dr. Vega Aditama, ST., MT. dalam membimbing serta mendukung kami. Bapak telah berjuang membantu mahasiswa agar

tetap semangat dan mampu menyelesaikan studi dengan baik. Doa terbaik saya panjatkan agar segala kebaikan Bapak mendapat balasan yang berlipat ganda.

4. Terima kasih atas kesabaran, ketulusan, dan perjuangan Ibu Is dalam membantu mahasiswa, baik dalam urusan berkas maupun hal-hal kecil yang sering kali menjadi besar artinya. Kehangatan dan keikhlasan Ibu sungguh menjadi penyemangat kami hingga sampai pada titik ini.
5. Terima kasih yang sebesar-besarnya untuk saudara kandung tercinta, Nur Mutia Anggraini dan Affan Sani, juga untuk kakak iparku, Andre Koestriyono. Tidak lupa untuk keponakan tersayang, Abang Eky, Kakak Sandra, dan Adek Gita, yang selalu bisa menghibur Bibik dengan canda, doa, dan kasih sayang. Kehadiran kalian adalah semangat dan penguat dalam setiap langkahku hingga bisa sampai di tahap ini. Semoga Allah Swt selalu melindungi, memberikan kesehatan, kebahagiaan, serta keberkahan dalam hidup kita semua.
6. Terima kasih kepada Abah Djoni, atas bantuan dan dukungan yang telah diberikan, khususnya dalam memfasilitasi laptop serta biaya yang sangat membantu saya hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kebaikan Abah mendapatkan balasan terbaik dari Allah Swt.
7. Terima kasih kepada Eka Rahma Tana, Flanela Mike Andini, Nala Salva Aurellia, Jihan Aulia Djohar, Kak Sulis, Bang wikan dan saudara Black sweet, Rahma Yulianti, Nabila Alfa, M. Ali Mukarram, Achiar Eksa Patria Gamma, dan Fridolin A. M. A. Sani Naitkakin, Iswahyudi. Meski kita tidak sedarah, namun ikatan kebersamaan dan persaudaraan yang terjalin telah me mbuat kalian berarti layaknya keluarga sendiri. Terima kasih atas tawa, dukungan, dan semangat yang selalu hadir, baik di kala senang maupun dalam masa-masa sulit. Kehadiran kalian telah menjadi kekuatan tersendiri yang mengiringi langkah saya hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
8. Terima kasih kepada sahabat saya, Imelia Putri Lestari, yang selama masa Tugas akhir selalu memahami keadaan saya dan dengan tulus membantu dalam menyelesaikan tugas akhir. Semoga kamu selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan, Imel.
9. Terima kasih untuk keponakanku, Annisa Dwi Ramadhanti, yang selama dua tahun ini setia menyaksikan setiap jatuh bangun perjuanganku dari nangis dan tawa, dari susah hingga senang. Bantuan, dukungan, dan kebersamaanmu telah menjadi penguat yang membuatku mampu bertahan hingga sampai di titik ini. Kehadiranmu di kos benar-benar sangat berarti bagiku.

10. Terima kasih untuk keluargaku tercinta, kak Nisa, kak mila, kak ulul dan kak sobrun yang selalu hadir sebagai keluarga, pendengar, dan penyemangat dalam setiap langkah perjuanganku. Dari nangis dan tawa, dari susah hingga senang, kebersamaanmu telah menjadi penguat yang membuatku mampu melewati setiap tantangan. Kehadiranmu dalam hidupku sungguh berarti dan tak tergantikan.
11. Terakhir, Terimakasih untuk seluruh teman Angkatan 2021 Teknik Sipil ITN Malang, teman seperjuangan yang telah berbagi tawa, lelah, dan cerita. Semoga kesuksesan selalu menyertai langkah kita masing-masing, dan persaudaraan yang kita rajut tetap abadi di hati.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya." (Q.S. Al-Baqarah, 2:286)

”Percayalah, semua sudah Allah atur. Jangan takut gagal, karena Allah mampu memudahkan segala urusan secara tiba-tiba. Teruslah berdoa dan mengetuk pintu langit—
suatu saat do’amu akan dijawab”

”Nikmati setiap proses, meski melelahkan, karena setiap perjuangan adalah investasi untuk dirimu yang lebih baik. Orang lain mungkin hanya melihat kesuksesanmu, tapi perjuanganmu adalah untuk dirimu sendiri”

”Orang lain ga akan pernah paham struggle dan masa sulitnya kita, yang mereka ingin tahu hanya bagian success storiesnya aja. Jadi, berjuanglah untuk diri sendiri meskipun gak ada yang tepuk tangan. Kelak diri kita di masa depan akan sangat bangga dengan apa yang kita perjuangkan hari ini"

"Just be strong, just be brave, and be sure. Yes, you can!"

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“EVALUASI KINERJA SIMPANG EMPAT BERSINYAL DAN DAMPAKNYA TERHADAP KUALITAS UDARA DI JALAN BY-PASS NGURAH RAI DENPASAR BALI”** (Studi Kasus: Simpang Ruas Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road). Adapun tujuan dari penyelesaian Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam menempuh gelar Sarjana Teknik Jenjang Stara 1 (S-1). Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Tak lepas dari berbagai hambatan, rintangan dan kesulitan yang muncul, namun berkat petunjuk dan bimbingan dari semua pihak yang telah membantu penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sehubungan dengan hal tersebut dalam kesepakatan ini penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Awan Uji Krismanto, ST., MT., Ph.D, selaku Rektor Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu Dr. Debby Budi Susanti, ST., MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
3. Bapak Dr. Yosimson P. Manaha, ST.,MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
4. Ibu Neny Roostrianawaty, ST., MT. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
5. Bapak Annur Ma'ruf, ST.,MT. Selaku dosen wali Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
6. Bapak Dr. Ir. Vega Aditama, ST., MT., IPM, selaku Kepala Studio Skripsi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
7. Bapak Ir. Eding Iskak Imananto, MT., selaku dosen Pembimbing I Tugas Akhir yang telah membantu dan memberikan saran dan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir

ini sehingga dapat selesai dengan baik.

8. Ibu Sriliani Surbakti, ST., MT. selaku dosen Pembimbing II Tugas Akhir yang selalu memberikan masukan, saran dan semangat dalam setiap proses pengerjaan Tugas Akhir ini sehingga dapat selesai dengan baik.
9. Bapak dan Ibu seluruh staf pengajar Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang atas segala bimbingan dan bantuan yang telah diberikan selama menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Orang Tua dan Keluarga tercinta yang selalu memberikan doa dan dukungan baik moral dan material sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. Senua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga penulis laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Malang, 25 Agustus 2025

Penulis

Nurul Huda

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1. Latar Belakang	16
1.2. Identifikasi Masalah	18
1.3. Rumusan Masalah	18
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan	18
1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian	19
1.6. Batasan Masalah	19
BAB II TINJAU PUSTAKA	21
2.1 Studi Terdahulu.....	21
2.2 Transportasi.....	24
2.3 Klasifikasi Jalan	25
2.4 Persimpangan.....	28
2.4.1. Pengertian Persimpangan	28
2.3 Kapasitas Simpang.....	29
2.4 Simpang Bersinyal	29
2.5 Data Input Lalu Lintas dan EMP	31
2.6 Pengontrol Waktu Isyarat	33
2.6.1 Klasifikasi Pendekat.....	33
2.6.2 Lebar Pendekat Efektif.....	33

2.6.3	Penentuan Arus Jenuh	35
2.6.4	Arus Jenuh Dasar	36
2.6.5	Rasio Arus terhadap Arus Jenuh	38
2.6.6	Perkiraan Tingkat Kejenuhan.....	38
2.6.	Analisis Dampak Fase Merah Penuh terhadap Kelancaran Lalu Lintas...	39
2.7	Analisis Siklus Lampu Lalu Lintas	40
2.8	Emisi Kendaraan	42
2.9	Kualitas Udara	44
2.9.1	Kontaminasi udara dan Dampaknya	45
2.9.3	Tundaan	46
1.10	Hambatan Samping.....	47
1.11	Faktor Penyesuaian Pergerakan Belok Kiri	49
2.11.1	Faktor Penyesuaian Pergerakan Belok Kanan	49
2.11.2	Koefisien Faktor Rasio Arus dari Jalan Miror.....	50
2.11.3	Panjang Antrian	51
2.11.4	Rancangan Geometri Penyesuaian Fase	54
2.11.5.	Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU)	58
2.12	Waktu Siklus (s).....	61
2.13	PTV Vissim.....	62
BAB III METODOLOGI STUDI.....		63
3.1	Lokasi Studi	63
3.2	Metode Survei.....	64
3.3	Metode Analisis	64

3.3.1 Analisis Kualitas Udara	65
3.3.2 Analisis Hubungan Kinerja Lalu Lintas dan Kualitas Udara	65
3.4 Strategi Pengumpulan Data	65
3.5 Katagori Survey	66
3.7 Form Survey	68
3.8 Metode Analisis	68
3.9 Analisis Data Volume	69
3.10 Analisis Data Antrian.....	69
3.11 Analisis Data Tundaan.....	69
3.12 Analisa Parameter Udara	69
3.13 Strategi Kinerja Lalu lintas	69
3.13 Bagan Alir.....	70
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	71
4.1 Analisa Kinerja Simpang APILL dengan Metode PKJI 2023.....	71
4.2 Analisa Data Dengan Metode VISSIM 24	97
4.3 Kualitas Udara	100
4.4 Strategi Kinerja Lalu Lintas.....	119
4.5 Perubahan Fase	119
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	129
5.1 Kesimpulan	129
5.2 Saran	130
DAFTAR PUSTAKA.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Studi Terdahulu.....	23
Tabel 2. 2 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	28
Tabel 2. 3 Kriteria Tingkat Pelayanan Pada Simpang Bersinyal	29
Tabel 2. 3 Nilai Normal Waktu Antar Hijau.....	30
Tabel 2.4 Ekuivalensi Mopil Penumpang (EMP) Simpang Bersinyal.....	32
Tabel 2.5 Klasifikasi Kendaraan PKJI dan Tipikalnya	32
Tabel 2.4 Katagori tingkat hambatan samping	48
Tabel 2. 6 Konversi angka konsentrasi parameter (ISPU).....	59
Tabel 2. 7 Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	60
Tabel 2. 9 Waktu siklus (s)	62
Tabel 3. 1 Formulir Survey Data Volume Lalu Lintas	68
Tabel 4.1 Data geometrik simpang	72
Tabel 4. 8 Konfigurasi waktu sinyal	75
Tabel 4.2 Volume Kendaraan Pendekat Selatan Hari minggu 25 Mei 2025	76
Tabel 4. 3 Volume Kendaraan Pendekat Utara Hari minggu 25 Mei 2025	77
Tabel 4.4 Volume Kendaraan Pendekat Timur Hari minggu 25 Mei 2025	77
Tabel 4.5 Volume Kendaraan Pendekat Barat Hari minggu 25 Mei 2025	78
Tabel 4.6 Nilai EMP	78
Tabel 4.7 Total Arus Kendaraan Setiap Pendekat Hari Minggu 25 Mei 2025	80
Tabel 4.8 Formulir SA-2 Arus Lalu Lintas hari minggu, 25 Mei 2025	83

Tabel 4.9 Formulir SA-3 Waktu Merah Semua dan Waktu Hijau Hilang Total	86
Tabel 4.10 Kriteria kelas hambatan samping	88
Tabel 4.12 FHS sebagai fungsi dari tipe lingkungan	88
jalan, hambatan samping dan RKTB	88
Tabel 4.11 Faktor koreksi ukuran kota	89
Tabel 4.12 Formulir SA-5 panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan simpang periode pagi hari minggu 25 Mei 2025.....	95
Tabel 4.13 Formulir SA-5 panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan simpang periode siang hari minggu 25 Mei 2025	95
Tabel 4.15 Formulir SA-5 panjang antrian, jumlah kendaraan terhenti dan tundaan simpang periode sore hari minggu 25 Mei 2025.....	96
Tabel 4.16 Data keluaran hari minggu 25 Mei 2025	96
Tabel 4.17 Data keluaran hari selasa 27 Mei 2025	96
Tabel 4.18 Data keluaran hari rabu 28 Mei 2025.....	97
Tabel 4.19 Perbandingan tundaan rata – rata pendekatan PKJI dan VISSIM	99
Tabel 4.20 Perbandingan panjang antrian rata – rata pendekatan PKJI dan VISSIM	99
Tabel 4.21 Data Kualitas Udara Hari Minggu, 25 Mei 2025.....	100
Tabel 4.22 Data Kualitas Udara Hari Selasa, 27 Mei 2025	101
Tabel 4.23 Data Kualitas Udara Hari Rabu, 28 Mei 2025	101
Tabel 4.24 Data Kualitas Udara Rabu 28 Mei 2025	102
Tabel 4.25 Analisa Perhitungan CO.....	104

Tabel 4.26 Analisa Perhitungan Emisi dan Kualitas Udara pada simpang empat Jl. Imam Bonjol, Jl.Sunset Road, dan Jl. Raya Kuta. Pada hari Minggu, 25 Mei 2025.....	105
Tabel 4.27 Interpretasi Koefisien Korelasi.....	107
Tabel 4.28 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO ₂ dan Tundaan Rabu 28 Mei 2025	108
Tabel 4.29 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan Rabu 28 Mei 2025	111
Tabel 4.30 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai NO ₂ dan Tundaan Minggu 25 Mei 2025.....	115
Tabel 4.31 Rekapitulasi Analisis Korelasi nilai CO dan Tundaan Minggu 25 Mei 2025.....	116
Tabel 4.32 Hubungan antara Arus Kendaraan dengan Kualitas Udara di Simpang Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road.....	118
Sumber : <i>Analisa Data</i>	118
Tabel 4.35 Formulir SA-3 Waktu Merah semua dan Waktu Hijau Hilang Total	122
Tabel 4.36 Tabel SA-4 Perhitungan Kapasitas dan derajat kejenuhan periode sore penerapan alternatif.....	125
Tabel 4.37 Tabel Perhitungan Panjang Antrian, Jumlah Kendaraan Terhenti, dan Tundaan periode sore penerapan alternatif	127
Tabel 4.38 Hasil Analisis Optimasi Waktu Siklus Rabu, 28 Mei 2025	128

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konflik primer dan konflik sekunder pada simpang 4 lengan	30
Sumber: (PKJI 2023: hal 102 dari 326)	30
Gambar 2. 2 Penentuan tipe pendekat.....	33
Gambar 2. 3 Lebar pendekat dengan dan tanpa pulau lalu lintas.....	34
Gambar 2. 4 Konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan	39
Gambar 2. 5 Kapasitas simpang empat APILL	42
Gambar 2. 6 Grafik Rasio belok kiri.....	49
Gambar 2. 7 Grafik Rasio belok kanan.....	50
Gambar 2. 8 Grafik Rasio arus jalan miror FMi	50
Gambar 2. 9 Grafik Penetapan waktu siklus sebelum dikoreksi.....	51
Gambar 2. 10 Grafik Jumlah Kendaraan Tersisa (SMP) Dari Sisa Fase Sebelumnya	52
Gambar 2. 11 Grafik Jumlah Kendaraan Yang Datang Kemudian Antri Pada Fase Merah	53
Gambar 2. 12 Grafik Rasio kendaraan terhenti.....	53
Gambar 2. 13 Rancangan Pengaturan Lalu Lintas simpang 4 dengan 4 Fase	57
Gambar 3. 1 Lokasi studi di simpang ruas jalan imam bonjol, Jalan Raya Kuta,	63
Sunset Road (Google earth).....	63
Gambar 3.2 Jl. Imam Bonjol Gambar 3.3 Jl. Raya Kuta Gambar 3.4 Jl. Sunset	63
Gambar 3. 5 Bagan Alir	70
Gambar 4.1 Simpang Ruas Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road	71

Gambar 4.2 Kondisi Geometrik Simpang Bersinyal Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road.....	72
Gambar 4.3 Data Geometrik Simpang Bersinyal Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road.....	73
Gambar 4.4 Fase sinyal APILL Simpang Bersinyal Jl. Imam Bonjol – Jl. Raya Kuta – Jl. Sunset Road.....	75
Gambar 4.5 Diagram Waktu Sinyal Lalu Lintas.....	75
Gambar 4.8 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan pendekat timur	84
Gambar 4.9 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan pendekat selatan dan utara	84
Gambar 4.10 Titik konflik kritis dan jarak untuk keberangkatan dan kedatangan pendekat barat	85
Gambar 4.11 Penentuan tipe pendekat.....	87
Gambar 4.12 Faktor koreksi untuk kelandaian (<i>FG</i>)	89
Gambar 4.13 Faktor koreksi untuk pengaruh parkir (<i>FP</i>)	90
Gambar 4.14 Sebelum Kalibrasi	98
Gambar 4.15 Setelah Kalibrasi	98
Gambar 4.16 Perbandingan Grafik Tundaan dan NO ₂ , Minggu 25 Mei 2025.....	106
Gambar 4.17 Perbandingan Grafik Tundaan dan CO, Minggu 25 Mei 2025	106
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Tundaan dan CO, Rabu 28 Mei 2025	114
Gambar 4.19 Grafik Perbandingan Tundaan dan NO ₂ , Minggu 25 Mei 2025.....	115

Gambar 4.20 Grafik Perbandingan Tundaan dan CO, Minggu 25 Mei 2025	116
Gambar 4.21 Fase Sinyal Lampu Isyarat Lalu Lintas Simpang Empat Jl. Imam Bonjol- Jl. Sunset Road-Jl.Raya Kuta 2 Fase.	121
Gambar 4.22 Waktu Siklus Setelah Perubahan Fase dan Perubahan Waktu Sinyal.	121