

**ANALISA KEMACETAN LALU LINTAS DIRUAS JALAN
BOROBUDUR KOTA MALANG TERHADAP KUALITAS
UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN**

TUGAS AKHIR

**Untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana**

Oleh:

**OKVIAN BIMA PRASETYA NEGARA
NIM 2021085**



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL – S1

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2025/2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

**ANALISA KEMACETAN LALU LINTAS DIRUAS
JALAN BOROBUDUR KOTA MALANG TERHADAP
KUALITAS UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN**

Oleh:

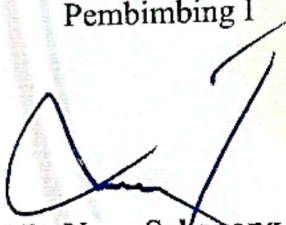
OKVIAN BIMA PRASETYA NEGARA

NIM 20.21.085

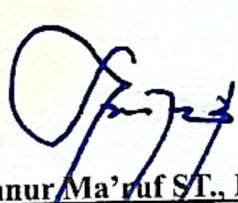
**Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk diujikan
Pada tanggal 13 Agustus 2025**

Menyetujui,
Dosen Pembimbing

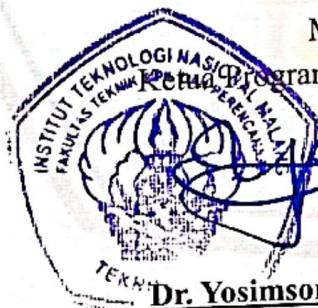
Pembimbing I


Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT
NIP. 196702181993031002

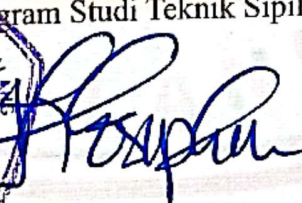
Pembimbing II


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

Mengetahui



Program Studi Teknik Sipil S-1


Dr. Yosimson P. Manaha, ST., MT.
NIP. P. 103 0300 383

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISA KEMACETAN LALU LINTAS DIRUAS JALAN BOROBUDUR KOTA MALANG TERHADAP KUALITAS UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN

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

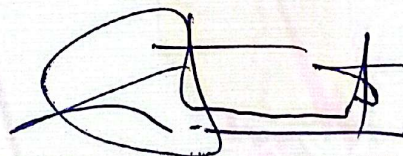
Disusun Oleh:

OKVIAN BIMA PRASETYA NEGARA

20.21.085

Dosen Penguji:

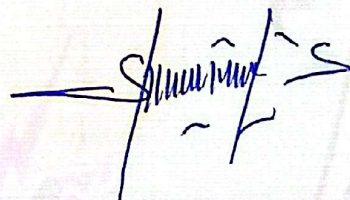
Dosen Penguji I



Ir. Eding Iskak Imananto, MT.

NIP. 196605061993031004

Dosen Penguji II



Sriliani Surbakti, ST., MT

NIP. P. 103 150 0509

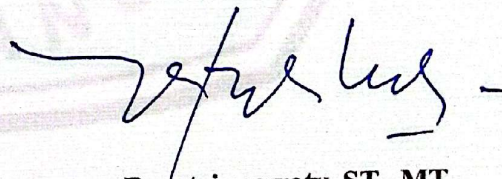
Disahkan oleh:



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

NIP. P. 103 0300 383

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1



Nenny Roostrianawaty, ST., MT.

NIP. P. 103 1700 533

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur Kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“ANALISA KEMACETAN LALU LINTAS DIRUAS JALAN BOROBUDUR KOTA MALANG TERHADAP KUALITAS UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN”** dapat terselesaikan dengan baik dan benar.

Tugas Akhir ini dapat dibuat sebagai syarat dalam memenuhi persyaratan melaksanakan studi Tugas Akhir, di Program Studi Teknik Sipil S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang. Dalam proses penyelesaian Tugas Akhir ini, penyusun banyak mengucapkan terima kasih kepada ;

1. **Ibu Dr. Debby Budi Susanti, ST, MT.** Selaku Dekan FTSP Institut Teknologi Nasional Malang.
2. **Dr. Yosimson Petrus Manaha, ST., MT** Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
3. **Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT.** Dosen Pembimbing I, dengan arahan yang diberikan tugas akhir ini dapat terselesaikan
4. **Annur Ma’aruf ST., MT.,** Dosen pembimbing II, yang memberikan arahan, motivasi, saran, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan
5. **Orang Tua dan Keluarga** yang selalu memberikan do’a dan dukungan baik moril ataupun materi.

Penyusun menyadari Tugas Akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran, kritikan dan bimbingan yang bersifat membangun. Akhir kata, semoga Tugas Akhir ini bermanfaat untuk kita semua.

Malang, Agustus 2025

Penyusun

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Okvian Bima Prasetya Negara

NIM : 2021085

Program Studi : Teknik Sipil S1

Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya yang berjudul :

“ANALISA KEMACETAN LALU LINTAS DIRUAS JALAN BOROBUDUR KOTA MALANG TERHADAP KUALITAS UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN”

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 secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar Pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur – unsur PLAGIASI, saya 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 2025

Yang Membuat pernyataan



OKVIAN BIMA P.N

NIM 2021085

ABSTRAK

OKVIAN BIMA PRASETYA NEGARA, (NIM. 2021085), “**ANALISA KEMACETAN LALU LINTAS DIRUAS JALAN BOROBUDUR, KOTA MALANG TERHADAP KUALITAS UDARA DAN TINGKAT KEBISINGAN**”. 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: Annur Ma’aruf, ST., MT.

Ruas Jalan Borobudur di Kota Malang merupakan penghubung vital Malang–Batu–Surabaya dengan aktivitas perkotaan yang padat, hambatan samping tinggi, dan fluktuasi arus harian yang memicu penurunan kinerja lalu lintas. Kondisi tersebut diduga meningkatkan konsentrasi polutan udara dari kendaraan bermotor serta kebisingan yang berdampak pada kenyamanan dan kesehatan masyarakat sekitar. Penelitian ini bertujuan menilai pengaruh volume dan kecepatan terhadap tingkat kemacetan pada ruas studi, mengevaluasi keterkaitan kemacetan dengan kualitas udara (CO, NO₂), mengkaji hubungan kemacetan dengan tingkat kebisingan, serta merumuskan rekomendasi teknis pengelolaan lalu lintas dan lingkungan di koridor tersebut.

Studi dilakukan pada ruas $\pm 1,3$ km di Jalan Borobudur. Data primer meliputi volume lalu lintas terklasifikasi (MC, LV, MHV), kecepatan tempuh, hambatan samping, konsentrasi CO dan NO₂ menggunakan air quality detector portabel, serta tingkat kebisingan menggunakan sound level meter. Data sekunder mencakup karakteristik geometrik jalan dan parameter pembobotan yang relevan. Analisis kinerja dilakukan mengacu pada PKJI 2023: perhitungan kapasitas (C), derajat kejenuhan (DS), dan tingkat pelayanan (LOS); pemodelan hubungan kecepatan–kepadatan–volume (pendekatan Greenshields) untuk mengidentifikasi kondisi mendekati kapasitas. Kualitas udara dikonversi ke satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan dibandingkan terhadap rentang kategori ISPU untuk interpretasi tingkat risiko tanpa menyertakan sitasi. Analisis kebisingan dilakukan terhadap rentang dB(A) per jam pengamatan dan dibandingkan dengan baku mutu relevan untuk area perkotaan. Hubungan antarvariabel dievaluasi melalui korelasi/regresi sederhana guna mengungkap arah dan kekuatan pengaruh kemacetan terhadap polusi udara dan kebisingan.

Pada jam puncak sore Senin (30/12/2024, 16.00–17.00), volume puncak mencapai 1.659,15 SMP/jam dengan kapasitas segmen 2.588,76 SMP/jam, menghasilkan derajat kejenuhan $DS = 0,64$ ($< 0,85$). Observasi kecepatan–kepadatan menunjukkan $U_f \approx 41,46$ km/jam dan $D_j \approx 146,68$ SMP/km dari regresi Greenshields. Kebisingan rata-rata energi (Leq) pada 17.00–18.00 tercatat 77,86 dB. Kualitas udara ambien menunjukkan rerata 6 jam CO 12,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, NO₂ 5,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dan SO₂ tidak terdeteksi. Konversi ke ISPU menunjukkan NO₂ = 31 (Baik) dan CO juga dalam kategori Baik. Meskipun kinerja operasional mendekati kondisi padat, kualitas udara masih memenuhi kategori Baik, tetapi kebisingan lalu lintas melebihi ambang kenyamanan. Rekomendasi teknis meliputi pengendalian hambatan samping, optimasi manajemen arus pada 16.00–18.00, dan penyediaan elemen peredam kebisingan di segmen dengan paparan tertinggi.

Kata Kunci : Jalan Borobudur, kinerja lalu lintas, ISPU, Kebisingan lalu lintas, PKJI 2023

ABSTRACT

OKVIAN BIMA PRASETYA NEGARA, (NIM. 2021085), “**ANALYSIS OF TRAFFIC CONGESTION ON BOROBUDUR STREET, MALANG CITY, IN RELATION TO AIR QUALITY AND NOISE LEVELS.**” Undergraduate Program in Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Planning, National Institute of Technology Malang. Advisor I: Dr. Ir. Nusa Sebayang, MT. Advisor II: Annur Ma’aruf, ST., MT.

Borobudur Street in Malang City serves as a vital connection between Malang, Batu, and Surabaya, characterized by high urban activity, significant side friction, and fluctuating daily traffic patterns that hinder efficiency. These factors likely increase air pollutants from vehicles and noise pollution, affecting the comfort and health of local residents. This research aims to assess the effects of traffic volume and speed on congestion, analyze the link between congestion and air quality (specifically CO and NO₂), explore the relationship between congestion and noise levels, and provide technical recommendations for traffic and environmental management in the area.

The study focused on a ±1.3 km section of Borobudur Street, collecting primary data on traffic volume (MC, LV, MHV), travel speed, side friction, CO and NO₂ levels via a portable detector, and noise levels with a sound meter. Secondary data included road geometry and relevant weighting parameters. Performance analysis followed PKJI 2023 guidelines, calculating capacity (C), degree of saturation (DS), and level of service (LOS), while modeling the speed-density-volume relationship (Greenshields approach) to evaluate capacity conditions. Air quality data were converted to µg/m³ and compared to ISPU categories for risk assessment. Noise levels were analyzed based on hourly dB(A) ranges against urban standards. Simple correlation/regression was used to explore the relationship between congestion, air pollution, and noise.

On Monday afternoon (30/12/2024, 16:00–17:00), traffic peaked at 1,659.15 pcu/hour, with a capacity of 2,588.76 pcu/hour, resulting in a saturation degree of DS = 0.64 (<0.85). Speed and density measurements indicated a free-flow speed of 41.46 km/h and a jam density of 146.68 pcu/km, based on Greenshields regression. The equivalent continuous noise level (Leq) from 17:00 to 18:00 was 77.86 dB. Air quality measurements showed 6-hour averages of CO at 12.8 µg/m³, NO₂ at 5.6 µg/m³, and undetectable SO₂. ISPU conversion rated NO₂ at 31 (Good) and CO as Good. While traffic performance approached congestion, air quality remained Good, though noise levels exceeded comfort thresholds. Recommendations include managing side friction, optimizing flow from 16:00 to 18:00, and implementing noise reduction measures in high-exposure areas.

Keywords: Borobudur Street, traffic performance, ISPU, traffic noise, PKJI 2023

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Maksud dan Tujuan	4
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu.....	6
2.2 Definisi Kemacetan Lalu Lintas.....	8
2.3 Hambatan Samping	9
2.4 Parameter Kemacetan.....	10
2.5 Geometrik Jalan	12
2.6 Kinerja Ruas Jalan Perkotaan	13
2.6.1 Definisi Ruas Jalan.....	13
2.6.2 Volume	14
2.6.3 Kecepatan Arus Bebas.....	15
2.7 Kapasitas	18
2.7.1 Faktor Penyesuaian Untuk Lebar Jalan (FC_{LJ}).....	19
2.7.2 Faktor Penyesuaian Akibat Hambatan Samping	20
2.7.3 Derajat Kejenuhan.....	20

2.8	Kecepatan Tempuh	21
2.9	Metode Pengamatan Kecepatan	21
2.10	Satuan Mobil Penumpang	22
2.11	Tingkat Pelayanan	22
2.12	Kebisingan dan Polusi Suara.....	24
2.13	Kategori Kebisingan Dari Lalu Lintas	25
2.14	Ambang batas Kebisingan (<i>Sound Power</i>)	28
2.15	Kualitas Udara.....	30
2.15.1	Dampak Pencemaran Udara Terhadap Lingkungan.....	32
2.15.2	Pengertian Emisi	33
2.15.3	Kendaraan Bermotor	34
2.15.4	Jenis Kendaraan Bermotor	34
2.15.5	Besaran Emisi Kendaraan Bermotor	35
2.15.6	Emisi Pada Studi Penelitian	37
2.15.7	Pengaruh Faktor Iklim Terhadap Kualitas Udara.....	39
2.16	Indeks Standar Pencemaran Udara.....	40
2.17	Model Hubungan Kemacetan pada Ruas Jalan dengan Kualitas Udara dan Tingkat Kebisingan	42
2.17.1	Analisa Regresi	42
BAB 3	METODELOGI STUDI	45
3.1	Lokasi Studi	45
3.2	Pengumpulan data	46
3.2.1	Data Primer	46
3.2.2	Data Sekunder	46
3.3	Langkah pengambilan Data	47
3.3.1	Survey Data Geometrik.....	47
3.3.2	Survey Volume Kendaraan.....	48
3.3.3	Survey waktu dan Kecepatan Arus Lalu Lintas	50
3.3.4	Metode Survey Kualitas Udara dan Tingkat Kebisingan.....	51
3.3.5	Survei Hambatan Samping.....	53
3.4	Peralatan Yang Digunakan	53
3.5	Pengolahan dan Penyajian Data	54

3.6	Metode Model Hubungan Kemacetan dengan Kualitas Udara dan Tingkat Kebisingan	55
3.7	Bagan Alir	56
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	57
4.1	Hasil Pengukuran Ruas Jalan Provinsi Kota Malang.....	57
4.2	Analisis Hasil Volume Lalu lintas	58
4.3	Menganalisa Hasil Survey Hambatan Samping	69
4.4	Menganalisa Hasil Survey Kecepatan Arus Bebas	79
4.4.1	Menghitung Kecepatan Arus Bebas Dasar.....	88
4.4.2	Menghitung Faktor Koreksi Lebar Lajur Jalan.....	89
4.4.3	Menghitung Faktor Kondisi Hambatan Samping	90
4.4.4	Menghitung Faktor Penyesuaian Ukuran Kota (FV_{BUK}).....	91
4.4.5	Menghitung Kecepatan Arus Bebas Pada Kondisi Lapangan.....	91
4.5	Menghitung Kapasitas Jalan	92
4.5.1	Menghitung Kapasitas Dasar	92
4.5.2	Menghitung Faktor Penyesuaian Lebar Jalur Lalu Lintas (FC_{LJ}) .	93
4.5.3	Menghitung Faktor Penyesuaian Pemisah Arah (FC_{PJ})	93
4.5.4	Menghitung Faktor Penyesuaian Hambatan Samping (FC_{HS})	94
4.5.5	Menghitung Faktor Koreksi Ukuran kota	94
4.5.6	Menghitung Kapasitas Pada Kondisi Lapangan	95
4.6	Menganalisa Kinerja Lalu Lintas	95
4.6.1	Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)	95
4.6.2	Menghitung Kecepatan dan Waktu tempuh	96
4.6.3	Menentukan Tingkat Pelayanan (<i>Level Of Service</i>)	98
4.7	Menganalisa volume, Kecepatan dan kepadatan	99
4.7.1	Hubungan Arus Kecepatan dengan Kepadatan menggunakan metode Greenshield.....	108
4.7.2	Hubungan Volume dan Kecepatan dengan menggunakan metode Greenshield	114
4.7.3	Hubungan Volume dan Kepadatan.....	119
4.8	Analisa Kualitas Udara	123
4.8.1	Menghitung Konsentrasi CO (<i>Carbon Monoxide</i>).....	124
4.8.2	Menghitung Konsentrasi NO ₂ (<i>Nitrogen Dioxide</i>).....	129

4.8.3	Menghitung Konsentrasi SO ₂	132
4.8.4	Perbandingan dengan ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara) .	134
4.9	Analisa Tingkat Kebisingan	137
4.9.1	Menghitung Tingkat Kebisingan.....	137
4.9.2	Perbandingan dengan baku mutu kebisingan.....	141
4.10	Pemodelan Kemacetan dan Pembahasan	143
4.10.1	Korelasi Kemacetan terhadap kualitas udara	143
4.10.2	Korelasi Kemacetan terhadap Tingkat Kebisingan	163
4.10.3	Model Hubungan Volume dengan Kebisingan.....	174
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	184
5.1	Kesimpulan	184
5.2	Saran.....	186
	DAFTAR PUSTAKA.....	188

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Perbandingan Studi Terdahulu	6
Tabel 2. 2 Kriteria kelas hambatan samping	10
Tabel 2. 3 Jenis hambatan samping.....	10
Tabel 2. 4 Parameter tolak ukur kemacetan	11
Tabel 2. 5 Kecepatan arus bebas dasar, V_{BD}	17
Tabel 2. 6 Nilai koreksi kecepatan arus bebas dasar akibat lebar lajur atau jalur lalu lintas efektif (V_{BL}).....	17
Tabel 2. 7 Faktor koreksi arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dan trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat L_{KP} (FV_{BHS}).....	17
Tabel 2. 8 Kapasitas dasar, C_0	18
Tabel 2. 9 Faktor koreksi kapasitas terhadap ukuran kota, FC_{UK}	19
Tabel 2. 10 Faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur, FC_{LJ}	19
Tabel 2. 11 Faktor koreksi kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb, FC_{HS}	20
Tabel 2. 12 EMP untuk tipe jalan terbagi.....	22
Tabel 2. 13 Tingkat pelayanan pada ruas jalan	23
Tabel 2. 14 Baku mutu Kebisingan dB	28
Tabel 2. 15 Dampak Polutan terhadap kesehatan tubuh	32
Tabel 2. 16 Nilai faktor emisi kendaraan	36
Tabel 2. 17 Konversi nilai konsentrasi kualitas udara.....	41
Tabel 2. 18 Kategori Rentang Nilai Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) ..	42
Tabel 3. 1 Form Survey Volume kendaraan.....	49
Tabel 3. 2 Form Survey Kualitas Udara.....	51
Tabel 3. 3 Form Survey Tingkat Kebisingan	52
Tabel 3. 4 Form Survey Hambatan Samping	53
Tabel 4. 1 EMP untuk tipe jalan terbagi.....	58
Tabel 4. 2 Data hasil survey volume lalu lintas pada hari senin, di Jl. Borobudur (Barat-Timur)	59
Tabel 4. 3 Data hasil survey Volume Lalu lintas pada hari Selasa, di Jl. Borobudur (Barat-Timur)	60

Tabel 4. 4 Data hasil survey Volume lalu lintas pada hari Sabtu, di Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	61
Tabel 4. 5 Data hasil survey Volume Lalu lintas pada hari minggu, di Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	62
Tabel 4. 6. Data hasil survey Volume lalu lintas pada hari senin, di Jl. Borobudur (Timur-Barat)	63
Tabel 4. 7 Data hasil survey Volume lalu lintas pada hari selasa, di Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	64
Tabel 4. 8 Data hasil survey Volume lalu lintas pada hari Sabtu, di Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	65
Tabel 4. 9 Data hasil survey Volume Lalu lintas pada hari minggu, dari arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	66
Tabel 4. 10 Data hasil survey Volume arus lalu lintas selama 4 hari per jam di Jl. Borobudur, Kec. Blimbing. Kota Malang	67
Tabel 4. 11 Volume Lalu Lintas 4 hari di Jalan Borobudur dengan Jam Puncak tertinggi (Peak Hour).....	68
Tabel 4. 12 Pembobotan Hambatan Samping	69
Tabel 4. 13 Kriteria Kelas Hambatan	70
Tabel 4. 14 Data hasil survey Hambatan Samping pada hari Senin, di Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	71
Tabel 4. 15 Data hasil survey Hambatan Samping pada hari Selasa, di Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	72
Tabel 4. 16 Data hasil survey Hambatan Samping pada hari Sabtu, di Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	73
Tabel 4. 17 Data hasil survey Hambatan Samping pada hari minggu, di Jl. Borobudur (Barat – Timur)	74
Tabel 4. 18 Data hasil survey Hambatan Samping pada hari senin, sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	75
Tabel 4. 19 Data hasil survey hambatan samping pada Selasa, sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat)	76

Tabel 4. 20 Data hasil survey Hambatan Samping pada Sabtu, sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat)	77
Tabel 4. 21 Data hasil survey Hambatan Samping pada hari Minggu, arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	78
Tabel 4. 22 Data hasil survey Kecepatan tempuh hari senin per jam sepanjang ruas Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	79
Tabel 4. 23 Data hasil survey kecepatan tempuh kendaraan pada hari selasa per jam, di ruas Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	80
Tabel 4. 24 Data hasil survey Kecepatan Tempuh pada hari Sabtu, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	81
Tabel 4. 25 Data hasil survey kecepatan tempuh pada hari Minggu, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	83
Tabel 4. 26 Data hasil survey Kecepatan tempuh pada hari Senin, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Timur – Barat)	84
Tabel 4. 27 Data hasil survey Kecepatan Tempuh pada selasa per jam, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Timur – Barat)	85
Tabel 4. 28 Data hasil survei Kecepatan Tempuh pada Sabtu, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Timur – Barat)	86
Tabel 4. 29 Data hasil survei Kecepatan tempuh pada hari minggu, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	87
Tabel 4. 30 Kecepatan arus bebas dasar, V_{BD}	89
Tabel 4. 31 Data hasil Kecepatan Arus Bebas Dasar (V_{bd}) dilapangan	89
Tabel 4. 32 Nilai koreksi kecepatan arus bebas dasar akibat lebar lajur atau jalur lalu lintas efektif (V_{BL}).....	90
Tabel 4. 33 Faktor Koreksi arus bebas akibat hambatan samping untuk jalan berkereb dan trotoar dengan jarak kereb ke penghalang terdekat L_{kp} (FV_{BHS})	90
Tabel 4. 34 Faktor Koreksi Kecepatan Arus bebas akibat ukuran kota (FV_{BUK}) ..	91
Tabel 4. 35 Perhitungan dari Formulir JK-II.....	91
Tabel 4. 36 Kapasitas dasar, C_0	92
Tabel 4. 37 Faktor koreksi kapasitas akibat perbedaan lebar lajur, F_{LJ}	93

Tabel 4. 38 Faktor koreksi kapasitas akibat PA pada tipe jalan tak terbagi, FC_{PJ} .	93
Tabel 4. 39 Faktor koreksi kapasitas akibat KHS pada jalan berkereb, FC_{HS}	94
Tabel 4. 40 Faktor Koreksi kapasitas terhadap ukuran kota, FC_{UK}	94
Tabel 4. 41 Menghitung Kapasitas pada kondisi lapangan	95
Tabel 4. 42 Data Derajat Kejenuhan (Dj) dari Jalan Borobudur.....	96
Tabel 4. 43 Data Waktu Tempuh (TT), Panjang Segmen (P), dan Kecepatan Tempuh (Vmp) di Jalan Borobudur	97
Tabel 4. 44 Kategori tingkat pelayanan ruas jalan	98
Tabel 4. 45 Rekapitulasi Tingkat Pelayanan selama 4 hari.....	99
Tabel 4. 46 Hasil survei kendaraan pada hari senin, sepanjang ruas Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	100
Tabel 4. 47 Data Kepadatan pada hari Selasa, sepanjang Jl. Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	101
Tabel 4. 48 Data perhitungan Kepadatan pada Sabtu, sepanjang Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	102
Tabel 4. 49 Tabel Data Volume, Kecepatan, dan Kepadatan Lalu Lintas Hari Minggu Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	103
Tabel 4. 50 Tabel Analisis Kondisi Lalu Lintas Hari senin, sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	104
Tabel 4. 51 Hasil analisa data volume, Us dan Kepadatan pada Selasa, sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	105
Tabel 4. 52 Hasil analisa data Volume, Us dan Kepadatan pada hari Sabtu, sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	106
Tabel 4. 53 Hasil analisa data Volume, Us, dan kepadatan pada hari Minggu, sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	107
Tabel 4. 54 Data perhitungan regresi linear senin 30 Des.....	109
Tabel 4. 55 Rekapitulasi Vmaks selama 4 hari di jalan Borobudur	123
Tabel 4. 56 Data CO (Karbon Monoksida) pada Jl. Borobudur.....	124
Tabel 4. 57 Data Kualitas udara (CO) konversi ke $\mu\text{g}/\text{m}^3$	125
Tabel 4. 58 Data konsentrasi NO_2 (Nitrogen Dioksida) pada Jl. Borobudur, Kota Malang.....	129

Tabel 4. 59 Data Konsentrasi NO ₂ dari ppm ke µg/m ³	130
Tabel 4. 60 Data Konsentrasi SO ₂ pada jalan Borobudur, Kota Malang	133
Tabel 4. 61 Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU.....	134
Tabel 4. 62 Data Pengamatan Konsentrasi CO, NO ₂ , dan SO ₂ di Jl. Borobudur Kota Malang.....	134
Tabel 4. 63 Kategori Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	136
Tabel 4. 64 Perbandingan pengukuran dengan ISPU	137
Tabel 4. 65 Data hasil survey kebisingan, pada hari senin pukul 06.00 – 07.00 Wib	138
Tabel 4. 66 Data hasil survey kebisingan, pada hari senin pukul 06.00 – 07.00 Wib	138
Tabel 4. 67 Data hasil survey kebisingan, pada hari Senin, 30 Desember 2024 pukul 11.00 – 12.00 Wib	138
Tabel 4. 68 Data hasil survey kebisingan pada hari Senin, 30 Desember 2024, pukul 12.00 – 13.00 Wib	138
Tabel 4. 69 Data hasil survey kebisingan pada hari Senin, 30 Desember, pukul 16.00 – 17.00.....	139
Tabel 4. 70 Data hasil survey kebisingan, pada hari senin 30 Desember pukul 17.00 – 18.00 Wib	139
Tabel 4. 71 Hasil perhitungan kebisingan per jam selama 4 hari sepanjang Jl. Borobudur.....	140
Tabel 4. 72 Baku mutu Tingkat kebisingan yang diizinkan	141
Tabel 4. 73 Perbandingan dengan Baku mutu Tingkat Kebisingan	142
Tabel 4. 74 Rekapitulasi Analisis Korelasi Pada Hari Senin, 30 Desember 2024	143
Tabel 4. 75 Rekapitulasi Analisa korelasi pada hari Selasa, 24 Desember 2024.	145
Tabel 4. 76 Rekapitulasi Analisis korelasi pada hari Sabtu, 28 Desember 2023	148
Tabel 4. 77 Rekapitulasi Analisis Korelasi pada Minggu, 29 Desember 2023 ...	151
Tabel 4. 78 Rekapitulasi Hasil analisa korelasi Kecepatan dengan NO ₂ , Senin 30 Desember 2024.....	153

Tabel 4. 79 Rekapitulasi hasil korelasi Kecepatan dengan NO ₂ , Selasa 24 Desember 2024.....	156
Tabel 4. 80 Data hasil analisis korelasi Kecepatan dengan NO ₂ , pada hari sabtu	158
Tabel 4. 81 Rekapitulasi hasil korelasi Kecepatan dengan NO ₂ pada hari minggu, 29 Desember 2024.....	161
Tabel 4. 82 Hasil korelasi Kecepatan dengan tingkat kebisingan pada hari senin, 30 Desember 2024.....	163
Tabel 4. 83 Rekapitulasi hasil korelasi kecepatan dengan kebisingan pada hari Selasa, 24 Desember 2024	166
Tabel 4. 84 Rekapitulasi hasil korelasi kecepatan dengan kebisingan pada hari sabtu, 28 Desember 2024	169
Tabel 4. 85 Rekapitulasi kecepatan dan kebisingan pada minggu, 29 Desember 2024	171
Tabel 4. 86 Rekapitulasi model hubungan Volume dengan Kebisingan pada hari senin	174
Tabel 4. 87 Rekapitulasi hubungan Volume dengan Kebisingan pada hari selasa, 24 Desember.....	176
Tabel 4. 88 Rekapitulasi hubungan Volume dan Kebisingan pada hari Sabtu, 28 Desember.....	179
Tabel 4. 89 Rekapitulasi hubungan Volume dengan kebisingan pada hari minggu, 29 Desember.....	181

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gambar studi penelitian	2
Gambar 2. 1 Potongan Melintang Tipikal Jalan Raya yang Berbahu (dilengkapi median).....	12
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	45
Gambar 3. 2 Panjang Jalan Borobudur	45
Gambar 3. 3 Lokasi titik penelitian bagian Volume kendaraan	48
Gambar 3. 4 Air detector untuk menganalisa kualitas udara	51
Gambar 3. 5 <i>Sound Level Meter</i> digunakan untuk mengukur tingkat kebisingan	52
Gambar 3. 6 Bagan Alir Penelitian	56
Gambar 4. 1 Data Peta Lokasi Penelitian.....	57
Gambar 4. 2 Dimensi Potongan Melintang Jalan.....	58
Gambar 4. 3 Grafik fluktuasi volume lalu lintas selama 4 hari di jalan Borobudur, Kota Malang.....	68
Gambar 4. 4 Hubungan Kecepatan dan Kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	111
Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Kecepatan dan kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur)	111
Gambar 4. 6 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur)	112
Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur)	112
Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Kecepatan dan kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	113
Gambar 4. 9 Grafik hubungan kecepatan dan kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	113
Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	114
Gambar 4. 11 Grafik Hubungan Kecepatan dan Kepadatan pada metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	114

Gambar 4. 12 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	115
Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	116
Gambar 4. 14 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	116
Gambar 4. 15 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	117
Gambar 4. 16 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat)	117
Gambar 4. 17 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield dari sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	118
Gambar 4. 18 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	118
Gambar 4. 19 Grafik Hubungan Volume dan Kecepatan dengan metode Greenshield sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	119
Gambar 4. 20 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang arah (Barat – Timur).....	119
Gambar 4. 21 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang arah Jl. Borobudur (Timur – Barat)	120
Gambar 4. 22 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang arah Jl. Borobudur (Barat – Timur)	120
Gambar 4. 23 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang Jl. Borobudur (Barat – Timur).....	121
Gambar 4. 24 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	121
Gambar 4. 25 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	121
Gambar 4. 26 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	122

Gambar 4. 27 Grafik dari hubungan Volume dan kepadatan sepanjang Jl. Borobudur (Timur – Barat).....	122
Gambar 4. 28 Konsentrasi CO pada hari senin, 30 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	127
Gambar 4. 29 Konsentrasi CO pada hari selasa, 24 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	128
Gambar 4. 30 Konsentrasi CO pada hari sabtu, 28 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	128
Gambar 4. 31 Konsentrasi CO pada hari minggu, 29 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	128
Gambar 4. 32 Konsentrasi NO ₂ pada hari senin, 30 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	131
Gambar 4. 33 Konsentrasi NO ₂ pada hari selasa, 24 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	131
Gambar 4. 34 Konsentrasi NO ₂ pada hari sabtu, 28 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	132
Gambar 4. 35 Konsentrasi NO ₂ pada hari minggu, 29 desember 2024 di Jl. Borobudur, Kota malang	132
Gambar 4. 36 Tingkat kebisingan selama 4 hari dengan interval per jam waktu pengamatan di Jl. Borobudur Kota Malang	141
Gambar 4. 37 Garis Perbandingan Kecepatan dengan CO, Senin 30 Desember 2023	145
Gambar 4. 38 Grafik Perbandingan Kecepatan dengan CO, Selasa 24 Desember 2024.....	147
Gambar 4. 39 Perbandingan Kecepatan dengan CO, pada hari Sabtu 28 Desember 2024.....	150
Gambar 4. 40 Hasil Perbandingan Kecepatan dengan CO, Minggu 29 Desember 2024.....	152
Gambar 4. 41 Perbandingan Kecepatan dengan NO ₂ pada senin, 30 Desember 2024	155

Gambar 4. 42 Perbandingan Kecepatan dengan NO ₂ pada selasa, 30 Desember 2024.....	157
Gambar 4. 43 Hasil perbandingan Kecepatan dengan NO ₂ pada hari Sabtu, 28 Desember 2024.....	160
Gambar 4. 44 Hasil perbandingan Kecepatan dengan NO ₂ pada hari minggu, 29 Desember.....	162
Gambar 4. 45 Hasil perbandingan Kecepatan dengan kebisingan pada Senin, 30 Desember 2024.....	165
Gambar 4. 46 Hasil perbandingan kecepatan dengan kebisingan pada hari selasa, 24 Desember 2024.....	168
Gambar 4. 47 Hasil perbandingan kecepatan dengan kebisingan pada hari Sabtu, 28 Desember 2024.....	170
Gambar 4. 48 Hasil perbandingan kecepatan dengan kebisingan pada hari minggu, 29 Desember 2024.....	173