

**STUDI KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA (NO₂, SO₂,CO) DENGAN MEMANFAATKAN
CITRA SENTINEL 5P**

(*Studi Kasus:* Kota Malang, Provinsi Jawa Timur)

SKRIPSI



Disusun Oleh:

Aprilindah Siti Rubaiyah

NIM. 22.25.021

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

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

STUDI KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA (NO₂, SO₂, CO) DENGAN MEMANFAATKAN
CITRA SENTINEL 5P

(Studi Kasus: Kota Malang, Provinsi Jawa Timur)

Diajukan untuk melengkapi persyaratan dalam mengajukan Skripsi pada Program
Studi Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut
Teknologi Nasional Malang

Persetujuan ini diberikan kepada:

Aprilindah Siti Rubaiyah

NIM. 22.25.021

Menyetujui,

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping



Dedy Kurnia Sunarvo, S.T., M.T
NIP.Y. 1039500280



Alifah Noraini, S.T., M.T
NIP.P. 1031500478

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1



Dedy Kurnia Sunarvo, S.T., M.T
NIP.Y. 1039500280



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bondungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL
SKRIPSI FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

NAMA : APRILINDAH SITI RUBAIYAH
NIM : 2225021
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : STUDI KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS
STANDAR PENCEMARAN UDARA (NO₂, SO₂, CO)
MEMANFAATKAN CITRA SENTINEL 5P (Studi Kasus : Kota
Malang)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Starta 1 (S-1) Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang dan Diterima untuk Memenuhi Persyaratan Memeroleh Gelar Sarjana Strata Satu (SI) Bidang Teknik Geodesi

Pada Hari/Tanggal : Kamis / 13 Agustus 2026

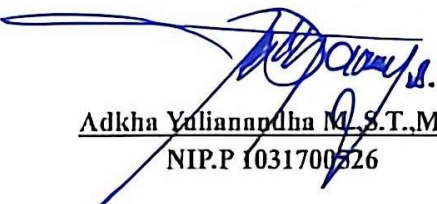
Dengan Nilai : _____

Panitia Ujian Skripsi
Ketua Penguji


Martinus Edwin Tahjadi, S.T., M. Geom. Sc., Ph.D
NIP. Y 1039800320

Anggota Penguji

Dosen Penguji I


Adkha Yulianandha M. S.T., M.T
NIP.P 1031700526

Dosen Penguji II


Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T
NIP.Y 1039500280

**STUDI KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA (NO₂, SO₂, CO) DENGAN MEMANFAATKAN
CITRA SENTINEL 5P (Studi Kasus :Kota Malang)**

Aprilindah Siti Rubaiyah 2225021

Dosen Pembimbing I: Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II: Alifah Noraini, S.T., M.T

ABSTRAK

Pencemaran udara merupakan permasalahan lingkungan di wilayah perkotaan yang perlu dipantau secara spasial. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi dan perubahan kualitas udara berdasarkan parameter nitrogen dioksida (NO₂), karbon monoksida (CO), dan sulfur dioksida (SO₂) di Kota Malang tahun 2021 dan 2025 serta membandingkan hasil Sentinel-5P dengan data pembandingan. Data yang digunakan berupa citra Sentinel-5P TROPOMI untuk NO₂, CO, dan SO₂, data kualitas udara Kementerian Lingkungan Hidup untuk NO₂ dan SO₂, serta data CO dari Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). Pengolahan dilakukan menggunakan Google Earth Engine untuk memperoleh konsentrasi polutan, kemudian dikonversi menjadi Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) berdasarkan Permen LHK Nomor 14 Tahun 2020. Perbandingan dilakukan menggunakan koefisien korelasi (R), koefisien determinasi (R²), Root Mean Square Error (RMSE), dan Mean Absolute Error (MAE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara Kota Malang berdasarkan NO₂, CO, dan SO₂ pada tahun 2021 dan 2025 secara umum berada pada kategori Baik (ISPU 1–50), meskipun terdapat variasi konsentrasi dan pola persebaran antarperiode. Hasil perbandingan menunjukkan hubungan yang bervariasi antara Sentinel-5P dan data pembandingan, dengan nilai korelasi (R) berkisar 0,0469–0,8355, sedangkan nilai RMSE dan MAE menunjukkan tingkat perbedaan yang bervariasi antarparameter.

Kata kunci: Kualitas Udara, Sentinel-5P, TROPOMI, NO₂, SO₂, CO, ISPU, Kota Malang.

**STUDI KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA (NO₂, SO₂, CO) DENGAN MEMANFAATKAN
CITRA SENTINEL 5P (Studi Kasus :Kota Malang)**

Aprilindah Siti Rubaiyah 2225021

Dosen Pembimbing I: Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II: Alifah Noraini, S.T., M.T

ABSTRACT

Air pollution is an environmental problem in urban areas that needs to be monitored spatially. This study aims to analyze air quality conditions and changes based on nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), and sulfur dioxide (SO₂) in Malang City in 2021 and 2025, as well as compare Sentinel-5P results with reference data. The data used include Sentinel-5P TROPOMI imagery for NO₂, CO, and SO₂, air quality data from the Ministry of Environment and Forestry for NO₂ and SO₂, and CO data from the Copernicus Atmosphere Monitoring Service (CAMS). Data processing was conducted using Google Earth Engine to obtain pollutant concentrations, which were then converted into the Air Pollution Standard Index (ISPU) based on Regulation of the Minister of Environment and Forestry No. 14 of 2020. The comparison was conducted using the correlation coefficient (R), coefficient of determination (R²), Root Mean Square Error (RMSE), and Mean Absolute Error (MAE). The results show that the air quality in Malang City based on NO₂, CO, and SO₂ in 2021 and 2025 was generally classified as Good (ISPU 1–50), although variations in concentration and spatial distribution occurred across observation periods. The comparison results indicate varying relationships between Sentinel-5P and the reference data, with correlation coefficients (R) ranging from 0.0469 to 0.8355, while RMSE and MAE indicate varying levels of differences among the parameters.

Keywords: Air Quality, Sentinel-5P, TROPOMI, NO₂, SO₂, CO, ISPU, Malang City.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aprilindah Siti Rubaiyah
NIM : 2225021
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul:

**STUDI KUALITAS UDARA BERDASARKAN INDEKS STANDAR
PENCEMAR UDARA (NO₂, SO₂, CO) DENGAN MEMANFAATKAN
CITRA SENTINEL 5P (Studi Kasus :Kota Malang)**

Adalah hasil karya saya sendiri dan bukan menjiplak atau menduplikat serta tidak mengutip atau menyadur dari hasil karya orang lain kecuali disebutkan sumbernya.

Malang, 29 September 2026

Yang membuat pernyataan



Aprilindah Siti Rubaiyah
2225021

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillah rabbil 'aalamiin, Segala Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahuata'ala atas kehadiran dan karunia-Nya telah memberikan nikmat sehat jasmani dan rohani, sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi dengan lancar.

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

Dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa syukur, kupersembahkan karya ini kepada kedua orang tuaku yang selalu menjadi tempat pulang dan sumber kekuatan dalam setiap langkahku. Terima kasih atas kasih sayang, pengorbanan, doa, kesabaran, dan dukungan yang tidak pernah berhenti mengiringi setiap proses yang kujalani. Terima kasih telah menguatkanmu ketika lelah, meyakinkanku ketika ragu, dan selalu percaya bahwa aku mampu melewati setiap hal yang kuhadapi. Setiap pencapaian yang kuraih tidak pernah terlepas dari doa dan perjuangan kalian. Semoga karya ini dapat menjadi salah satu bentuk kecil dari rasa hormat, terima kasih, dan cinta yang tidak akan pernah cukup untuk membalas segala yang telah kalian berikan. Terima kasih juga kepada seluruh keluarga yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan dengan caranya masing-masing.

Kepada Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T. dan Ibu Alifah Noraini, S.T., M.T., terima kasih atas bimbingan, arahan, kesabaran, dan ilmu yang diberikan selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih juga kepada seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang atas ilmu dan dukungan yang telah diberikan.

Untuk Maysadora, Fabbil, Elok, Chelsea, Ainun, teman-teman Angkatan 2022, serta seluruh teman yang telah hadir dalam perjalanan penulis, terima kasih atas kebersamaan, bantuan, dan dukungan yang diberikan selama proses penyusunan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi tempat berbagi cerita, memberikan semangat dan motivasi ketika penulis mulai meragukan diri sendiri maupun berada dalam keadaan sulit. Kehadiran kalian telah membuat perjalanan ini terasa lebih ringan hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.

Untuk diriku sendiri, terima kasih telah bertahan dan terus berjuang hingga titik ini. Terima kasih telah tetap melangkah di tengah lelah, keraguan, dan saat-saat ketika hampir menyerah serta meragukan diri sendiri. Terima kasih telah terus berusaha hingga akhirnya mampu menyelesaikan apa yang telah dimulai. Semoga pencapaian ini menjadi pengingat bahwa aku mampu melewati lebih dari yang selama ini kukira.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur saya panjatkan kepada Allah Subhanahuata'ala atas kehadiran dan karunia-Nya serta telah memberikan nikmat sehat, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Kualitas Udara Berdasarkan Indeks Standar Pencemaran Udara (NO_2 , SO_2 , CO) Memanfaatkan Citra Sentinel 5P (Studi Kasus : Kota Malang)” Penulisan skripsi ini disusun sebagai syarat memperoleh gelar sarjana Starata 1 (S-1) di Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam proses penyusunannya tak lepas dari bantuan, dukungan, arahan serta masukan dari berbagai pihak. Sehingga pada kesempatan ini dengan segala hormat serta kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, khususnya kepada yang penulis hormati :

1. Kedua orang tua atas segala doa, kasih sayang, kerja keras, motivasi, semangat, saran dan didikannya yang mana menjadi motivasi penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
2. Bapak Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T selaku Kaprodi sekaligus dosen pembimbing satu yang selalu memberikan kritik, saran, maupun arahan yang sangat membantu dalam proses penelitian ini.
3. Ibu Alifah Noraini, S.T., M.T selaku dosen pembimbing ke dua yang selalu memberikan kritik, saran, maupun arahan yang sangat membantu dalam proses penelitian ini.
4. Seluruh Dosen dan jajaran staf Program Studi Teknik Geodesi ITN Malang yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, saran, serta bantuan sehingga saya dapat menerapkan ilmu yang diperoleh dengan semaksimal mungkin dalam penelitian ini.
5. Sahabat-sahabat saya, yang telah menemani, mendukung, mendoakan serta selalu ada dalam susah dan senang selama proses penyelesaian penelitian ini.
6. Teman-teman Geodesi Angkatan 22 serta semua pihak yang telah menemani, mendoakan, mendukung baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyelesaian penelitian ini.

7. SEVENTEEN, (S.Coups, Jeonghan, Joshua, Jun, Hoshi, Wonwoo, Woozi, DK, The8, Mingyu, Seungkwan, Vernon, dan Dino), yang secara tidak langsung telah menemani penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas musik, gelak tawa, serta pesan-pesan positif yang menjadi hiburan dan penyemangat di tengah rasa lelah, keraguan, dan proses penyusunan tugas akhir yang tidak selalu mudah. Kehadiran karya-karya kalian telah membuat perjalanan ini terasa lebih ringan dan menyenangkan .
8. Diri sendiri, yang telah bertahan dan terus berusaha menyelesaikan setiap proses dalam penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih karena tetap melangkah di tengah rasa lelah, keraguan, dan saat-saat ketika hampir menyerah serta meragukan kemampuan diri sendiri. Terima kasih karena tetap memilih untuk berusaha hingga akhirnya dapat menyelesaikan apa yang telah dimulai.

Penyusunan laporan tugas akhir disusun dengan sebaik-baiknya, namun masih terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir, untuk itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang dapat membangun dari semua pihak. Demikian apa yang dapat penulis sampaikan, semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam menambah ilmu pengetahuan bagi pembaca serta penulis

Malang, Januari 2026

Aprilindah Siti Rubaiyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI FAKULTAS TEKNIK SIPIIL DAN PERENCANAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Kualitas Udara	5
2.2. Polutan Udara	6
2.3. Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	7
2.4. Sulfur Dioksida (SO ₂).....	7
2.5. Karbon Monoksida (CO).....	8
2.6. Citra Sentinel-5P.....	9
2.7. Parameter Polutan Gas Sentinel-5P	12
2.8. Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU)	13
2.9. Konversi Satuan mol/m ² ke µg/m.....	15
2.10. ERA5 (ECMWF <i>Reanalysis Version 5</i>).....	18
2.11. CAMS (<i>Copernicus Atmosphere Monitoring Service</i>).....	19

2.12.	Lapisan Batas Atmosfer (<i>Planetary boundary layer</i>)	20
2.13.	Penginderaan Jauh	21
2.14.	Faktor Meteorologi terhadap Konsentrasi Polutan.	22
2.15.	Faktor yang Mempengaruhi Perbedaan Konsentrasi Polutan Udara....	24
2.16.	Analisis Kualitas Udara	27
2.17.	Perbandingan Konsentrasi NO ₂ , SO ₂ , dan CO	29
2.18.	Uji Regresi Linier dan Koefisien Determinasi	30
2.19.	RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>).....	32
2.20.	MAE (<i>Mean Absolute Error</i>).....	33
BAB III METODE PENELITIAN		34
3.1.	Lokasi Penelitian	34
3.2.	Alat Penelitian	35
3.3.	Bahan Penelitian	35
3.4.	Diagram Alir	36
3.5.	Pengolahan Data	41
3.5.1.	Mengunduh Batas Administrasi Kota Malang	41
3.5.2.	Pemanggilan Citra Sentinel-5P dan Konversi Satuan mol/m ² menjadi µg/m ³	42
3.5.3.	Perhitungan Nilai Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU).....	44
3.5.4.	Klasifikasi Tingkat Penentuan Kategori ISPU	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		47
4.1.	Analisis Kualitas Udara Berdasarkan NO ₂	47
4.1.1.	Hasil Pengolahan ISPU NO ₂ Tahun 2021	47
4.1.2.	Hasil Pengolahan ISPU NO ₂ Tahun 2025	48
4.1.3.	Hasil Klasifikasi ISPU NO ₂ Tahun 2021.....	50
4.1.4.	Hasil Klasifikasi ISPU NO ₂ Tahun 2025.....	51
4.1.5.	Analisis Nilai Konsentrasi dan Kategori ISPU NO ₂ Berdasarkan Kecamatan.....	52
4.1.6.	Perbandingan ISPU NO ₂ Tahun 2021 dan 2025.....	53
4.1.7.	Perbandingan Data NO ₂	54
4.1.8.	Hasil Regresi Linier dan Koefisien Determinasi NO ₂	61
4.1.9.	Hasil RMSE dan MAE NO ₂	63

4.2.	Analisis Kualitas Udara Berdasarkan CO	64
4.2.1.	Hasil Pengolahan ISPU CO Tahun 2021	65
4.2.2.	Hasil Pengolahan ISPU CO Tahun 2025	66
4.2.3.	Hasil Klasifikasi ISPU CO Tahun 2021	67
4.2.4.	Hasil Klasifikasi ISPU CO Tahun 2025	68
4.2.5.	Analisis Nilai Konsentrasi dan Kategori ISPU CO Berdasarkan Kecamatan.....	69
4.2.6.	Perbandingan CO Tahun 2021 dan 2025.....	70
4.2.7.	Perbandingan Data CO	72
4.2.8.	Hasil Regresi Linier dan Koefisien Determinasi.....	80
4.2.9.	Hasil RMSE dan MAE CO	82
4.3.	Analisis Kualitas Udara Berdasarkan SO ₂	83
4.3.1.	Hasil Pengolahan ISPU SO ₂ , Tahun 2021	83
4.3.2.	Hasil Pengolahan ISPU SO ₂ Tahun 2025	84
4.3.3.	Hasil Klasifikasi SO ₂ ISPU Tahun 2021	85
4.3.4.	Hasil Klasifikasi SO ₂ ISPU Tahun 2025	86
4.3.5.	Analisis Nilai Konsentrasi dan Kategori ISPU SO ₂ Berdasarkan Kecamatan.....	88
4.3.6.	Perbandingan SO ₂ Tahun 2021 dan 2025	89
4.3.7.	Perbandingan Data SO ₂	90
4.3.8.	Hasil Regresi Linier dan Koefisien Determinasi.....	98
4.3.9.	Hasil RMSE dan MAE SO ₂	100
BAB V	PENUTUP.....	101
5.1.	Kesimpulan.....	101
5.2.	Saran	101
DAFTAR PUSTAKA.....		103
LAMPIRAN.....		111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Polutan Udara.....	6
Gambar 2. 2 Satelite Sentinel-5P	10
Gambar 2. 3 <i>Boundry Layer</i> (Stull, 1988).....	21
Gambar 2. 4 Komponen penginderaan jauh (Muhsoni, 2015).....	22
Gambar 2. 5 Ilustrasi faktor meteorologi terhadap konsentrasi polutan (U.S. Environmental Protection Agency, 2026)	23
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian	34
Gambar 3. 2 Diagram Alir.....	37
Gambar 3. 4 Login Geoportal BIG	41
Gambar 3. 5 Pilih Peta RBI.....	41
Gambar 3. 6 Unduh Data RBI Wilayah Penelitian	42
Gambar 3. 7 Halaman awal Google Earth Engine	42
Gambar 3. 8 Menu Code Editor Google Earth Engine	42
Gambar 3. 9 <i>Assets</i>	43
Gambar 3. 10 Script pemanggilan citra dan konversi	43
Gambar 3. 11 <i>Script export</i> data ke Google Drive.....	44
Gambar 3. 12 <i>Raster Calculator</i>	44
Gambar 3. 13 Perhitungan ISPU	44
Gambar 3. 14 Hasil perhitungan raster nilai ISPU CO menggunakan <i>Raster Calculator</i>	45
Gambar 3. 15 <i>Reclassify</i>	45
Gambar 3. 16 <i>Classify</i>	45
Gambar 3. 17 <i>Classification</i>	46
Gambar 3. 18 Hasil Klasifikasi Berdasarkan Angka Rentang ISPU.....	46
Gambar 4. 1 Hasil Persebaran NO ₂ Tahun 2021	48
Gambar 4. 2 Hasil Persebaran NO ₂ Tahun 2025	49
Gambar 4. 3 Hasil Klasifikasi ISPU NO ₂ Tahun 2021.....	50
Gambar 4. 4 Hasil Klasifikasi ISPU NO ₂ Tahun 2025.....	51
Gambar 4. 5 Titik Sampel NO ₂ Tahun 2021.....	54
Gambar 4. 6 Titik Sampel NO ₂ Tahun 2025	57

Gambar 4. 7 koefisien determinasi NO ₂ tahun 2021	62
Gambar 4. 8 koefisien determinasi NO ₂ tahun 2025	62
Gambar 4. 9 Hasil Persebaran CO Tahun 2021	65
Gambar 4. 10 Hasil Persebaran CO Tahun 2025	66
Gambar 4. 11 Hasil Klasifikasi ISPU CO Tahun 2021	68
Gambar 4. 12 Hasil Klasifikasi ISPU CO Tahun 2025	69
Gambar 4. 13 Titik Sampel CO Tahun 2021	72
Gambar 4. 14 Titik Sampel CO Tahun 2025	75
Gambar 4. 15 Koefisien determinasi CO tahun 2021	81
Gambar 4. 16 Koefisien determinasi CO Tahun 2025	81
Gambar 4. 17 Hasil Persebaran SO ₂ Tahun 2021	83
Gambar 4. 18 Hasil Persebaran SO ₂ Tahun 2025	85
Gambar 4. 19 Hasil Klasifikasi ISPU SO ₂ Tahun 2021	86
Gambar 4. 20 Hasil Klasifikasi ISPU SO ₂ Tahun 2025	87
Gambar 4. 21 Titik Sampel SO ₂ Tahun 2021	90
Gambar 4. 22 Titik Sampel SO ₂ Tahun 2025	93
Gambar 4. 23 Koefisien determinasi SO 2021	99
Gambar 4. 24 Koefisien determinasi SO ₂ 2025	99

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Parameter Polutan Gas (Katalog Dataset Sentinel-5P pada Google Earth Engine).....	12
Tabel 2. 2 Tabel Konversi Nilai Konsentrasi Parameter ISPU berdasarkan (Permen KLHK No 14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara, 2020)	13
Tabel 2. 3 Katgori Angka Rentang (Permen KLHK No 14 Tahun 2020)	14
Tabel 3. 1 Bahan Penelitian.....	35
Tabel 4. 1 Nilai Rata-rata Konsentrasi dan Kategori ISPU NO ₂ Berdasarkan Kecamatan Tahun 2021 dan 2025	52
Tabel 4. 2 Mean NO ₂ Tahun 2021	53
Tabel 4. 3 Mean NO ₂ Tahun 2025	53
Tabel 4. 4 Hasil Perbandingan NO ₂ Tahun 2021	55
Tabel 4. 5 Hasil Perbandingan NO ₂ tahun 2025.....	58
Tabel 4. 6 Regresi Linier dan Koefisien Determinasi NO ₂	61
Tabel 4. 7 RMSE dan MAE NO ₂	63
Tabel 4. 10 Nilai Rata-rata CO dan Kategori ISPU Berdasarkan Kecamatan Tahun 2021 dan 2025	70
Tabel 4. 11 Mean CO Tahun 2021	70
Tabel 4. 12 Mean CO Tahun 2025	71
Tabel 4. 13 Hasil Perbandingan Data CO antara Data CAMS dan Citra Sentinel-5P Tahun 2021.....	73
Tabel 4. 14 Hasil Perbandingan Data CO antara Data CAMS dan Citra Sentinel-5P Tahun 2025.....	76
Tabel 4. 15 Regresi Linier dan Koefisien Determinasi CO	80
Tabel 4. 16 RMSE dan MAE CO.....	82
Tabel 4. 19 Nilai Rata-rata Konsentrasi dan Kategori ISPU SO ₂ Berdasarkan Kecamatan Tahun 2021 dan 2025	88
Tabel 4. 20 Mean SO ₂ tahun 2021	89
Tabel 4. 21 Mean SO ₂ Tahun 2025	89
Tabel 4. 22 Hasil Perbandingan Data SO ₂ antara Data Lapangan dan Citra Sentinel-5P Tahun 2021	91

Tabel 4. 23 Hasil Perbandingan Data SO ₂ antara Data Lapangan dan Citra Sentinel-5P Tahun 2025	94
Tabel 4. 24 Regresi Linier dan Koefisien Determinasi SO ₂	98
Tabel 4. 25 RMSE dan MAE SO ₂	100