

SKRIPSI

IDENTIFIKASI KUALITAS AIR LAUT AKIBAT PENGARUH LIMBAH

PESISIR MENGGUNAKAN CITRA *SENTINEL-2A*

(Studi Kasus :Pesisir Laut Kab. Lamongan, Jawa Timur)



Disusun Oleh :

Novandra Ankaa Sabil

21.25.028

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBER PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI KUALITAS AIR LAUT AKIBAT LIMBAH PESISIR MENGUNAKAN CITRA *SENTINEL-2A*

(Studi Kasus :Pesisir Laut Kab. Lamongan, Jawa Timur)

Skripsi

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

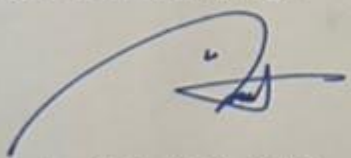
Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

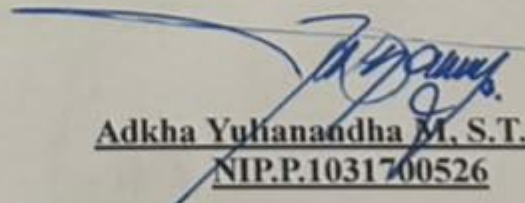
Novandra Ankaa Sabil

NIM. 21.25.028

Menyetujui :
Dosen Pembimbing I


Feny Arafah, S.T., M.T.
NIP.P.1031500516

Menyetujui :
Dosen Pembimbing II


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

Menyetujui :
Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1

Bedy 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

Kampus I : Jl. Bendungan 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 : NOVANDRA ANKAA SABIL
NIM : 2125028
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : IDENTIFIKASI KUALITAS AIR LAUT AKIBAT LIMBAH
PESISIR MENGGUNAKAN CITRA *SENTINEL-2A* (Studi Kasus
:Pesisir Laut Kab. Lamongan, Jawa Timur)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1)
Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi
Nasional Malang dan Diterima untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana
Strata Satu (S1) Bidang Teknik Geodesi

Pada Hari/Tanggal : Selasa/ 04 Agustus
Dengan Nilai : _____

Pantia Ujian Skripsi
Ketua Penguji

Fransisca Dwi Agustina, S.T., M.Eng.
NIP.P.1012000582

Anggota Penguji

Dosen Penguji I

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

Dosen Penguji II

Feny Arafah, S.T., M.T.
NIP.P.1031500516

IDENTIFIKASI KUALITAS AIR LAUT AKIBAT LIMBAH PESISIR MENGUNAKAN CITRA *SENTINEL-2A*

(Studi Kasus :Pesisir Laut Kab. Lamongan, Jawa Timur)

Novandra Ankaa Sabil (21.25.028)

Dosen Pembimbing I : Feny Arafah, S.T.,M.T.

Dosen Pembimbing II : Adkha Yulianandha M, S.T., M.T.

ABSTRAK

Kualitas perairan pesisir dapat mengalami perubahan akibat aktivitas manusia, termasuk kegiatan industri dan pembuangan limbah. Kondisi tersebut perlu dipantau untuk mengetahui perubahan kualitas perairan secara spasial dan temporal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persebaran *Total Suspended Solid* (TSS), *Dissolved Oxygen* (DO), dan salinitas di pesisir Kabupaten Lamongan menggunakan citra Sentinel-2A, mengetahui tingkat akurasi hasil estimasi citra terhadap data lapangan, serta menentukan kondisi kualitas perairan berdasarkan Indeks Pencemaran. Pengolahan dilakukan menggunakan citra *Sentinel-2A* tahun 2024, 2025, dan 2026 melalui tahapan *resampling*, pemisahan daratan dan perairan menggunakan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI), serta penerapan algoritma untuk estimasi TSS, DO, dan salinitas. Hasil estimasi tahun 2026 kemudian diuji menggunakan *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dan koefisien determinasi (R^2). Hasil pengolahan menunjukkan bahwa persebaran TSS pada tahun 2024–2026 secara umum didominasi nilai 0–100 mg/L, namun terjadi peningkatan pada beberapa wilayah pesisir pada tahun 2025. Nilai DO berada pada kisaran 2,93–5,21 mg/L, sedangkan salinitas berkisar sekitar 26–35 PSU. Hasil uji akurasi tahun 2026 menunjukkan nilai NMAE dan R^2 untuk TSS sebesar 15,77% dan 0,621, DO sebesar 9,05% dan 0,576, serta salinitas sebesar 5,34% dan 0,599. Seluruh nilai NMAE berada di bawah 30% dan R^2 lebih dari 0,5 sehingga hasil estimasi citra menunjukkan akurasi yang baik. Berdasarkan Indeks Pencemaran, kondisi perairan secara umum masih memenuhi baku mutu, meskipun pada beberapa lokasi tahun 2025 ditemukan indikasi pencemaran ringan akibat peningkatan TSS dan penurunan DO.

Kata Kunci : *Dissolved Oxygen*, Indeks Pencemaran, kualitas perairan, salinitas, *Sentinel-2A*, *Total Suspended Solid*.

Mapping of Coastal Water Quality Affected by Coastal Waste Using Sentinel-2A Imagery

(Case Study: Brondong, Lamongan Regency, East Java)

Novandra Ankaa Sabil (21.25.028)

Supervisor I : Feny Arafah, S.T.,M.T.

Supervisor II : Adkha Yulianandha M, S.T., M.T.

ABSTRACT

Coastal water quality can change due to human activities, including industrial activities and waste disposal. Such conditions need to be monitored to identify spatial and temporal changes in water quality. This study aims to determine the distribution of Total Suspended Solids (TSS), Dissolved Oxygen (DO), and salinity in the coastal area of Lamongan Regency using Sentinel-2A imagery, assess the accuracy of satellite-based estimations against field data, and determine water quality conditions based on the Pollution Index. The analysis used Sentinel-2A imagery from 2024, 2025, and 2026 through resampling, land and water separation using the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), and the application of algorithms to estimate TSS, DO, and salinity. The 2026 estimation results were evaluated using the Normalized Mean Absolute Error (NMAE) and coefficient of determination (R^2). The results showed that TSS distribution during 2024–2026 was generally dominated by values of 0–100 mg/L, although an increase was observed in several coastal areas in 2025. DO values ranged from 2.93 to 5.21 mg/L, while salinity ranged from approximately 26 to 35 PSU. The 2026 accuracy assessment resulted in NMAE and R^2 values of 15.77% and 0.621 for TSS, 9.05% and 0.576 for DO, and 5.34% and 0.599 for salinity, respectively. All NMAE values were below 30% and R^2 values were above 0.5, indicating good accuracy of the satellite-based estimations. Based on the Pollution Index, the overall water quality condition still met the applicable water quality standards, although several locations in 2025 showed indications of slight pollution associated with increased TSS and decreased DO.

Keywords : Dissolved Oxygen, Pollution Index, water quality, salinity, Sentinel-2A, Total Suspended Solids.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novandra Ankaa Sabil

NIM : 2125028

Progam Studi : Teknik Geodesi S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

**IDENTIFIKASI KUALITAS AIR LAUT AKIBAT PENGARUH LIMBAH
PESISIR MENGGUNAKAN CITRA *SENTINEL-2A*
(Studi Kasus :Pesisir Laut Kab. Lamongan, Jawa Timur)**

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

Malang, 17 Agustus 2026

Yang membuat pernyataan



Novandra Ankaa Sabil

NIM 21.25.028

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat, karunia, dan kemudahan yang diberikan, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya ini saya persembahkan dengan penuh rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Lutfi Pratama Adi Subarkah dan Sucinta Utami, yang tidak pernah berhenti memberikan doa, kasih sayang, motivasi, serta dukungan dalam setiap langkah yang saya tempuh. Terima kasih atas segala pengorbanan, kesabaran, dan kepercayaan yang telah diberikan selama perjalanan pendidikan saya. Segala pencapaian yang saya raih tidak terlepas dari doa dan dukungan yang selalu diberikan.
2. Dosen pembimbing, Ibu Feny Arafah, S.T., M.T. dan Bapak Adkha Yulianandha Mabrur, S.T., M.T., serta seluruh Bapak/Ibu Dosen Teknik Geodesi ITN Malang, yang telah memberikan ilmu, arahan, masukan, serta bimbingan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini. Terima kasih atas waktu, kesabaran, dan perhatian yang telah diberikan dalam membantu saya menyelesaikan karya ini.
3. Putri Jeanetta, yang selalu hadir memberikan semangat, perhatian, doa, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi. Terima kasih telah menjadi tempat untuk berbagi cerita, bertukar pikiran, serta menemani dalam berbagai keadaan, baik suka maupun duka.
4. Sahabat dan teman-teman, Jungta, Akbar, Dukhaan, Gilang, Rizqi, Zulkarnain, Wahyu, Yoga, Ilham, Robby, Wira, serta seluruh keluarga besar Angkatan 2021, yang telah menjadi bagian dari perjalanan perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, bantuan, pengalaman, dan berbagai cerita yang telah memberikan warna selama masa pendidikan di bangku perkuliahan.
5. Mas Heri, yang telah banyak membantu dalam proses peminjaman alat selama kegiatan perkuliahan, serta Pak Tono, yang selalu membantu dan memberikan kemudahan dalam berbagai keperluan administrasi kampus. Bantuan yang diberikan sangat berarti dalam menunjang kelancaran selama proses perkuliahan dan penyelesaian skripsi.

6. Seluruh pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, perhatian, doa, maupun dukungan selama masa perkuliahan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi salah satu bentuk kontribusi dalam bidang yang saya tekuni. Semoga penyelesaian karya ini juga menjadi langkah awal untuk menghadapi perjalanan, tantangan, serta kesempatan baru dalam kehidupan dan karier saya di masa yang akan datang.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Identifikasi Kualitas Air Laut Akibat Pengaruh Limbah Pesisir Menggunakan Citra *Sentinel-2A* (Studi Kasus: Pesisir Laut Kabupaten Lamongan, Jawa Timur)". Skripsi ini disusun sebagai salah satu bentuk pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S-1) pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Selama proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan, arahan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Feny Arafah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, koreksi, dan masukan selama proses penelitian serta penyusunan skripsi hingga dapat terselesaikan.
2. Bapak Adkha Yulianandha Mabur, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II, yang telah memberikan saran, bimbingan, dan berbagai masukan yang membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Kedua orang tua dan seluruh keluarga penulis, yang senantiasa memberikan doa, perhatian, dukungan, motivasi, serta semangat selama penulis menjalani perkuliahan, melaksanakan penelitian, hingga menyelesaikan skripsi.

Malang, 17 Agustus 2026

Penulis



Novandra Ankaa Sabil

NIM 21.25.028

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	II
ABSTRAK	IV
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	VI
LEMBAR PERSEMBAHAN	VII
KATA PENGANTAR	IX
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.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
1.7 Penelitian Terdahulu atau yang berkaitan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Limbah.....	6
2.2 Kondisi Kualitas Perairan.....	6
2.3 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	10
2.4 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	11
2.5 Salintas.....	11
2.6 <i>Modified Normalised Difference Water Index (MNDWI)</i>	12
2.7 Penginderaan Jauh	13

2.8	Citra Sentinel 2A	14
2.9	Koefisien Determinasi	15
2.10	Uji Akurasi	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		17
3.1	Lokasi Penelitian	17
3.2	Alat dan Bahan	17
3.3	Diagram Alir.....	19
3.4	<i>Pre-processing</i> Data Citra	22
3.4.1	<i>Resampling</i>	22
3.4.2	<i>Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)</i>	23
3.4.3	Algoritma <i>Total Suspended Solid</i>	24
3.4.4	Algoritma <i>Dissolved Oxygen</i>	25
3.4.5	Algoritma Salinitas.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		27
4.1	Hasil <i>Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)</i>	27
4.2	Hasil <i>Total Suspended Solid</i> di Pesisir Laut Lamongan.....	27
4.3	Hasil <i>Dissolved Oxygen (DO)</i> di Pesisir Laut Lamongan	32
4.4	Hasil Salinitas di Pesisir Laut Lamongan.....	38
4.5	Perubahan Parameter Kualitas Air Per-Tahun.....	44
4.6	Uji Akurasi	48
4.6.1	Uji Akurasi Estimasi <i>Total Suspended Solid</i>	49
4.6.2	Uji Akurasi Estimasi <i>Dissolve Oxygen</i>	50
4.6.3	Uji Akurasi Estimasi Salinitas	51
4.7	Kondisi Kualitas Perairan.....	53
BAB V PENUTUP		63
5.1	Kesimpulan.....	63

5.2	Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN (A)		67
LAMPIRAN (B)		82
LAMPIRAN (C)		86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2 1 Penginderaan Jauh.....	13
Gambar 3 1 Lokasi Penelitian.....	17
Gambar 3 2 Diagram Alir	19
Gambar 3 3 (a) Tampilan yang belum dilakukan <i>Resampling</i> . (b) Tampilan yang telah dilakukan <i>Resampling</i>	23
Gambar 3 4 (a) Tampilan yang belum dilakukan <i>Modified Normalized Difference Water Index</i> . (b) Tampilan yang telah dilakukan <i>Modified Normalized Difference Water Index</i>	24
Gambar 3 5 Hasil Algoritma TSS	25
Gambar 3 6 Hasil Algoritma DO	25
Gambar 3 7 Hasil Algoritma Salinitas	26
Gambar 4. 1 Hasil <i>Modified Normalized Difference Water Index</i> (MNDWI).....	27
Gambar 4. 2 Hasil Estimasi <i>Total Suspended Solid</i> Tahun 2024.....	28
Gambar 4. 3 <i>Chart Pie</i> TSS tahun 2024	29
Gambar 4. 4 Hasil Estimasi <i>Total Suspended Solid</i> Tahun 2025.....	29
Gambar 4. 5 <i>Chart Pie</i> TSS tahun 2025	30
Gambar 4. 6 Hasil Estimasi <i>Total Suspended Solid</i> Tahun 2026.....	31
Gambar 4. 7 <i>Chart Pie</i> TSS tahun 2026	32
Gambar 4. 8 Hasil estimasi <i>Dissolved Oxygen</i> tahun 2024.....	33
Gambar 4. 9 <i>Chart Pie Dissolved Oxygen</i> (DO) tahun 2024.....	34
Gambar 4. 10 Hasil estimasi <i>Dissolved Oxygen</i> tahun 2025.....	35
Gambar 4. 11 <i>Chart Pie Dissolved Oxygen</i> (DO) tahun 2025.....	36
Gambar 4. 12 Hasil estimasi <i>Dissolved Oxygen</i> tahun 2026.....	37
Gambar 4. 13 <i>Chart Pie Dissolved Oxygen</i> (DO) tahun 2026.....	38
Gambar 4. 14 Hasil Estimasi Salinitas Tahun 2024.....	39
Gambar 4. 15 <i>Chart Pie</i> Salinitas tahun 2024.....	40
Gambar 4. 16 Hasil Estimasi Salinitas Tahun 2025.....	41
Gambar 4. 17 <i>Chart Pie</i> Salinitas tahun 2025.....	42
Gambar 4. 18 Hasil Estimasi Salinitas Tahun 2026.....	43
Gambar 4. 19 <i>Chart Pie</i> Salinitas tahun 2026.....	44

Gambar 4. 20 Diagram Batang Perubahan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) Per-Tahun.....	45
Gambar 4. 21 Diagram Batang Perubahan <i>Dissolve Oxygen</i> (DO) Per-Tahun	46
Gambar 4. 22 Diagram Batang Perubahan Salinitas Per-Tahun.....	47
Gambar 4. 23 Uji akurasi TSS	50
Gambar 4. 24 Uji akurasi DO	51
Gambar 4. 25 Uji akurasi Salinitas	52
Gambar 4. 26 Persebaran titik sampel lapangan	53
Gambar 4. 27 Persebaran titik sampel Citra.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2 1 Baku Mutu Air (Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021)	7
Tabel 2 2 Nilai Indeks Pencemaran (Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021).....	9
Tabel 2 3 Karakteristik Citra Sentinel 2 (Wyss, 1956)	14
Tabel 2 4 Pembagian Kategori koefisien determinasi (Sastroasmoro & Ismael, 2014).....	16
Tabel 3. 1 Alat Penelitian.....	17
Tabel 3. 2 Bahan Penelitian	18
Tabel 4. 1 Presentase persebaran <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) tahun 2024	28
Tabel 4. 2 Presentase persebaran TSS tahun 2025.....	30
Tabel 4. 3 Presentase persebaran TSS tahun 2026.....	31
Tabel 4. 4 Presentase persebaran <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) tahun 2024.....	33
Tabel 4. 5 Presentase persebaran <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) tahun 2025	35
Tabel 4. 6 Presentase persebaran <i>Dissolved Oxygen</i> (DO) tahun 2026	37
Tabel 4. 7 Presentase persebaran Salinitas tahun 2024.....	39
Tabel 4. 8 Presentase persebaran Salinitas tahun 2025.....	41
Tabel 4. 9 Presentase persebaran Salinitas tahun 2026.....	43
Tabel 4. 10 Hasil nilai <i>NMAE</i> TSS Tahun 2026	49
Tabel 4. 11 Hasil nilai <i>NMAE Dissolve Oxygen</i> Tahun 2026	50
Tabel 4. 12 Hasil nilai <i>NMAE</i> Salinitas Tahun 2026	51
Tabel 4. 13 Kondisi kualitas perairan berdasarkan survei lapangan tahun 2026 ...	54
Tabel 4. 14 Persentase kualitas perairan Pesisir Laut Lamongan berdasarkan data survei	54
Tabel 4. 15 Kondisi kualitas perairan berdasarkan pengolahan citra tahun 2024..	56
Tabel 4. 16 Persentase kualitas perairan Pesisir Laut Lamongan berdasarkan pengolahan citra tahun 2024	57
Tabel 4. 17 Kondisi kualitas perairan berdasarkan pengolahan citra tahun 2025..	58
Tabel 4. 18 Presentase kualitas perairan Pesisir Laut Lamongan berdasarkan pengolahan citra tahun 2025	59

Tabel 4. 19 Kondisi kualitas perairan berdasarkan pengolahan citra tahun 2026..	60
Tabel 4. 20 Presentase kualitas perairan Pesisir Laut Lamongan berdasar pengolahan citra tahun 2026	62