

SKRIPSI
ANALISIS LAJU DEFORESTASI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2
MULTITEMPORAL DENGAN PENDEKATAN MACHINE LEARNING
RANDOM FOREST

(Studi Kasus: Kota Batu, Jawa Timur)



Disusun Oleh:

Ilham Nurrohim
2125012

PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI S-1
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2026

LEMBER PERSETUJUAN

**ANALISIS LAJU DEFORESTASI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2
MULTITEMPORAL DENGAN PENDEKATAN MACHINE LEARNING
RANDOM FOREST**

(Studi Kasus: Kota Batu, 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 :

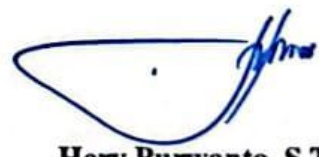
Ilham Nurrohim

NIM. 21.25.012

**Menyetujui :
Dosen Pembimbing I**


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

**Menyetujui :
Dosen Pembimbing II**


Hery Purwanto, S.T., M.Sc.
NIP.P.1030000345

**Menyetujui :
Ketua Program Studi Teknik Geodesi S-1**



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



PT BNI (PERSERO) MALANG
BANK NIAGA MALANG

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 : Ilham Nurrohim
NIM : 2125012
JURUSAN : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : Analisis Laju Deforestasi Menggunakan Citra Sentinel 2
Multitemporal Dengan Pendekatan Machine Learning Random Forest
(Studi Kasus: Kota Batu, Jawa Timur)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Penguji Ujian Skripsi Jenjang Strata I (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 : _____ / _____

Dengan Nilai : _____

Pantia Ujian Skripsi

Ketua Penguji


M. Edwin Tjahjadj, S.T., M.Geom.Sc., Ph.D.


NIP.P. 1039800320

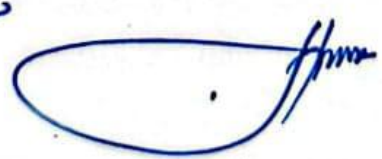
Anggota Penguji

Dosen Penguji II

Dosen Penguji III

Dosen Penguji I


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


Hery Purwanto, S.T., M. Sc.
NIP.Y. 1030000345


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

ANALISIS LAJU DEFORESTASI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2 MULTITEMPORAL DENGAN PENDEKATAN MACHINE LEARNING RANDOM FOREST

(Studi Kasus: Kota Batu, Jawa Timur)

Ilham Nurrohim (21.25.012)

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

Dosen Pembimbing II : Hery Purwanto, S.T.,M.Sc.

ABSTRAK

Deforestasi merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang berdampak pada penurunan fungsi ekologis hutan, seperti berkurangnya daya serap air, meningkatnya risiko banjir bandang dan tanah longsor, serta hilangnya keanekaragaman hayati. Fenomena ini juga terjadi di Kota Batu, Jawa Timur, yang dalam beberapa tahun terakhir mengalami alih fungsi kawasan hutan menjadi ladang hortikultura, lahan terbuka, dan permukiman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan hutan serta menghitung laju deforestasi di Kota Batu pada periode tahun 2016, 2020, 2022, dan 2025 dengan memanfaatkan citra satelit Sentinel-2 multitemporal dan pendekatan *machine learning* algoritma *Random Forest*. Tahapan penelitian meliputi pra-pengolahan citra berupa komposit *band* dan *cropping* sesuai batas wilayah kajian, penentuan *training* area, klasifikasi tutupan lahan, konversi hasil raster menjadi vektor, serta validasi melalui survei lapangan dan uji akurasi menggunakan matriks konfusi dengan standar overall *accuracy* minimal 85%. Hasil analisis menunjukkan bahwa luas hutan lahan tinggi primer di Kota Batu mengalami penurunan dari 8.642,796 ha pada tahun 2016 menjadi 7.142,832 ha pada tahun 2025. Deforestasi terbesar terjadi pada periode 2016–2020 dengan kehilangan hutan seluas 829,719 ha (1,937% per tahun), sedangkan pada periode 2022–2025 laju deforestasi menurun menjadi 135,740 ha (0,423%), yang mengindikasikan adanya perlambatan tekanan terhadap kawasan hutan.

Kata kunci: deforestasi, Kota Batu, Random Forest, Sentinel-2, tutupan hutan.

ANALISIS LAJU DEFORESTASI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2 MULTITEMPORAL DENGAN PENDEKATAN MACHINE LEARNING RANDOM FOREST

(Studi Kasus: Kota Batu, Jawa Timur)

Ilham Nurrohim (21.25.012)

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

Dosen Pembimbing II : Hery Purwanto, S.T.,M.Sc.

ABSTRAK

Deforestation is one of the major environmental issues that leads to the decline of forest ecological functions, such as reduced water infiltration capacity, increased risk of flash floods and landslides, and loss of biodiversity. This phenomenon has also occurred in Batu City, East Java, where forest areas have increasingly been converted into horticultural farmland, open land, and settlements in recent years. This study aims to analyze changes in forest land cover and calculate the deforestation rate in Batu City during the periods of 2016, 2020, 2022, and 2025 by utilizing multitemporal Sentinel-2 satellite imagery and a machine learning approach using the Random Forest algorithm. The research stages include image pre-processing through band composite and cropping based on the study area boundary, training area selection, land cover classification, conversion of raster outputs into vector format, and validation through field surveys and accuracy assessment using a confusion matrix with a minimum overall accuracy standard of 85%. The results indicate that the area of primary highland forest in Batu City decreased from 8,642.796 ha in 2016 to 7,142.832 ha in 2025. The highest deforestation occurred during the 2016–2020 period, with a forest loss of 829.719 ha (1.937% per year), while the deforestation rate declined significantly during 2022–2025 to 135.740 ha (0.423%), suggesting a slowdown in pressure on forest areas.

Keywords: *Batu City, deforestation, forest cover, Random Forest, Sentinel-2.*

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ilham Nurrohim
NIM : 2125012
Progam Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan yang sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul :

ANALISIS LAJU DEFORESTASI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL 2 MULTITEMPORAL DENGAN PENDEKATAN MACHINE LEARNING RANDOM FOREST

(Studi Kasus: Kota Batu, 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,

Yang membuat pernyataan



Ilham Nurrohim

NIM 21.25.012

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya, skripsi yang berjudul “**Analisis Laju Deforestasi Menggunakan Citra Sentinel-2 Multitemporal dengan Pendekatan Machine Learning Random Forest (Studi Kasus: Kota Batu, Jawa Timur)**” ini saya persembahkan kepada:

1. **Kedua orang tua tercinta**, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta pengorbanan tanpa batas. Terima kasih atas setiap perjuangan dan kepercayaan yang menjadi fondasi kuat dalam perjalanan pendidikan saya hingga dapat menyelesaikan studi ini.
2. **Dosen pembimbing saya**, Bapak/Ibu dosen pembimbing, serta seluruh Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang, yang dengan sabar memberikan arahan, ilmu, kritik, saran, dan bimbingan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. **Sahabat dan teman-teman seperjuangan**, yang telah bersama dalam proses belajar, berdiskusi, berbagi pengalaman, serta saling memberikan dukungan selama masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
4. **Staf dan tenaga kependidikan Program Studi Teknik Geodesi**, yang telah membantu berbagai kebutuhan akademik maupun administrasi sehingga proses perkuliahan dan penyusunan skripsi dapat berjalan dengan lancar.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang penginderaan jauh, sistem informasi geospasial, dan pemanfaatan machine learning untuk analisis perubahan tutupan lahan. Selain itu, semoga skripsi ini menjadi langkah awal untuk terus berkarya, belajar, dan memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi masyarakat, bangsa, dan negara.

"Tidak ada keberhasilan tanpa doa, usaha, dan dukungan dari orang-orang yang selalu percaya."

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Laju Deforestasi Menggunakan Citra Sentinel-2 Multitemporal dengan Pendekatan Machine Learning Random Forest (Studi Kasus: Kota Batu, Jawa Timur)” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S-1) pada Program Studi Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bu Feny Arafah, S.T.,M.T., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan, masukan, serta motivasi selama proses penyusunan skripsi.
2. Hery Purwanto, S.T.,M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, saran, dan dukungan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak/Ibu dosen serta staf karyawan Program Studi Teknik Geodesi yang telah memberikan ilmu pengetahuan, bimbingan, dan bantuan selama masa perkuliahan.
4. Kedua orang tua penulis beserta keluarga atas doa, dukungan, moral, serta semangat yang senantiasa diberikan.
5. Teman-teman Teknik Geodesi Angkatan 2021 yang telah membantu dan mendukung penulis selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan di masa mendatang.

DAFTAR ISI

LEMBER PERSETUJUAN	ii
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
LEMBAR PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
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	2
1.6 Sistematika penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1 Hutan	4
2.2 Deforestasi	4
2.3 Penginderaan Jauh	5
2.4 Citra Satelit Sentinel-2	6
2.5 Klasifikasi Citra	7
2.6 Tutupan Lahan	9
2.7 Algoritma Hutan pohon keputusan acak (RF)	10
2.8 Uji akurasi	11
2.9 Analisis Laju Deforestasi	13
2.10 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17

3.2.1	Alat Penelitian	17
3.2.2	Bahan Penelitian.....	17
3.3	Diagram Alir Penelitian	17
3.4	Composite Bands 4,3,2 RGB.....	20
3.5	Cropping citra satelit.....	21
3.6	Trening AOI.....	22
3.7	Random forest classification	24
3.8	Validasi data lapangan.....	25
3.9	Uji akurasi.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Composite Bands 4,3,2 RGB.....	28
4.2	Cropping citra satelit.....	30
4.3	Training Data.....	37
4.4	Analisis tutupan lahan hutan	42
4.5	Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan Tahun 2025	46
4.6	Analisis deforestasi	49
4.6.1	Analisis tahun 2016 dan 2020	50
4.6.2	Analisis tahun 2020 dan 2022	54
4.6.3	Analisis tahun 2022 dan 2025	57
4.6.4	Analisis perubahan Deforestasi	62
BAB V KESIMPULAN		68
5.1	Kesimpulan.....	68
5.2	Saran	69
DAFTAR PUSTAKA		70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hutan	4
Gambar 2. 2 Penginderaan Jauh. Geografi.....	6
Gambar 2. 3 Diagram Random Forest	11
Gambar 3. 1 Citra sentinel 2 Tahun 2025	16
Gambar 3. 2 ADD data	21
Gambar 3. 3 Menu search.....	21
Gambar 3. 4 Input raster.....	21
Gambar 3. 5 ADD data	22
Gambar 3. 6 Windows.....	22
Gambar 3. 7 Image analysis.....	22
Gambar 3. 8 Toolbars	23
Gambar 3. 9 Menu trening sampel.....	23
Gambar 3. 10 Trening sampel.....	23
Gambar 3. 11 Search.....	24
Gambar 3. 12 Train random trees.....	24
Gambar 3. 13 Search.....	25
Gambar 3. 14 Classify raster	25
Gambar 4. 1 Training AOI 2025	39
Gambar 4. 2 Grafik luasan tutupan lahan hutan	44
Gambar 4. 3 Titik validasi lapangan 2025	47
Gambar 4. 4 Peta klasifikasi tutupan lahan 2016 dan 2020.....	51
Gambar 4. 5 Peta klasifikasi tutupan lahan 2020 dan 2022.....	55
Gambar 4. 6 Peta klasifikasi tutupan lahan 2022 dan 2025.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik Band Citra Sentinel-2.....	7
Tabel 2. 2 Kelas penutup lahan skala 1:50.000/1:25.000	9
Tabel 2. 4 Matriks konfusi.....	12
Tabel 3. 1 Pengambilan data foto lapangan.....	25
Tabel 3. 2 Uji akurasi	26
Tabel 4. 1 Composite Bands 4,3,2 RGB.....	29
Tabel 4. 2 Cropping citra satelit dengan batas administrasi Kota Batu.....	32
Tabel 4. 3 Cropping citra satelit dengan Batas hutan Kota Batu	34
Tabel 4. 4 Warna trening AOI.....	37
Tabel 4. 5 Total training sampel.....	40
Tabel 4. 6 Luas (Ha) tutupan lahan hutan.....	43
Tabel 4. 7 Persentase tutupan lahan	43
Tabel 4. 8 Uji akurasi tahun 2025	48
Tabel 4. 9 Luas area tutupan lahan hutan	52
Tabel 4. 10 Analisis laju deforestasi.....	52
Tabel 4. 11 Luas deforestasi per Kecamatan	52
Tabel 4. 12 Luas area tutupan lahan hutan	55
Tabel 4. 13 Analisis laju deforestasi.....	55
Tabel 4. 14 Luas deforestasi per Kecamatan	56
Tabel 4. 15 Luas area tutupan lahan hutan	59
Tabel 4. 16 Analisis laju deforestasi.....	59
Tabel 4. 17 Luas deforestasi per Kecamatan	60
Tabel 4. 18 Validasi lapangan 2025.....	63
Tabel 4. 19 Validasi lapangan 2025.....	65