

SKRIPSI

ANALISIS LAHAN KRITIS DENGAN MEMANFAATKAN *CELLULAR AUTOMATA-ANN* UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN (Studi Kasus: Kabupaten Pasuruan)



Disusun Oleh :

RIZKY THIMOTIUS MBATU

NIM. 2125049

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

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS LAHAN KRITIS DENGAN MEMANFAATKAN *CELLULAR AUTOMATA-ANN* UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN (Studi Kasus: Kabupaten Pasuruan)

Diajukan untuk melengkapi persyaratan dalam mencapai Gelar Sarjana Teknik (ST)
Strata Satu (S1) Teknik Geodesi S-1, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut
Teknologi Nasional Malang

Persetujuan ini diberikan kepada :

Rizky Thimotius Mbatu

NIM. 2125049

Menyetujui,

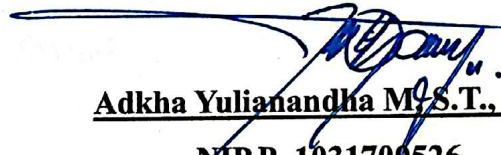
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II



Feny Arafah, S.T., M.T

NIP.P. 1031500516



Adkha Yulianandha M, S.T., M.T

NIP.P. 1031700526

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Geodesi S-1



Dedy Kurnia Sunaryo, 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. 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 : Rizky Thimotius Mbatu
NIM : 2125049
PROGRAM STUDI : TEKNIK GEODESI S-1
JUDUL : ANALISIS LAHAN KRITIS DENGAN MEMANFAATKAN
CELLULAR AUTOMATA-ANN UNTUK PREDIKSI
PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN (Studi Kasus Kabupaten
Pasuruan)

Telah Dipertahankan di Hadapan Panitia Ujian Ujian Sidang Skripsi Jenjang Strata 1 (S-1)

Pada Hari : Senin

Tanggal : 4 Agustus 2025

Dengan Nilai : _____ (Angka)

Panitian Ujian Skripsi

Ketua

Silvester Sari Sai, S.T., M.T

NIP.Y. 1031500518

Dosen Penguji I

Dosen Pendamping

Dosen Penguji II

Dedy Kurnia Sunaryo, S.T., M.T

NIP.P. 1039500280

Feny Arafah, S.T., M.T

NIP.P. 1031500516

Adkha Yulianandha M, S.T., M.T

NIP.P. 1031700526

**ANALISIS LAHAN KRITIS DENGAN MEMANFAATKAN *CELLULAR
AUTOMATA-ANN* UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
(Studi Kasus Kabupaten Pasuruan)**

Rizky Thimotius Mbatu, 2125049

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

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

ABSTRAK

Perkembangan di Kabupaten Pasuruan dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk serta aktivitas pemanfaatan lahan telah mendorong terjadinya perubahan penggunaan lahan, yang pada akhirnya meningkatkan potensi terjadinya lahan kritis. Penelitian ini menggunakan metode *Cellular Automata–Artificial Neural Network (CA-ANN)* dengan tujuan untuk mengetahui distribusi lahan kritis tahun 2025, memprediksi kondisi tutupan lahan hingga 2029, serta menganalisis perubahan lahan kritis. Data penelitian berupa citra Sentinel-2A tahun 2021 dan 2025 yang diklasifikasikan dengan metode *supervised classification algoritma Maximum Likelihood*. Hasil klasifikasi tutupan lahan menunjukkan tingkat *overall accuracy* sebesar 92,16% dan nilai *kappa accuracy* mencapai 89,93% yang menandakan klasifikasi cukup baik. Analisis tingkat kekritisan lahan tahun 2025 memperlihatkan bahwa luas lahan kritis mencapai 27,33%, dengan kategori dominan adalah Agak Kritis seluas 18,14%. Prediksi hingga tahun 2029 menunjukkan adanya kenaikan lahan kritis sebesar 0,54% dibandingkan kondisi tahun 2025, dengan peningkatan terbesar terjadi di Kecamatan Tosari. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa metode *CA-ANN* dapat digunakan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan secara spasial.

Kata kunci: lahan kritis, *CA-ANN*, prediksi tutupan lahan, penginderaan jauh.

**ANALYSIS OF CRITICAL LAND USING CELLULAR AUTOMATA-ANN
FOR LAND COVER CHANGE PREDICTION
(Case Study: Pasuruan Regency)**

Rizky Thimotius Mbatu, 2125049
Supervisor I : Feny Arafah, S.T., M.T
Supervisor II: Adkha Yulianandha M, S.T., M.T

ABSTRACT

The development of Pasuruan Regency, driven by population growth and land-use activities, has led to significant land-use changes, ultimately increasing the potential for critical land areas. This study applies the Cellular Automata–Artificial Neural Network (CA-ANN) method to determine the distribution of critical land in 2025, predict land cover conditions up to 2029, and analyze changes in critical land areas. The research utilizes Sentinel-2A imagery from 2021 and 2025, classified using the supervised classification method with the Maximum Likelihood algorithm. The land cover classification results achieved an overall accuracy of 92.16% and a kappa accuracy of 89.93%, indicating a high level of classification reliability. The 2025 critical land assessment reveals that 27.33% of the area is categorized as critical land, with the dominant class being Moderately Critical, covering 18.14%. Projections for 2029 indicate an increase in critical land by 0.54% compared to 2025, with the most significant rise occurring in Tosari District. These findings demonstrate that the CA-ANN method can effectively predict spatial land cover changes.

Keywords: critical land, CA-ANN, land cover prediction, remote sensing.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rizky Thimotius Mbatu
NIM : 2125049
Program Studi : Teknik Geodesi S-1
Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa SKRIPSI saya yang berjudul :

**ANALISIS LAHAN KRITIS DENGAN MEMANFAATKAN *CELLULAR*
AUTOMATA-ANN UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
(Studi Kasus Kabupaten Pasuruan)**

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

Malang, 20 Agustus 2025
Yang Membuat Pernyataan



Rizky Thimotius Mbatu
2125049

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji Tuhan Terima Kasih Tuhan Yesus anakmu mmengucap syukur atas kasih dan karuniamu Bapa yang selalu Engkau berikan kepada anakmu ini Tuhan, hingga mampu menyelesaikan tugas dan tanggung jawab sebagai seorang Mahasiswa Teknik Geodesi S-1 di ITN Malang
Penulisan Sripsi saya ini saya persembahkan kepada

Tuhan Yesus Kritstus

Yang begitu luar biasa yang tidak pernah meninggalkan dan melepaskan dan selalu menuntun saya disetiap langkah saya dan proses saya.

Yeremia 29:11

Sebab Aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada padaku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN, yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan.

Bapa deng Mama

Terima Kasih banyak untuk Doa buat anakmu ini, terima kasih banyak selalu mendukung dan selalu ada untuk anakmu ini. Anakmu ini suatu saat nanti akan membahagiakan Bapa deng Mama. Terima kasih banyak.

Tata, Faldi, Teo

Terima kasih banyak untuk Doa yang tidak pernah henti dan selalu mendukung disetiap langkah saya, skripsi ini sebagai bukti atas dukungan yang luar biasa dan doa yang selalu mengiringi setiap langkah saya.

Almh. Oma Antonia

Kepada Oma Tercinta yang telah memberikan saya kasih sayang, perhatian dan dukungan sepanjang hidup saya. Saya persembahkan skripsi ini sebagai tanda kasih dan sayang saya kepada oma. Semoga skripsi ini menjadi berkat bagi banyak orang dan membuat oma bangga.

Untuk basodara saya semua

Rakat Geodesi21, Geodesi21, kost gacor BD27, Sobat magang MSIB, senior dan junior Teknik Geodesi, sodara-sodari SKP, pemuda dan pemudi Jekalthie. Terima kasih atas dukungan dan segala hal yang luar biasa dan terima kasih sudah mau sama-sama berproses.

SALAM HORMAT

MOTTO:

“Ora et Labora”

Berdoa dan Bekerja

KATA PENGANTAR

Puji Syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“ANALISIS LAHAN KRITIS DENGAN MEMANFAATKAN *CELLULAR AUTOMATA-ANN* UNTUK PREDIKSI PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN”**. Merupakan bagian dari tugas akhir dalam memperoleh gelar Sarjan Teknik di program studi Teknik Geodesi Institut Teknologi Nasional Malang

Selama Proses penelitian ini, saya mendapat banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Sehingga dalam kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada

1. Tuhan Yesus Kristus atas berkat dan kasih karunianya selama saya berkuliah di Institut Teknologi Nasional Malang dan atas ijinnya saya diberikan kelancaran selama melakukan penelitian hingga boleh menyelesaikan skripsi.
2. Ibu Feny Arafah, ST.,MT, selaku dosen pembimbing I yang sudah memberikan bimbingan, masukan, serta saran baik penulisan maupun teknis pengerjaan sebagai akibatnya skripsi ini bisa selesai.
3. Bapak Adkha Yulianandha M, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang sudah memberikan bimbingan, masukan, serta saran baik penulisan maupun teknis pengerjaan sebagai akibatnya skripsi ini bisa selesai.
4. Bapak/ibu Dosen program studi Teknik Geodesi ITN Malang yang sudah memberikan banyak ilmu dan pengalaman, sehingga dapat membantu penulis dalam proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi.
5. Orang tua aku bersama keluarga yang selalu menyampaikan dukungan dan do'a supaya diberikan kelancaran dalam proses perkuliahan hingga bisa menyusun skripsi hingga dapat selesai dengan baik.
6. Teman - teman angkatan 2021 yang telah bersama – sama dari awal perkuliahan hingga akhir perkuliahan, yang saling menopang satu sama lain hingga tahap - tahap akhir.

7. Basodara idus, santa, ronal, izul, Efrem, Diky dan semua basodara lainnya yang selalu memberikan bantuan, semangat dan masukan dalam menyusun ataupun dalam perjalanan perkuliahan

Malang, 20 Agustus 2025

Rizky Thimotius Mbatu

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
BERITA ACARA UJIAN SEMINAR HASIL SKRIPSI.....	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
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 Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Lahan Kritis	5
2.1.1 Faktor Penyebab Lahan Kritis	5
2.1.2 Kriteria Penentuan Lahan Kritis	7
2.2 Tutupan Lahan	16
2.3 <i>Cellular Automata</i>	19
2.3.1 <i>Cellular Automata ANN (Artificial Neural Network)</i>	20
2.4 Penginderaan Jauh.....	22
2.5 Level Data	23
2.5.1 Sentinel 2A	24
2.6 <i>Supervised Classification</i> (Klasifikasi Terbimbing).....	25

2.7 Validasi Lapangan	26
2.8 Uji Akurasi.....	27
2.9 Sistem Informasi Geografis	28
2.9.1 <i>Overlay</i>	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Lokasi Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.2.1 Alat Penelitian.....	31
3.2.2 Bahan Penelitian	32
3.4. Diagram Alir Tutupan Lahan.....	34
3.5. Diagram Alir Lahan Kritis.....	37
3.6 Pengolahan Data.....	40
3.6.1 Pengolahan Citra Sentinel.....	40
3.6.2 Pengolahan Klasifikasi Tutupan Lahan	41
3.6.3 Proses Penentuan Titik Sampel.....	44
3.6.4 Proses Uji Akurasi	44
3.6.5 Proses Prediksi Tutupan Lahan 2029.....	45
3.6.6 Proses Pengolahan Erosi.....	46
3.6.7 Pengolahan Peta Kelerengan <i>Demnas</i>	54
3.6.8 Proses Pengolahan Skor Kekritisasi Lahan	57
3.6.9 Proses Pengolahan Tingkat Kekritisasi Lahan	59
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	61
4.1 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan	61
4.1.1 Hasil Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2021	61
4.1.2 Hasil Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2025	63
4.1.3 Hasil Uji Akurasi Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2025	65
4.2 Hasil Prediksi Tutupan Lahan Metode <i>CA-ANN</i> Tahun 2029	67
4.2.1 Hasil Perbandingan Tutupan Lahan Tahun 2025 Dan 2029	69
4.3 Hasil Lahan Kritis Tahun 2025.....	70
4.4 Hasil Lahan Kritis Tahun 2029.....	84
4.4.1 Hasil Perbandingan Tingkat Kekritisasi Lahan Tahun 2025 Dan 2029.....	85

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran.....	91
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN.....	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh Lahan Kritis	5
Gambar 2.2 Cellular Automata	19
Gambar 2.3 Ilustrasi Jaringan <i>ANN</i>	21
Gambar 2.4 Ilustrasi Penginderaan Jauh.....	22
Gambar 2.5 Perbedaan Citra sentinel dan Citra Landsat	24
Gambar 2.6 Klasifikasi Citra.....	25
Gambar 2.7 Analisis Overlay	29
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian.....	31
Gambar 3.2 Diagram Alir Tutupan Lahan.....	34
Gambar 3.3 Diagram Alir Lahan Kritis.....	37
Gambar 3.4 Proses Layer Stacking	40
Gambar 3.5 Hasil Pengolahan Sentinel 2021	41
Gambar 3.6 Hasil Pengolahan Sentinel 2025.....	41
Gambar 3.7 Proses Pembuatan Training Sampel Kelas	42
Gambar 3.8 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan 2021	43
Gambar 3.9 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan 2025	43
Gambar 3.10 Proses Artificial Neural Network	45
Gambar 3.11 Proses Prediksi Tahun 2029.....	46
Gambar 3.12 Hasil Prediksi Tutupan Lahan 2029	46
Gambar 3.13 Perhitungan Nilai Rumus USLE	53
Gambar 3.14 Hasil Perhitungan Dan Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi	54
Gambar 3.15 Tingkat Bahaya Erosi	54
Gambar 3.16 Proses Classification Kelas Lereng	55
Gambar 3.17 Kelerengan Pasuruan.....	55
Gambar 3.18 Perhitungan Skor PL Dan Erosi	58
Gambar 3.19 Perhitungan Dan Pengkelasan Lahan Kritis.....	58
Gambar 3.20 Skor kekritisn lahan 2025.....	59
Gambar 3.21 Skor Kekritisn Lahan 2029.....	59
Gambar 3.22 Tingkat Kekritisn 2025	60

Gambar 3.23 Tingkat Kekritisan 2029	60
Gambar 4.1 Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2021	61
Gambar 4.2 Diagram Presentase Tutupan Lahan Tahun 2021	62
Gambar 4.3 Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2025	63
Gambar 4.4 Diagram Luas Tutupan Lahan Tahun 2025	64
Gambar 4.5 Penyebaran Titik Sampel Untuk Validasi.....	65
Gambar 4.6 Hasil Prediksi Tutupan Lahan Metode CA-ANN	67
Gambar 4.7 Diagram Luas Tutupan Lahan Tahun 2029	68
Gambar 4.8 Perbandingan Luas Tutupan Lahan Tahun 2025 dan 2029	70
Gambar 4.9 Lahan Kritis di Kabupaten Pasuruan.....	73
Gambar 4.11 Tingkat Lahan Kritis Kabupaten Pasuruan Tahun 2025.....	74
Gambar 4.10 Peta Validasi Lahan Kritis	74
Gambar 4.12 Lahan Tidak kritis Daerah Persawahan	76
Gambar 4.13 Hasil Analisa Lahan Kritis Di Luar Kawasan Hutan Lindung.....	76
Gambar 4.14 Hasil Analisa Peta Erosi Dan Kemiringan Lereng	77
Gambar 4.15 Lahan Potensial Kritis	77
Gambar 4.16 Hasil Analisa Lahan Kritis Di Dalam Kawasan Hutan	78
Gambar 4.17 Hasil Analisa Peta Erosi Dan Kemiringan Lereng	78
Gambar 4.18 Lahan Agak Kritis Pertanian Lahan Kering	79
Gambar 4.19 Hasil Analisa Lahan Kritis Di Luar Kawasan Hutan	79
Gambar 4.20 Hasil Analisa Peta Erosi Dan Kemiringan Lereng	80
Gambar 4.21 Lahan Kritis Daerah Pertanian Lahan Kering	80
Gambar 4.22 Hasil Analisa Lahan Kritis Di Dalam Kawasan Hutan	81
Gambar 4.23 Hasil Analisis Peta Erosi Dan Kemiringan Lereng	81
Gambar 4.24 Lahan Sangat Kritis Daerah Pertanian	82
Gambar 4.25 Hasil Analisis Lahan Sangat Kritis Diluar kawasan Hutan.....	82
Gambar 4.26 Hasil Analisis Peta Erosi Dan Kemiringan Lereng	83
Gambar 4.27 Tingkat Lahan Kritis Kabupaten Pasuruan Tahun 2029.....	85
Gambar 4.28 Diagram Luas Lahan Kritis Tahun 2025 dan 2029	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas Penutup Lahan.....	7
Tabel 2.2 Nilai Erodibilitas	10
Tabel 2.3 Nilai LS	10
Tabel 2.4 Nilai CP	10
Tabel 2.5 kelas erosi.....	11
Tabel 2.6 Skor Kelas Erosi.....	12
Tabel 2.7 Kelas Kelerengan	12
Tabel 2.8 Fungsi Kawasan Hutan.....	12
Tabel 2.9 Skor penutup lahan dan erosi	13
Tabel 2.10 Skor Kekritisasi Lahan.....	14
Tabel 2.11 Skor lahan kritis di dalam kawasan	15
Tabel 2.12 Skor lahan kritis di luar kawasan	15
Tabel 2.13 Kelas penutup lahan skala 1:50.000/1:25.000	16
Tabel 2.14 Nilai Uji Kappa	22
Tabel 2.15 Karakteristik Sentinel 2	25
Tabel 2.16 Confusion Matrix	27
Tabel 2.17 Variabel, Indikator, dan Parameter	30
Tabel 3.1 Alat	31
Tabel 3.2 Bahan.....	32
Tabel 3.3 Curah Hujan (mm)	47
Tabel 3.4 Nilai (R) Kabupaten Pasuruan Tahun 2016-2024	48
Tabel 3.5 Nilai Faktor Erodibilitas Tanah	49
Tabel 3.6 Erodibilitas Tanah.....	50
Tabel 3.7 Nilai LS Kabupaten Pasuruan	51
Tabel 3.8 Nilai CP Tahun 2025	52
Tabel 3.9 Luas Kelas Lereng Kabupaten Pasuruan.....	56
Tabel 4.1 Luasan Tutupan Lahan Kabupaten pasuruan Tahun 2021	62
Tabel 4.2 Luasan Kabupaten Pasuruan Tahun 2025	64
Tabel 4.3 Hasil Uji Akurasi Tutupan Lahan Tahun 2025	66

Tabel 4.4 Luasan Kabupaten Pasuruan Tahun 2029	67
Tabel 4.5 Luas Tutupan Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2025 dan 2029	69
Tabel 4.6 Luas Tingkat Kekritisian Lahan Kabupaten Pasuruan Tahun 2025	71
Tabel 4.8 Prediksi Luas Tingkat Kekritisian Lahan Tahun 2029	84
Tabel 4.9 Perbandingan Luas Perkecamatan 2025 dan 2029	86
Tabel 4.10 Tingkat Kekritisian Lahan Tahun 2025 dan 2029	89