



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PEMODELAN ANCAMAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN  
*MACHINE LEARNING* DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
(STUDI KASUS : KECAMATAN GUNUNGPATI, KOTA SEMARANG)**

**TUGAS AKHIR**

**MOCHAMAD SULTAN RAJA**

**21110118130083**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2023**



**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**PEMODELAN ANCAMAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN  
*MACHINE LEARNING* DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
(STUDI KASUS : KECAMATAN GUNUNGPATI, KOTA SEMARANG)**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana  
(Strata -1)**

**MOCHAMAD SULTAN RAJA**

**21110118130083**

**FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG  
SEPTEMBER 2023**

## HALAMAN PERNYATAAN

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang  
Dikutip mau pun dirujuk telah Saya nyatakan dengan benar

Nama : MOCHAMAD SULTAN RAJA

NIM : 21110118130083

Tanda Tangan : 

Tanggal : September 2023

## HALAMAN PENGESAHAN



Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : MOCHAMAD SULTAN RAJA  
NIM : 21110118130083  
Departemen/Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI  
Judul Skripsi :

**PEMODELAN ANCAMAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN  
*MACHINE LEARNING* DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS  
(STUDI KASUS : KECAMATAN GUNUNGPATI, KOTA SEMARANG)**

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana/S1 pada Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.**

### TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Arief Laila Nugraha, S.T., M.Eng.  
Pembimbing 2 : M. Adnan Yusuf, S.T., M.Eng.  
Penguji 1 : Moehammad Awaluddin S.T., M.T.  
Penguji 2 : Bandi Sasmito, ST., MT.

()  
()  
()  
()

Semarang, September 2023  
Departemen Teknik Geodesi  
Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro



Dr., L.M. Sabri, ST., M.T.  
NIP. 197703092008121001

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir yang sangat berarti ini alhamdulillah atas berkat dan rahmat Allah Subhanahu Wa Ta'ala, dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik dan lancar.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua orang tua saya Abah dan Mama, adik – adik saya, dan seluruh keluarga saya yang senantiasa mendukung dan mendoakan yang terbaik untuk saya. Terima kasih untuk motivasi, dukungan, dan doa untuk saya, sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini sampai selesai.
2. Diri saya sendiri, Mochamad Sultan Raja. Terima kasih sudah menyelesaikan dan selalu berjuang untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini walau dengan segala rintangan yang ada, semoga selalu bisa bermanfaat bagi banyak orang nantinya.
3. Teman – teman dan sahabat seperjuangan Teknik Geodesi Angkatan 2018, yang selalu membantu dan menemani dari awal hingga akhir kuliah ini, semoga kalian semua diberi kelancaran dan kesuksesan nantinya. Aamiin.

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji bagi Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan karunia dan kesehatan, sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tidak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya penuh perjuangan, cerita, pembelajaran dan motivasi maka dari itu Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. L.M. Sabri, ST., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro sekaligus dosen wali yang telah memberikan pengarahan dan motivasi saya sepanjang perkuliahan.
2. Bapak Arief Laila Nugraha, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
3. Bapak M. Adnan Yusuf, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen Departemen Teknik Geodesi yang memberikan ilmu, bimbingan, serta saran selama proses perkuliahan serta selama penyusunan Tugas Akhir.
5. Seluruh Karyawan Tata Usaha Teknik Geodesi yang telah membantu dalam hal mengurus administrasi selama perkuliahan dan penyelesaian tugas akhir.
6. Pemerintah Kecamatan Gunungpati yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian tugas akhir di wilayah tersebut.
7. Kementrian ESDM Provinsi Jawa Tengah, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Badan Penanggulangan Bencana Daerah, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah, Dinas Penataan Ruang Kota Semarang yang telah menyediakan data penelitian untuk tugas akhir.
8. Teman-teman Astama Suta Buwana Teknik Geodesi angkatan 2018, rekan seperjuangan dalam menimba ilmu. Semangat dan sukses untuk kalian semua.
9. Serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan semangat yang membantu penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak.

Semarang, September 2023

A handwritten signature in black ink, consisting of a stylized 'M' followed by 'i' and a horizontal line.

Mochamad Sultan Raja

21110118130083

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : MOCHAMAD SULTAN RAJA  
NIM : 21110118130083  
Departemen/Program Studi : S1 TEKNIK GEODESI  
Fakultas : TEKNIK  
Jenis Karya : SKRIPSI

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Nonexclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**PEMODELAN ANCAMAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (STUDI KASUS : KECAMATAN GUNUNGPATI, KOTA SEMARANG)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang

Pada tanggal : September 2023

Yang menyatakan



Mochamad Sultan Raja

NIM. 21110118130083



## ABSTRAK

Kota Semarang merupakan salah satu kota yang cukup tinggi ancaman tanah longsornya. Menurut data yang dihimpun oleh BPBD Kota Semarang sepanjang tahun 2021 terdapat 146 kejadian tanah longsor di berbagai daerah di Kota Semarang. Salah satu bentuk mitigasi dari akibat tanah longsor ini ialah dilakukan kajian risiko bencana untuk tanah longsor. Kajian risiko bencana tanah longsor meliputi pemetaan ancaman, pemetaan kerentanan, dan pemetaan kapasitas terhadap tanah longsor. Fokus pada penelitian ini adalah pemetaan ancaman tanah longsor, sebagai kajian utama pada penelitian yang berfokus pada parameter-parameter yang dapat memungkinkan terjadinya longsor. Daerah penelitian yang dipilih adalah Kecamatan Gunungpati, yang sepanjang tahun 2013-2022 mengalami 76 kejadian tanah longsor juga terkenal dengan daerah dengan elevasi yang bervariasi dan berlokasi dikaki Gunung Ungaran membuat daerah ini menjadi salah satu daerah yang juga rawan tanah longsor. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis perbandingan hasil pemodelan ancaman tanah longsor menggunakan *machine learning* dengan metode *Artificial Neural Network*, dikarenakan kemampuan algoritma ANN yang mampu memodelkan pola ancaman tanah longsor yang cukup kompleks dan *non linear*. Hasil pemodelan akan dibandingkan dengan hasil ancaman dengan menggunakan metode skoring dan bobot mengacu pada Permen PU No. 22/PRT/M/2007, dimana hasil skoring di Kecamatan Gunungpati menunjukkan kelas rendah dengan luas 28,532 km<sup>2</sup> atau 47,72%. Kemudian untuk kelas sedang memiliki luas 27,328 km<sup>2</sup> atau 45,71%, dan untuk kelas tinggi memiliki luas 3,931 km<sup>2</sup> atau 6,57%. Sedangkan untuk hasil ANN, di Kecamatan Gunungpati didominasi oleh kelas sedang dengan luas 27,993 km<sup>2</sup> atau 46,9%. Kemudian untuk kelas tinggi memiliki luas 21,93 km<sup>2</sup> atau 36,7%, dan untuk kelas rendah memiliki luas 9,868 km<sup>2</sup> atau 16,4%.

Kata kunci: Ancaman, Tanah Longsor, Skoring, *Machine Learning*, *Artificial Neural Network*

## **ABSTRACT**

*The city of Semarang is one of the cities where the threat of landslides is quite high. According to data collected by BPBD Semarang City throughout 2021, there were 146 landslide incidents in various areas in Semarang City. One form of mitigation for the consequences of landslides is to carry out a disaster risk assessment for landslides. Landslide disaster risk assessment includes threat mapping, vulnerability mapping and capacity mapping for landslides. The focus of this research is mapping the threat of landslides, as the main study in research that focuses on parameters that can allow landslides to occur. The research area chosen was Gunungpati District, which throughout 2013-2022 experienced 76 landslides. It is also known as an area with varying elevations and is located at the foot of Mount Ungaran, making this area one of the areas that is also prone to landslides. The method used in this research is a comparative analysis of the results of landslide threat modeling using machine learning with artificial neural network methods, due to the ability of the ANN algorithm which is able to model quite complex and non-linear landslide threat patterns. The modeling results will be compared with the threat results using the scoring and weighting method referring to Minister of Public Works Regulation No. 22/PRT/M/2007, where the scoring results in Gunungpati District showed low class with an area of 28,532 km<sup>2</sup> or 47.72%. Then the medium class has an area of 27,328 km<sup>2</sup> or 45.71%, and the high class has an area of 3,931 km<sup>2</sup> or 6.57%. Meanwhile, for the ANN results, Gunungpati District is dominated by the medium class with an area of 27,993 km<sup>2</sup> or 46.9%. Then the high class has an area of 21.93 km<sup>2</sup> or 36.7%, and the low class has an area of 9,868 km<sup>2</sup> or 16.4%.*

*Key words: Susceptibility, Landslide, Score, Machine Learning, Artificial Neural Network*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	viii
<b>ABSTRAK</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3
I.3.1 Tujuan Penelitian.....	3
I.3.2 Manfaat Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	4
I.5 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
II.1 Penelitian Terdahulu.....	6
II.2 Tanah Longsor.....	8
II.3 Pemetaan Ancaman Tanah Longsor.....	10
II.4 Inventarisasi Kejadian Tanah Longsor.....	13
II.5 <i>Machine Learning</i> .....	13
II.6 <i>Deep Learning</i> .....	14
II.7 <i>Artificial Neural Network</i> .....	14
II.8 <i>Training &amp; Testing Data</i> .....	16
II.9 Metrik Evaluasi.....	17
II.9.1 Matriks Konfusi.....	17
II.9.2 <i>True Positive Rate</i> .....	18
II.9.3 <i>True Negative Rate</i> .....	18

II.9.4	Akurasi .....	18
II.9.5	<i>Precision and Recall</i> .....	19
II.9.6	Kurva <i>Receiver Operating Characteristic (ROC)</i> .....	19
II.10	Penentuan Titik Sampel Berdasarkan ISO 19157 .....	20
II.11	Validasi .....	21
II.12	Sistem Informasi Geografis.....	22
<b>BAB III</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	24
III.1	Gambaran Umum Area Penelitian .....	24
III.2	Alat dan Data Penelitian.....	25
III.3	Diagram Alir Penelitian .....	27
III.4	Tahapan Pengumpulan Data .....	28
III.5	Tahap Pengolahan Data.....	28
III.5.1	Penentuan Bobot untuk Parameter Peta Ancaman Tanah Longsor .....	28
III.5.2	Pembuatan Peta Ancaman Tanah Longsor .....	29
III.5.3	Pembuatan Peta Ancaman Tanah Longsor dengan <i>Artificial Neural Network</i> .....	44
III.5.4	Nilai AUC dan Kurva ROC .....	54
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	56
IV.1	Hasil dan Pembahasan Peta Parameter Ancaman Tanah Longsor.....	56
IV.1.1	Hasil dan Pembahasan Parameter Peta Curah Hujan.....	56
IV.1.2	Hasil dan Pembahasan Parameter Peta Tutupan Lahan .....	57
IV.1.3	Hasil dan Pembahasan Parameter Kemiringan Lereng.....	59
IV.1.4	Hasil dan Pembahasan Parameter Peta Jenis Tanah .....	61
IV.1.5	Hasil dan Pembahasan Parameter Peta Jenis Batuan .....	62
IV.2	Hasil dan Pembahasan Peta Ancaman Tanah Longsor Permen PU.....	64
IV.3	Hasil dan Pembahasan Peta Ancaman Tanah Longsor Algoritma ANN .....	67
IV.3.1	Hasil dan Pembahasan Nilai AUC dan Kurva ROC .....	69
IV.4	Validasi Hasil Peta Permen dan ANN dengan Lapangan .....	70
IV.5	Analisis Kesesuaian Hasil Peta Permen dan Model ANN.....	72

IV.6	Analisis <i>Overlay</i> Hasil Peta Ancaman Model Permen dan Model ANN	73
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	76
V.1	Kesimpulan	76
V.2	Saran	76
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		xviii
<b>LAMPIRAN</b>		L-1

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Bagan <i>Machine Learning</i> .....	14
Gambar II-2 Cara Kerja ANN.....	15
Gambar II-3 <i>Layer</i> yang terdapat dalam konfigurasi ANN .....	15
Gambar II-4 Bagan Matriks Konfusi .....	17
Gambar II-5 Bentuk Kurva ROC .....	20
Gambar III-1 Peta Kecamatan Gunungpati .....	24
Gambar III-2 Peta Bahaya Tanah Longsor melalui <i>inaRisk Mobile</i> .....	25
Gambar III-3 Diagram Alir Penelitian .....	27
Gambar III-4 Diagram Alir Pembuatan Peta Ancaman Tanah Longsor.....	30
Gambar III-5 Titik Lokasi Pos Klimatologi.....	31
Gambar III-6 Jendela <i>IDW Interpolation</i> .....	31
Gambar III-7 Hasil <i>IDW Interpolation</i> .....	31
Gambar III-8 Hasil Pemotongan Raster Curah Hujan .....	32
Gambar III-9 <i>Attribut</i> Tabel Curah Hujan .....	32
Gambar III-10 Visualisasi Peta Curah Hujan.....	32
Gambar III-11 Data Tutupan Lahan Kota Semarang.....	33
Gambar III-12 Citra Satelit SPOT 6.....	33
Gambar III-13 Hasil Pemotongan Tutupan Lahan dan Citra.....	34
Gambar III-14 Jendela <i>Properties</i> .....	34
Gambar III-15 Fitur <i>Enable Topological Editing</i> .....	34
Gambar III-16 Fitur <i>Vertex Tool</i> .....	35
Gambar III-17 Pembaruan Fitur Poligon Tutupan Lahan .....	35
Gambar III-18 Visualisasi Peta Tutupan Lahan.....	35
Gambar III-19 Persebaran Titik Validasi Tutupan Lahan.....	37
Gambar III-20 Visualisasi Peta Kemiringan Lereng.....	40
Gambar III-21 Visualisasi Titik Kejadian Longsor .....	40
Gambar III-22 Visualisasi Peta Jenis Tanah .....	41
Gambar III-23 Visualisasi Peta Jenis Batuan.....	42
Gambar III-24 Visualisasi Ancaman Tanah Longsor Skor Bobot.....	44
Gambar III-25 Fitur <i>Rasterize</i> .....	46
Gambar III-26 Jendela Pengaturan <i>Rasterize</i> .....	46

Gambar III-27 Titik Proses untuk <i>Training</i> dan <i>Testing</i> .....	47
Gambar III-28 <i>Models</i> pra-pengolahan ANN .....	47
Gambar III-29 Jendela Pengolahan GU 1 .....	48
Gambar III-30 Jendela <i>models</i> GU 2 .....	48
Gambar III-31 Jendela <i>models</i> GU 3 .....	49
Gambar III-32 Titik <i>Training</i> .....	49
Gambar III-33 Jendela <i>models</i> GU 4 .....	49
Gambar III-34 Titik <i>Training</i> dan <i>Testing</i> dalam bentuk .csv .....	50
Gambar III-35 Pengaturan Penyimpanan Lembar Kerja .....	50
Gambar III-36 Data Pelatihan Parameter.....	50
Gambar III-37 Data Pengujian Parameter.....	51
Gambar III-38 Data Numerik yang sudah digabungkan .....	51
Gambar III-39 Hasil <i>Neural Network Data Training</i> .....	51
Gambar III-40 Bentuk <i>Hidden Layer Data Training</i> .....	52
Gambar III-41 <i>Input Data Raster</i> untuk ANN.....	52
Gambar III-42 <i>Stacking Raster</i> .....	53
Gambar III-43 Konversi ke <i>Dataframe</i> .....	53
Gambar III-44 Tabel Konversi Nilai Raster.....	53
Gambar III-45 Konversi Nilai Raster ke Numerik <i>Binary</i> .....	53
Gambar III-46 Komputasi Prediksi Ancaman dengan ANN .....	54
Gambar III-47 Hasil Model Ancaman Longsor dengan ANN.....	54
Gambar III-48 Rasio Kesuksesan dan Rasio Prediksi Model ANN .....	55
Gambar IV-1 Peta Curah Hujan.....	56
Gambar IV-2 Peta Tutupan Lahan .....	58
Gambar IV-3 Peta Kemiringan Lereng .....	60
Gambar IV-4 Peta Jenis Tanah .....	61
Gambar IV-5 Peta Jenis Batuan .....	63
Gambar IV-6 Peta Ancaman Tanah Longsor Permen PU .....	65
Gambar IV-7 Persentase Tingkat Ancaman Tanah Longsor Permen PU .....	65
Gambar IV-8 Peta Ancaman Tanah Longsor Hasil Algoritma ANN .....	67
Gambar IV-9 Persentase Tingkat Ancaman Tanah Longsor Hasil ANN .....	68
Gambar IV-10 Rasio Kesuksesan dan Rasio Prediksi Model ANN .....	70

Gambar IV-11 Titik Validasi Kejadian Tanah Longsor .....	70
Gambar IV-12 <i>Overlay</i> Perubahan Kelas Kedua Model.....	74



## DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Critical <i>Review</i> Jurnal .....	6
Tabel II-2 Parameter, Pembobotan dan Skor Ancaman Tanah Longsor .....	10
Tabel III-1 Ringkasan Skor dan Bobot Parameter Tanah Longsor.....	28
Tabel III-2 Data Curah Hujan Kota Semarang Tahun 2021 .....	30
Tabel III-3 Perhitungan Titik Sampel Validasi .....	36
Tabel III-4 Total Klasifikasi per Tutupan Lahan .....	36
Tabel III-5 Jumlah Unsur Kesalahan Klasifikasi .....	37
Tabel III-6 Matriks Kesalahan Klasifikasi .....	38
Tabel III-7 Matriks Kesalahan Relatif .....	38
Tabel III-8 Skor dan Bobot Parameter Ancaman Tanah Longsor .....	42
Tabel III-9 <i>Gridcode</i> Jenis Tanah .....	45
Tabel III-10 <i>Gridcode</i> Jenis Batuan .....	45
Tabel III-11 <i>Gridcode</i> Tutupan Lahan .....	45
Tabel IV-1 Luas dan Persentase Tutupan Lahan .....	58
Tabel IV-2 Luas dan Persentase Kelerengan .....	61
Tabel IV-3 Luas dan Persentase Jenis Tanah.....	62
Tabel IV-4 Luas dan Persentase Jenis Batuan .....	64
Tabel IV-5 Luas dan Persentase Ancaman Tanah Longsor .....	65
Tabel IV-6 Perhitungan Luas Ancaman Masing-Masing Kelurahan.....	66
Tabel IV-7 Luas dan Persentase Ancaman Tanah Longsor .....	68
Tabel IV-8 Perhitungan Luas Ancaman Masing-Masing Kelurahan.....	69
Tabel IV-9 Validasi Data Kejadian Tanah Longsor .....	71
Tabel IV-10 Perbandingan Hasil Pemodelan .....	72
Tabel IV-11 Perbandingan Kesesuaian Model .....	73
Tabel IV-12 Luasan Perubahan Kelas Model Ancaman Tanah Longsor .....	74