



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS ZONA RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (FAHP)**

(Studi Kasus : Kabupaten Boyolali)

TUGAS AKHIR

**AZAM AMINUDIN
21110118120028**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
2022**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS ZONA RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (FAHP)
(Studi Kasus : Kabupaten Boyolali)**

TUGAS AKHIR

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

**AZAM AMINUDIN
21110118120028**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEODESI**

**SEMARANG
2022**

HALAMAN PERNYATAAN

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip
maupun dirujuk
Telah saya nyatakan dengan benar**

Nama : AZAM AMINUDIN

NIM : 21110118120028

Tanda Tangan :



Tanggal : 19 Desember 2022

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Azam Aminudin
NIM : 21110118120028
PROGRAM STUDI : S1-Teknik Geodesi
Judul Skripsi :

ANALISIS ZONA RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN
METODE *FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (FAHP)

(Studi Kasus : Kabupaten Boyolali)

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

TIM PENGUJI

Pembimbing 1 : Arwan Putra Wijaya, S.T., M.T.
Pembimbing 2 : Dr. Firman Hadi, S.Si., M.T.
Penguji 1 : Dr. L.M. Sabri, S.T., M.T.
Penguji 2 : Reyhan Azeriansyah, S.T., M.Eng.

()
()
()
( 26/11-2022)

Semarang, 19 Desember 2022

Program Studi Teknik Geodesi


Prasetyo, S.T., M.T.
NIP. 197904232006041001

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, meskipun proses belajar sesungguhnya tak akan pernah berhenti. Tugas akhir ini sesungguhnya bukanlah sebuah kerja individual dan akan sulit terlaksana tanpa bantuan banyak pihak yang tak mungkin Penulis sebutkan satu persatu, namun dengan segala kerendahan hati, Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan moral dan jasmani dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Dr. Yudo Prasetyo, ST., MT., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
3. Dr. Firman Hadi, S.Si., MT., yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
4. Arwan Putra Wijaya ST., MT., yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
5. Noviyanto Purnomohadi, ST., dari Dinas PU Kabupaten Boyolali yang telah memberikan bimbingan dan dukungan terhadap ketersediaan data.
6. Priyono S.Sos.,M.M., dari BPBD Kabupaten Boyolali yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Teman-teman dari Geodesi angkatan 2018 yang telah memberikan dukungan dan semangat sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.
8. Semua pihak yang telah memberikan dorongan dan dukungan baik berupa material maupun spiritual sehingga membantu kelancaran dalam penyusunan tugas akhir ini.

Akhirnya, Penulis berharap semoga penelitian ini menjadi sumbangsih yang bermanfaat bagi dunia sains dan teknologi di Indonesia, khususnya disiplin keilmuan yang Penulis dalami.

Semarang, 19 November 2022

Azam Aminudin

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : AZAM AMINUDIN
NIM : 21110118120028
Jurusan/Program Studi : TEKNIK GEODESI
Fakultas : TEKNIK
Jenis Karya : SKRIPSI

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

ANALISIS ZONA RAWAN TANAH LONGSOR MENGGUNAKAN METODE *FUZZY ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (FAHP)

(Studi Kasus : Kabupaten Boyolali)

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Non eksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan 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 : 19 Desember

Yang menyatakan



(Azam Aminudin)

ABSTRAK

Pemodelan zona rawan tanah longsor merupakan hal yang penting dilakukan untuk mengetahui informasi mengenai persebaran zona rawan tanah longsor. Penelitian ini bertujuan untuk memodelkan zona rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali berdasarkan analisis MCDM (*Multi Criteria Decision Making*) dan memberikan referensi metode dalam memodelkan zona rawan tanah longsor yaitu dengan menggunakan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP) sebagai alat bantu pengambilan keputusan dari data kualitatif. Adapun parameter yang digunakan untuk memodelkan zona rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali yaitu kemiringan lereng, curah hujan, kepadatan drainase, tutupan lahan, geologi, jenis tanah, keberadaan sesar, kerapatan vegetasi (NDVI), dan arah kemiringan lereng (*aspect*). Berdasarkan hasil pembobotan dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP), diperoleh nilai bobot diantaranya: kemiringan lereng (27,8%), curah hujan (20,7%), kepadatan drainase (20,1%), tutupan lahan (7,90%), geologi (8%), jenis tanah (5,6%), keberadaan sesar (5,5%), NDVI atau kerapatan vegetasi (3,9%), dan arah kemiringan lereng atau *aspect* (1%). Hasil peta zona rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali yaitu luas wilayah dengan kerawanan rendah sebesar 10.502,876 ha atau 9,66%, kelas kerawanan sedang sebesar 85.916,143 ha atau 79,03%, kelas kerawanan tinggi sebesar 11.774,626 ha atau 10,83%, dan kelas kerawanan sangat tinggi sebesar 518,016 ha atau 0,48%. Hasil uji akurasi peta zona rawan tanah longsor Kabupaten Boyolali berdasarkan titik kejadian longsor dan nilai kerugiannya adalah sebesar 94,37%. Adapun potensi zona rawan tanah longsor pada kawasan terbangun yaitu luas kawasan terbangun dengan kerawanan rendah sebesar 2,458 ha atau 0,01%, kerawanan sedang sebesar 27.908,549 ha atau 91,10%, kerawanan tinggi 2.357,629 ha atau 7,70% dan kerawanan sangat tinggi sebesar 367,001 ha atau 1,20%.

Kata Kunci : *Fuzzy-AHP*, Kabupaten Boyolali, Kawasan Terbangun, MCDM,
Tanah Longsor

ABSTRACT

Modeling landslide-susceptibility zones is an important thing to do to find out information about the distribution of landslide-susceptibility zones. This study aims to model landslide-susceptibility zones in Boyolali Regency based on MCDM (Multi-Criteria Decision Making) analysis and provide a reference method for modeling landslide-susceptibility zones by using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) as a decision making tool based on qualitative data. The parameters used to model landslide-susceptibility zones in Boyolali Regency are slope, rainfall, drainage density, land cover, geology, soil type, presence of faults, vegetation density (NDVI), and slope direction (aspect). Based on the results of weighting using the Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) method, the weight values obtained include slope (27,8%), rainfall (20,7%), drainage density (20,1%), land cover (7,90%), geology (8%), soil type (5,6%), presence of faults (5,5%), NDVI or vegetation density (3,9%), and slope direction or aspect (1%). The results of the landslide-susceptibility zone map in Boyolali Regency are the area with a low susceptibility of 10.502,876 ha or 9,66%, a moderate susceptibility class of 85.916,143 ha or 79,03%, a high susceptibility class of 11.774,626 ha or 10,83%, and a very high susceptibility class of 518,016 ha or 0,48%. The results of the accuracy test of the landslide-susceptibility zone map of Boyolali Regency based on the point of occurrence of the landslide and the loss value is 94,37%. The potential for landslide-susceptibility zones in built-up areas is the built-up area with a low susceptibility of 2,458 ha or 0,01%, moderate susceptibility of 27.908,549 ha or 91,10%, high susceptibility of 2.357,629 ha or 7,70 % and very high susceptibility of 367,001 ha or 1,20%.

Keywords: *Boyolali Regency, Built-up Area, Fuzzy-AHP, Landslide, MCDM*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah.....	2
I.3 Tujuan Penelitian	2
I.4 Manfaat Penelitian	2
I.5 Batasan Penelitian.....	3
I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Penelitian Terdahulu	5
II.2 Kondisi Wilayah Penelitian	7
II.2.1 Kondisi Geografis Kabupaten Boyolali	7
II.2.2 Kejadian Longsor di Kabupaten Boyolali.....	9
II.3 Bencana Tanah Longsor.....	11
II.3.1 Definisi Tanah Longsor.....	11
II.3.2 Jenis-Jenis Tanah Longsor	12
II.3.3 Penyebab Terjadinya Tanah Longsor.....	14
II.4 Pemetaan Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor	15
II.4.1 <i>Frequency Ratio</i> (FR).....	16
II.4.2 <i>Weight of Evidence</i> (WoE).....	16
II.4.3 <i>Fuzzy Logic</i>	16

II.4.4	<i>Logistic Regression (LR)</i>	17
II.4.5	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	17
II.5	Parameter Tanah Longsor	17
II.5.1	Kemiringan Lereng	17
II.5.2	Aspek (Arah Kemiringan).....	18
II.5.3	Curah Hujan	18
II.5.4	Tutupan Lahan.....	19
II.5.5	Kerapatan Vegetasi (NDVI).....	20
II.5.6	Geologi.....	20
II.5.7	Kepadatan Drainase.....	21
II.5.8	Jenis Tanah.....	21
II.5.9	Keberadaan Sesar	22
II.6	Sistem Informasi Geografis	22
II.7	Penginderaan Jauh.....	23
II.8	DEM.....	24
II.9	Landsat-8.....	24
II.10	<i>Supervised Classification</i>	25
II.11	NDVI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>)	26
II.12	<i>Inverse Distance Weighting (IDW)</i>	26
II.13	Himpunan <i>Fuzzy</i>	28
II.14	<i>Triangular Fuzzy Number</i>	28
II.15	<i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</i>	29
II.16	Kriteria dan Sub-Kriteria Dalam Pembobotan <i>Fuzzy-AHP</i>	33
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN.....	36
III.1	Diagram Alir Penelitian	36
III.2	Alat dan Data Penelitian	37
III.3	Pengolahan Data	38
III.3.1	Persiapan	38
III.3.2	Pembuatan Peta Parameter Zona Rawan Tanah Longsor	39
III.3.3	Pembobotan Parameter Menggunakan Metode <i>Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)</i>	60
III.3.4	Pemetaan Zona Rawan Tanah Longsor Kabupaten Boyolali.....	72
III.3.5	Validasi Peta.....	78

BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	79
IV.1	Hasil Pengolahan Parameter Tanah Longsor	79
IV.1.1	Tingkat Kemiringan Lereng	79
IV.1.2	Arah Kemiringan Lereng (<i>Aspect</i>)	81
IV.1.3	Parameter Curah Hujan	84
IV.1.4	Jenis Tanah.....	86
IV.1.5	Geologi.....	89
IV.1.6	Kepadatan Drainase.....	91
IV.1.7	Parameter Sesar	94
IV.1.8	Parameter Kerapatan Vegetasi (NDVI).....	97
IV.1.9	Tutupan Lahan.....	100
IV.2	Analisis Pembobotan <i>Fuzzy</i> -AHP.....	104
IV.3	Hasil Peta Zona Rawan tanah longsor Kabupaten Boyolali	107
IV.4	Potensi Longsor di Kabupaten Boyolali	109
IV.4.1	Potensi Longsor Rendah.....	110
IV.4.2	Potensi Longsor Sedang	110
IV.4.3	Potensi Longsor Tinggi	110
IV.4.4	Potensi Longsor Sangat Tinggi	111
IV.5	Potensi Bencana Tanah Longsor Pada Kawasan Terbangun di Kabupaten Boyolali.....	111
IV.6	Validasi Peta Zona Rawan Tanah Longsor Kabupaten Boyolali Tahun 2021 .	116
IV.6.1	Persebaran Titik Validasi	116
IV.6.2	Validasi Berdasarkan Nilai Kerugian yang Ditimbulkan dari Bencana Longsor di Kabupaten Boyolali	117
BAB V	Kesimpulan DAN SARAN	119
V.1	Kesimpulan	119
V.2	Saran.....	120
DAFTAR PUSTAKA.....		121
LAMPIRAN		126

DAFTAR GAMBAR

Gambar II-1 Kondisi Umum Kabupaten Boyolali	7
Gambar II-2 Peta Inventarisasi Longsor Kabupaten Boyolali (2017-2021).....	9
Gambar II-3 Longsoran Translasi.....	12
Gambar II-4 Longsoran Rotasi	12
Gambar II-5 Longsor Jenis Pergerakan Blok	13
Gambar II-6 Longsor Jenis Runtuhan Batu	13
Gambar II-7 Longsor Jenis Rayapan Tanah	13
Gambar II-8 Longsor Jenis Aliran Bahan Rombakan	14
Gambar II-9 Komponen Sistem Informasi Geografis	22
Gambar II-10 Skema Penginderaan Jauh	23
Gambar II-11 Representasi Kurva Segitiga.....	28
Gambar II-12 Struktur Hirarki AHP.....	30
Gambar III-1 Diagram Alir Penelitian.....	36
Gambar III-2 Diagram Alir Pembobotan <i>Fuzzy-AHP</i>	37
Gambar III-3 Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8	39
Gambar III-4 Koreksi Geometrik Citra Landsat-8 untuk Peta Tutupan Lahan.....	40
Gambar III-5 Pemotongan Citra Landsat-8 untuk Peta Tutupan Lahan.....	40
Gambar III-6 Sebaran <i>Training Area</i> Tutupan Lahan	41
Gambar III-7 <i>Training Area</i> Pada Masing-Masing Kelas Tutupan Lahan.....	41
Gambar III-8 Klasifikasi Tutupan Lahan Metode <i>Maximum Likelihood</i> di QGIS 3.10.....	42
Gambar III-9 Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Metode <i>Maximum Likelihood</i>	42
Gambar III-10 Jumlah Sampel Uji Akurasi Tiap-Tiap Kelas Tutupan Lahan	43
Gambar III-11 Uji Akurasi Dengan Citra Referensi	44
Gambar III-12 Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 untuk Peta NDVI	47
Gambar III-13 Koreksi Geometrik Citra Landsat-8 Untuk Peta NDVI	47
Gambar III-14 Pemotongan Citra Landsat-8 untuk Peta NDVI.....	48
Gambar III-15 Perhitungan NDVI Menggunakan <i>Raster Calculator</i> Pada <i>Software</i> QGIS 3.10	48
Gambar III-16 Hasil Perhitungan Indeks Vegetasi.....	49
Gambar III-17 Hasil Pengolahan Peta NDVI Kabupaten Boyolali Tahun 2021.....	50
Gambar III-18 Pemotongan DEM SRTM Untuk Pemetaan Kelerengn	50
Gambar III-19 Pembuatan Kemiringan Lereng (<i>Slope</i>)	51

Gambar III-20 Reklasifikasi Kelas Kemiringan Lereng.....	51
Gambar III-21 Pemotongan DEM SRTM Untuk Pemetaan Arah Kemiringan Lereng	52
Gambar III-22 Pembuatan Arah Kemiringan Lereng di ArcGIS 10.3	53
Gambar III-23 Peta Arah Kemiringan Lereng Kabupaten Boyolali.....	53
Gambar III-24 Sebaran Pos Curah Hujan.....	54
Gambar III-25 <i>Attribute Table</i> Curah Hujan	55
Gambar III-26 Interpolasi IDW di ArcGIS 3.10	55
Gambar III-27 Peta Curah Hujan Kabupaten Boyolali Tahun 2021	56
Gambar III-28 Hasil Pengolahan Peta Geologi	56
Gambar III-29 Pembuatan nilai kepadatan drainase menggunakan fitur <i>line density</i> di ArcGIS 3.10.....	57
Gambar III-30 Hasil Pengolahan Peta Kepadatan Drainase Kabupaten Boyolali.....	58
Gambar III-31 Hasil Pengolahan Peta Jenis Tanah Kabupaten Boyolali	58
Gambar III-32 <i>Buffer</i> Jaringan Sesar Pada ArcGIS 10.3.....	59
Gambar III-33 Peta Kedekatan Jarak dari Jaringan Sesar Kabupaten Boyolali	59
Gambar III-34 Struktur Hirarki Pemetaan Zona Rawan tanah longsor.....	61
Gambar III-35 <i>Editing Attribute Table</i> Parameter pada <i>Software</i> ArcGIS 10.3	75
Gambar III-36 Metode <i>Overlay Intersect</i>	75
Gambar III-37 Proses <i>Overlay</i> dengan menggunakan <i>tools intersect</i> ArcGIS 10.3.....	76
Gambar III-38 Hasil Klasifikasi Zona Rawan tanah longsor Kabupaten Boyolali	77
Gambar IV-1 Peta Kemiringan Lereng Kabupaten Boyolali	79
Gambar IV-2 Peta Arah Kemiringan Lereng Kabupaten Boyolali	82
Gambar IV-3 Peta Curah Hujan Kabupaten Boyolali Tahun 2021	85
Gambar IV-4 Peta Jenis Tanah Kabupaten Boyolali.....	87
Gambar IV-5 Peta Geologi Kabupaten Boyolali.....	89
Gambar IV-6 Peta Kepadatan Drainase Kabupaten Boyolali	92
Gambar IV-7 Peta Keberadaan Sesar Kabupaten Boyolali	95
Gambar IV-8 Peta Kerapatan Vegetasi Kabupaten Boyolali Tahun 2021	98
Gambar IV-9 Peta Tutupan Lahan Kabupaten Boyolali Tahun 2021	101
Gambar IV-10 Persentase Bobot Parameter Tanah Longsor.....	105
Gambar IV-11 Peta Zona Rawan tanah longsor Kabupaten Boyolali Tahun 2021.....	107
Gambar IV-12 Zona Rawan tanah longsor Pada Kawasan Terbangun Kabupaten Boyolali Tahun 2021	112

Gambar IV-13 Persentase Kerugian Akibat Bencana Longsor Tiap Kelas Kerawanan Longsor (2017-2021).....	114
Gambar IV-14 Persebaran Titik Validasi Pada Peta Zona Rawan tanah longsor	116
Gambar IV-15 Persentase Kejadian Longsor Tiap Kelas.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel II-1 Daftar Kecamatan di Kabupaten Boyolali dan Luasnya	8
Tabel II-2 Jumlah Kejadian Longsor Kabupaten Boyolali dari Tahun 2017-2021	10
Tabel II-3 Spesifikasi Citra Landsat-8.....	25
Tabel II-4 Tabel <i>Triangular Fuzzy Number</i>	29
Tabel II-5 Tabel Intensitas Kepentingan AHP	31
Tabel II-6 Kriteria dan Sub-Kriteria Pembobotan <i>Fuzzy-AHP</i>	33
Tabel III-1 Data Penelitian dan Sumber Data	38
Tabel III-2 <i>Confusion Matrix</i> Klasifikasi Tutupan Lahan.....	44
Tabel III-3 Indeks Vegetasi dan Klasifikasinya	49
Tabel III-4 Data Curah Hujan Tahunan Setiap Pos	54
Tabel III-5 Matriks Perbandingan Berpasangan.....	62
Tabel III-6 Matriks Jumlah Kolom.....	62
Tabel III-7 Matriks Ternormalisasi	63
Tabel III-8 Matriks Rata-Rata	63
Tabel III-9 Nilai RI (<i>Random Index</i>).....	65
Tabel III-10 Konversi Bilangan AHP ke TFN	66
Tabel III-11 Matriks Jumlah Baris dan Kolom FAHP	67
Tabel III-12 Tabel <i>Fuzzy Synthetic Extent</i> (Si)	67
Tabel III-13 Matriks V dan Nilai Ordinat Defuzzifikasi (d'min)	68
Tabel III-14 Bobot <i>Fuzzy-AHP</i>	69
Tabel III-15 Bobot FAHP Sub-Kriteria Kelerengan	69
Tabel III-16 Bobot FAHP Sub-Kriteria Curah Hujan	69
Tabel III-17 Bobot FAHP Sub-Kriteria Tutupan lahan.....	70
Tabel III-18 Bobot FAHP Sub-Kriteria Arah Kemiringan Lereng	70
Tabel III-19 Bobot FAHP Sub-Kriteria Jarak Dari Sesar.....	70
Tabel III-20 Bobot FAHP Sub-Kriteria Jenis Tanah.....	70
Tabel III-21 Bobot FAHP Sub-Kriteria Kepadatan Drainase	70
Tabel III-22 Bobot FAHP Sub-Kriteria NDVI.....	71
Tabel III-23 Bobot FAHP Sub-Kriteria Geologi	71
Tabel III-24 Bobot Akhir Parameter Kemiringan Lereng	72
Tabel III-25 Bobot Akhir Parameter Curah Hujan	73
Tabel III-26 Bobot Akhir Parameter Kedekatan Dengan Sesar	73

Tabel III-27 Bobot Akhir Parameter Tutupan Lahan	73
Tabel III-28 Bobot Akhir Parameter Jenis Tanah	73
Tabel III-29 Bobot Akhir Parameter Geologi.....	73
Tabel III-30 Bobot Akhir Parameter Kepadatan Drainase	74
Tabel III-31 Bobot Akhir Parameter Arah Kemiringan Lereng (<i>Aspect</i>).....	74
Tabel III-32 Bobot Akhir Parameter Kerapatan Vegetasi (NDVI)	74
Tabel III-33 Hasil Interval Kelas Kerawanan Tanah Longsor	77
Tabel III-34 Tabel Validasi Peta Zona Rawan tanah longsor	78
Tabel IV-1 Tingkat Kemiringan Lereng Kabupaten Boyolali dan Persentase Luas Wilayahnya.....	80
Tabel IV-2 Luasan Tingkat Kemiringan Lereng Tiap Kecamatan.....	81
Tabel IV-3 Arah Kemiringan Lereng di Kabupaten Boyolali dan Persentase Luas Wilayahnya.....	83
Tabel IV-4 Luasan Kelas Arah Kemiringan Lereng Tiap Kecamatan	84
Tabel IV-5 Luasan Kelas Curah Hujan Tiap Kecamatan	86
Tabel IV-6 Jenis Tanah Wilayah Kabupaten Boyolali dan Persentase Luas Wilayahnya ..	88
Tabel IV-7 Luasan Jenis Tanah Tiap Kecamatan.....	88
Tabel IV-8 Jenis Batuan Kabupaten Boyolali dan Persentase Luas Wilayahnya	90
Tabel IV-9 Luasan Jenis Batuan atau Geologi Tiap Kecamatan.....	91
IV-10 Persentase Luas Kerapatan Drainase Kabupaten Boyolali	93
Tabel IV-11 Luasa Tingkat Kepadatan Drainase Tiap Kecamatan.....	94
Tabel IV-12 Persentase Luas <i>Buffer</i> Jaringan Sesar di Kabupaten Boyolali	96
Tabel IV-13 Luasan Sesar Tiap Kecamatan	96
Tabel IV-14 Indeks Vegetasi dan Klasifikasinya	97
Tabel IV-15 Persentase NDVI wilayah Kabupaten Boyolali	98
Tabel IV-16 Luasan Tingkat Kerapatan Vegetasi Tiap Kecamatan.....	99
Tabel IV-17 Persentase Luas Wilayah Tutupan Lahan Kabupaten Boyolali Tahun 2021	101
Tabel IV-18 Luasan Jenis Tutupan Lahan Tiap Kecamatan	103
Tabel IV-19 Matrik Uji Akurasi Tutupan Lahan.....	104
Tabel IV-20 Hasil Pembobotan <i>Fuzzy</i> -AHP	105
Tabel IV-21 Persentase Luas Tiap Kelas Kerawanan Longsor di Kabupaten Boyolali....	108
Tabel IV-22 Persentase Tingkat Kerawanan Longsor Setiap Kecamatan di Kabupaten Boyolali	109

Tabel IV-23 Persentase Zona Rawan tanah longsor Pada Kawasan Terbangun.....	112
Tabel IV-24 Persentase Tingkat Kerawanan Longsor Pada Kawasan Terbangun di Masing-Masing Kecamatan	113
Tabel IV-25 Persentase Kerugian Akibat Longsor Setiap Kelas Kerawanan Longsor (2017-2021).....	114
Tabel IV-26 Nominal Kerugian Setiap Kecamatan di Kabupaten Boyolali	115
Tabel IV-27 Tabel Validasi Peta Zona Rawan tanah longsor Kabupaten Boyolali	118

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Kabupaten Boyolali dibandingkan jenis bencana alam lainnya. Adapun dampak yang ditimbulkan oleh tanah longsor di Kabupaten yaitu kerusakan pada infrastruktur bangunan seperti rumah, jalan, jembatan, dan fasilitas umum lainnya. Oleh karena itu, untuk mengurangi dampak dari tanah longsor tersebut maka diperlukannya mitigasi bencana. Mitigasi bencana tidak hanya dilakukan saat sudah terjadi bencana tanah longsor, tetapi juga sebelum terjadinya bencana tanah longsor atau tindakan preventif untuk mengantisipasi terjadinya bencana tanah longsor. Secara umum strategi mitigasi bencana tanah longsor dibagi menjadi lima tahapan yaitu pemetaan, penyelidikan, pemeriksaan, pemantauan, dan sosialisasi (Arifianti, 2013). Tahapan pemetaan merupakan tahapan yang penting dilakukan untuk mengetahui persebaran daerah rawan bencana tanah longsor di berbagai daerah di Kabupaten Boyolali. Pemetaan yang telah dilakukan akan membantu pemerintah dalam mengambil keputusan terkait strategi mitigasi bencana tanah longsor di Kabupaten Boyolali. Pembuatan peta daerah rawan bencana tanah longsor sangat berguna dalam proses memecahkan solusi dan pengambilan langkah terkait penanganan tanah longsor. Selain membantu dalam pengambilan keputusan, peta daerah rawan bencana tanah longsor dapat digunakan untuk pemantauan secara berkala.

Pemetaan zona rawan tanah longsor dapat dilakukan dengan cara pemetaan tidak langsung. Pemetaan tidak langsung dapat dilakukan dengan metode tumpang tindih atau *overlaying* terhadap parameter-parameter penyebab bencana tanah longsor. Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini disesuaikan dengan karakteristik wilayah Kabupaten Boyolali. Penyesuaian parameter yang akan digunakan dimaksudkan agar peta yang dihasilkan mampu merepresentasikan kondisi tanah longsor di Kabupaten Boyolali dengan baik. Dari parameter-parameter tersebut kemudian dilakukan pembobotan dengan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP). *Fuzzy-AHP* dapat digunakan untuk mengelola parameter tanah longsor sehingga dapat diketahui tingkat kerawanan bencana tanah longsor di berbagai daerah di Kabupaten Boyolali. Dengan menggunakan analisis sistem informasi geografis maka informasi kerawanan bencana tanah longsor tiap daerah di Kabupaten Boyolali dapat diidentifikasi.

Penggunaan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* merupakan salah satu alternatif untuk memodelkan zona rawan tanah longsor berbasis *Multi-Criteria Decision*

Making (MCDM) yaitu kajian perbandingan antar parameter penyebab tanah longsor. Hal ini didasarkan pada kemampuan dari *Fuzzy-AHP* dalam mengambil keputusan berdasarkan data kualitatif. Data kualitatif dibutuhkan sebagai bahan pertimbangan untuk memodelkan zona rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali. Data kualitatif yang dimaksud adalah informasi dari pendapat ahli mengenai bencana tanah longsor di Kabupaten Boyolali. Untuk merubah data kualitatif tersebut menjadi komponen penyusun peta zona rawan tanah longsor, maka diperlukan sebuah metode untuk merubahnya. *Fuzzy-AHP* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk merubah data kualitatif menjadi sebuah komponen penyusun peta zona rawan tanah longsor.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah berdasarkan latar belakang diatas adalah:

1. Bagaimana persebaran zona rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali berdasarkan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*?
2. Parameter apa yang memiliki pengaruh besar terhadap potensi bencana tanah longsor di Kabupaten Boyolali berdasarkan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*?
3. Bagaimana potensi zona rawan tanah longsor pada kawasan terbangun di Kabupaten Boyolali?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dan maksud dilaksanakannya penelitian ini adalah:

1. Memperoleh peta zona rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali berdasarkan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*.
2. Untuk mengetahui parameter yang memiliki pengaruh besar terhadap potensi bencana tanah longsor di Kabupaten Boyolali berdasarkan metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*.
3. Untuk mengetahui potensi zona rawan tanah longsor pada kawasan terbangun di Kabupaten Boyolali.

I.4 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat penelitian bagi masyarakat
 - Memberikan informasi kepada masyarakat terkait persebaran daerah rawan tanah longsor di Kabupaten Boyolali sehingga masyarakat memiliki kesiapsiagaan dalam menghadapi masalah yang muncul akibat bencana tanah longsor.

- b. Manfaat penelitian dari segi keilmuan
- Penelitian ini diharapkan mampu memberikan referensi metode dalam melakukan kajian pemetaan daerah rawan tanah longsor yaitu dengan pemanfaatan data kualitatif dari pendapat ahli melalui metode *Fuzzy Analytical Hierarchy Process*.
 - Memberikan referensi parameter tanah longsor sebagai data pendukung dalam *Multi Criteria Decision Making* khususnya dalam pemetaan zona rawan tanah longsor.

I.5 Batasan Penelitian

Ruang Lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter yang akan digunakan untuk pemetaan tingkat kerawanan bencana tanah longsor yaitu kelerengan, arah kemiringan lereng (*aspect*), curah hujan, tutupan lahan, kepadatan drainase, keberadaan sesar, kerapatan vegetasi (NDVI), jenis tanah, dan geologi.
2. Penelitian ini berbasis pada *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) yaitu dengan melakukan kajian antar parameter tanah longsor.
3. Pengolahan data penelitian berbasis pada Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh.
4. Metode yang digunakan dalam pembobotan parameter tanah longsor adalah *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP).
5. Validasi penelitian dilakukan dengan data kejadian tanah longsor dari BPBD Kabupaten Boyolali dan nilai kerugian pada masing-masing kejadian.
6. Hasil dari penelitian ini adalah peta zona rawan tanah longsor Kabupaten Boyolali.

I.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Laporan Tugas Akhir ini tersusun atas lima bab yang saling berkaitan satu sama lain. Sistematika dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan penelitian, dan sistematika penulisan laporan Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang dasar-dasar teori yang berhubungan dengan Bencana Tanah Longsor yaitu, Pemetaan Daerah Rawan Bencana, Parameter Tanah Longsor,

Sistem Informasi Geografis, Penginderaan Jauh, *Supervised Classification*, *Inverse Distance Weighting*, Himpunan *Fuzzy*, *Digital Elevation Model* (DEM), Landsat-8, *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), dan *Fuzzy Analytical Hierarchy Process* (FAHP).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang bagaimana penelitian ini berjalan mulai dari tahap persiapan, pemerolehan data, metode penelitian yang digunakan sampai tahap pengolahan data sampai menghasilkan Peta Zona Rawan Tanah Longsor Kabupaten Boyolali.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengumpulan data yang digunakan, pemilihan parameter yang digunakan, pengolahan data menggunakan FAHP , pengklasifikasian kelas zona tanah longsor, uji validasi dan akurasi, sampai dihasilkan Peta Zona Rawan Tanah Longsor Kabupaten Boyolali.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan serta memberikan beberapa masukan untuk penelitian selanjutnya mengenai penelitian yang sudah dilakukan agar penelitian selanjutnya mampu memberikan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasi, A. J. (2014). Using OK and IDW Methods For Prediction The Spatial Variability Of A Horizon Depth and OM in Soils of Shahrekord, Iran. *Journal of Environment and Earth Science Vol.4, No 15*.
- Arifianti, Y. (2013). Mengenal Bencana Tanah Longsor. 17-22.
- Arnanto, A. (2013). Pemanfaatan Transformasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Citra Landsat TM untuk Zonasi Vegetasi di Lereng Merapi Bagian Selatan. *GEOMEDIA*, 11(2).
- Asdak, C. (2002). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Berger, M. J. (2012). ESA's sentinel missions in support of Earth system science. *Remote Sensing of Environment*, 84-90.
- BNPB. (2012). *Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana*. Jakarta Pusat.
- Danoedoro, P. (1996). *Pengolahan Citra digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada.
- Emianto, Y. B. (2022, Desember 12). Faktor yang Mempengaruhi Pergerakan Sesar dan Dampaknya. (A. Aminudin , Pewawancara)
- ESDM. (2015). *Pengenalan Gerakan Tanah*. Jakarta: ESDM.
- Fachriah, H. P., Fathkul, H. R., & Utomo, D. S. (2013). Pengambilan Keputusan Dalam Pemilihan Pemasok Galon Dengan Menggunakan metode Fuzzy Ahp (Studi Kasus Di Pt. Byn Samarinda). *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 4* (Pp. 32-37). Semarang: Universitas Mulawarman.
- Feryandi, F. (2011). *Landslides Susceptibility Assesment in Karanganyar*. Jerman: a: Westfälische WilhelmsUniversität Münster.
- Firdaus, H. S., & Sukojo, B. M. (2015). Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Metode Penginderaan Jauh dan Operasi Berbasis Spasial, Studi Kasus Kota Batu Jawa Timur. *Jurnal Geosaintek*, 25-34.
- Ford. (1989). *Karst Geomorphology and Hidrology* . London : Chapman and Hall .
- Ghozali, I. (2018). *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program IBM SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Korah, T. (2014). Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Janbu (Studi Kasus : Kawasan Citraland). *Jurnal Sipil Statik*, 22-28.

- Kumajas, M. (2006). Inventarisasi dan Pemetaan Rawan Longsor Kota Manado–Sulawesi Utara. *Forum Geografi*, 20(2), 190-197.
- Kurnia, A. (2017). *Identifikasi Sesar Di Sulawesi Bagian*. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Kusuma, N. D. (2022, Oktober 19). Persebaran Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Boyolali dan Penyebabnya. (A. Aminudin , Pewawancara)
- Kusumadewi. (2004). *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Mendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Laudon. (2004). *Management Information Systems: Managing in Digital Firm*. New Jersey: Pearson Education .
- Lee S, P. (2006). Probabilistic Landslide Hazards And Risk Mapping. *Journal Of Earth System Science*, 661-672.
- Lemeshow, H. a. (1989). *Applied Logistic Regression* . New York: John Wiley and Sons.
- Lingdren. (1985). *Penginderaan Jauh Untuk Perencanaan Penggunaan Lahan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Luthfina, M. A. (2019). Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2010-2030 Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Pati. *Jurnal Geodesi Undip*, 74-82.
- Martinoni, D. (1998). *A Conceptual Framework for Reliable Digital Terrain Modelling*. Zurich: Department of Geography, University of Zurich.
- Mathew, J. B. (2014). Integrating intensity-duration-based rainfall threshold and antecedent rainfall-based probability estimate towards generating early warning for rainfall-induced landslides in parts of the Garhwal Himalaya, India. *lanslides*, 575-588.
- Mezughi, T. H. (2011). Landslide Susceptibility Assessment Using Frequency Ratio Model Applied to an Area along the E-W Highway (Gerik-Jeli). *American Journal of Envirommental Science*, 43-50.
- Miardini, Arina, Harjadi, & Beny. (2011). Aplikasi SIG dalam Penilaian Potensi Erosi Kualitatif di Daerah Tangkapan Waduk Kedung Ombo. *Forum Geografi* 25 (2), 152-163.
- Muhsoni, F. F. (2015). *Penginderaan Jauh (Remote Sensing)*. Bangkalan: UTMPRESS.
- Mulyanto Dermawan, S. T. (2008). *Katalog Methodologi Penyusunan Peta Geohazard Dengan GIS*. Banda Aceh: Badan Rehabilitasi dan Konstruksi (BRR) NAD-Nias.

- Nandi. (2007). *Longsor*. Bandung: Jurusan Pendidikan Geografi FPIPS UPI.
- Norhikmah, Rumini, & Henderi. (2013). Metode Fuzzy Ahp Dan Ahp Dalam Penerapan Sistem Pendukung Keputusan. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia*, 31-38.
- Pariipurno, E. T. (2008). Manajemen Risiko Bencana Berbasis Komunitas : Alternatif dari Bawah. *Jurnal Dialog Kebijakan Publik*, 23-30.
- Park, L. L. (2018). Decision Tree Models: A Case Study of Jumunjin Area, Korea. *Remote Sensing*.
- Patil, A. S., & Panhalkar, S. (2019). Analytical Hierarchy Process for Landslides Hazard Zonation of South-Western Ghats Maharashtra, India. *Disaster Advances*, 26-33.
- Pradhan. (2010). Landslide Susceptibility Mapping of a Catchment Area Using Frequency Ratio, Fuzzy Logic and Multivariate Logistic Regression Approaches. *Journal Indian Society Remote Sensing*, 301-310.
- Prahasta, E. (2009). *Sistem Informasi Geografis : Tutorial ArcView*. Bandung: Informatika.
- Pramono. (2008). Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interaksi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*, 97-110.
- Priyono. (2022, Oktober 20). Faktor Penyebab Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Boyolali. (A. Aminudin , Pewawancara)
- Purnomohadi, N. (2022, Agustus 30). Perbandingan Parameter Tanah Longsor di Kabupaten Boyolali Berdasarkan Fuzzy-AHP. (A. Aminudin , Pewawancara)
- Purwanto, T. H. (2015). *Digital Terrain Modelling*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Renard, d. (1997). *Predicting Soil Erosion by Water : A Guide to Conservation Planning With the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. US Department of Agriculture Handbook No. 703.
- Rogi, O. H. (2017). PETA KEBENCANAAN : Urgensi dan Manfaatnya. *Media Matrasain*, 61-76.
- Samodra, G. (2018). *Menara Ilmu Longsor*. Retrieved from <https://longsor.psba.ugm.ac.id/2018/08/20/metode-pemetaan-kerawanan-longsor/>
- Setiawan, B., Sudarto, & Putra, A. N. (2017). Pemetaan Daerah Rawan Longsor Di Kecamatan Pujon Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp). *Jurnal Tanah dan Sumber Daya Lahan*.

- Sitorus, S. (2006). *Pengembangan Lahan Berpenutupan Tetap Sebagai Kontrol Terhadap Faktor Resiko Erosi dan Bencana Longsor*. Jakarta: Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum.
- Sugianto, A. N. (2019). Pembuatan Peta Potensi Lahan Menggunakan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (Studi Kasus : Kecamatan Tugu Dan Kecamatan Ngaliyan). *Jurnal Geodesi Undip*, 79-89.
- Sugiharyanto, Mumammad, N., & Nurul, K. (2009). *Studi Kerentanan Longsor Lahan di Kecamatan Samigaluh dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam*. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geograpi, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sukmaya, F., Supriyadi, & Hardyanto, W. (2016). Identifikasi Fenomena Jebakan Air Garam Melalui Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Studi Kasus Desa Ngaglik Kecamatan Sambu Boyolali. *Unnes Physics Journal*, 7-13.
- Supriyono, P. (2014). *Seri Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana Tanah Longsor*. Yogyakarta: ANDI.
- Suranto, J. P. (2008). *Kajian Pemanfaatan Lahan pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Gununglurah, Cilongok, Banyumas*. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Sutanto. (1994). *Penginderaan Jauh Jilid I*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Sutikno. (1999). *Penanggulangan Tanah Longsor. Bahan Penyuluhan Bencana Alam Gerakan Tanah*. Jakarta.
- Suzen, M. L., & Doyuran, V. (2004). Data Driven Bivariate Landslide Susceptibility Assessment Using Geographical Information Systems: A Method and Application to Asarsuyu Catchment, Turkey. *Engineering Geology*, 71.
- Syaifulloh. (2010). *Pengenalan Metode AHP (Analytical Hierarchy Process)*.
- Taufik, M., Kurniawan, A., & Putri, A. R. (2016). Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). *Jurnal Teknik ITS*, 78-82.
- Trisakti, B. (2010). *Pengembangan Metode Ekstraksi DEM (Digital Elevation Model) Dari Data ALOS PRISM*. Jakarta: Pusbangja, LAPAN.
- Verrelst, M. A. (2013). Machine learning regression algorithms for biophysical parameter retrieval: Opportunities for Sentinel-2 and 3. *Remote Sensing of Environment*, 127-139.

- Wahyunto. (2007). *Kerawanan Longsor Lahan Pertanian di Daerah Aliran Sungai Citarum*. Bogor: Balai Penelitian Tanah.
- Xie, Y., Lei, M., & Chen, T. B. (2011). Spatial distribution of soil heavy metal pollution estimated by different interpolation. *Chemosphere*, 468-876.
- Yogiswara, G., Putranto, T. T., & Trisnawati, D. (2020). Potensi Longsor di Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah Berdasarkan Penginderaan Jauh. *Jurnal Geosains dan Teknologi*, 136-148.
- Yuristasari, N. A. (2016). Analisis Faktor Aksesibilitas Terhadap Perbedaan Nilai Tanah Di Kawasan Pusat Kota Kecamatan Gemolong Dan Kecamatan Sragen Kabupaten Sragen. *Jurnal Geodesi Undip*, 316-325.
- Zakaria, Majumder, A. K., & Rahman, M. (2016). Morphometric Analysis of Reju Khal Drainage Basin using Geographic Information System (GIS) and SRTM data. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 461-470.