



TUGAS AKHIR - RM 184831

EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN KABUPATEN BANYUWANGI MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN *ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS* (AHP) (STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)

PERMATA PRASINDYA
0331164000010

Dosen Pembimbing
Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020



TUGAS AKHIR - RM 184831

**EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI
KAWASAN KABUPATEN BANYUWANGI
MENGUNAKAN SISTEM INFORMASI
GEOGRAFIS DAN *ANALYTICAL HIERARCHY
PROCESS* (AHP) (STUDI KASUS: KECAMATAN
SONGGON)**

PERMATA PRASINDYA
0331164000010

Dosen Pembimbing
Dr-Ing. Ir.Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, S.T., M.T

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



UNDERGRADUATE THESIS - RM 184831

EVALUATION OF LANDSLIDE POTENTIAL IN BANYUWANGI DISTRICT AREA USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM AND ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (CASE STUDY: SONGGON SUBDISTRICT)

PERMATA PRASINDYA
0331164000010

Supervisor
Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, S.T., M.T

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN
KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS DAN *ANALYTICAL
HIERARCHY PROCESS (AHP)*
(STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)**

Nama mahasiswa : Permata Prasindya
NRP : 0331164000010
Departemen : Teknik Geomatika FTSPK-ITS
Pembimbing : Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, S.T., M.T

ABSTRAK

Pada tanggal 22 Juni 2018, terjadi bencana banjir bandang yang disebabkan oleh tanah longsor di kawasan lereng Gunung Raung di Kecamatan Songgon. Bencana ini menyebabkan ratusan orang mengungsi dan merusak 328 unit rumah. Pusat Vulkanologi, Mitigasi dan Bencana Geologi (PVMBG) Bandung menyatakan bahwa bencana longsor ini terjadi akibat banyaknya pelapukan material vulkanik dan curah hujan yang tinggi selama empat hari. Dengan terjadinya bencana tersebut, perlu adanya evaluasi terhadap penyebab terjadinya tanah longsor serta untuk melakukan pencegahan dan mitigasi perlu adanya pemetaan potensi tanah longsor. Penelitian ini menggunakan metode analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan metode pembobotan *Analytical Hierarchy Process (AHP)* dengan narasumber pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Banyuwangi dan Dosen Teknik Geofisika ITS. Parameter penyebab tanah longsor yang digunakan mengacu pada Permen PU No. 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor. Parameter tersebut antara lain, dari segi aspek fisik meliputi kemiringan lereng, curah hujan, kerapatan sungai, dan tutupan lahan serta dari aspek

geologi meliputi, jenis tanah, jenis batuan dan kerentanan gerakan tanah.

Hasil dari penelitian ini didapatkan bahwa dari ketujuh parameter tersebut dengan menggunakan metode AHP, kerentanan gerakan tanah mempunyai pengaruh lebih besar terhadap tanah longsor dengan bobot sebesar 34%, diikuti dengan parameter lain yaitu kemiringan lereng sebesar 17%, jenis tanah 14%, curah hujan 14%, jenis batuan 12%, kerapatan sungai 5% dan tutupan lahan 4%. Selanjutnya, didapatkan tiga kelas potensi tanah longsor dengan dua kondisi, kondisi I dengan menggunakan parameter curah hujan tinggi di bulan januari dan kondisi II dengan menggunakan curah hujan rendah di bulan oktober. Kedua kondisi tersebut memiliki luasan yang sama di setiap tingkat potensi. Hal ini dikarenakan, klasifikasi peta potensi tanah longsor mengacu pada skor total masing-masing peta. Otomatis setiap peta akan mempunyai potensi rendah, sedang dan tinggi, untuk potensi rendah memiliki luas sebesar 9.527,09 Ha, potensi sedang sebesar 8.410,19 Ha dan potensi tinggi sebesar 3.283,23 Ha.

Kata Kunci – Analytical Hierarchy Process, Sistem Informasi Geografis, Tanah Longsor

**EVALUATION OF LANDSLIDE POTENTIAL IN
BANYUWANGI DISTRICT AREA USING GEOGRAPHIC
INFORMATION SYSTEM AND ANALYTICAL
HIERARCHY PROCESS (AHP)
(CASE STUDY: SONGGON SUBDISTRICT)**

Name : Permata Prasindya
NRP : 0331164000010
Department : Teknik Geomatika FTSPK-ITS
Supervisor : Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc
Akbar Kurniawan, S.T., M.T

ABSTRACT

Flash flood caused by landslides in the slopes of Mount Raung in Songgon sub-district occurred on June 22, 2018. The disaster caused hundreds of people to flee and damage 328 housing units. The Centre for Vulcanology and Geological Hazard Mitigation (CVGHM) stated that the landslide was caused by the weathering of volcanic material and high rainfall for four days. With the occurrence of these disasters, there needs to be an evaluation of the causes of landslide and to prevent and mitigate the need for mapping of landslide potentials. This research uses the Geographic Information System (GIS) analysis method and the Analytical Hierarchy Process (AHP) weighting method with the employee informants of the Regional Disaster Management Agency Banyuwangi Regency and the Geophysical Engineering Lecturer ITS. The parameters causing landslides used refer to Permen PU No. 22/PRT/M/2007 concerning Spatial Planning Guidelines for Landslide Prone Area. These parameters include, in terms of physical aspects including slope, rainfall, river density, and land cover as well as from geological aspects including, soil type, rock type and susceptibility to soil movement.

The results of this research is obtained that of the seven parameters using the AHP method, the susceptibility of ground motion has a greater influence on landslides with a weight of 34%, followed by other parameters namely the slope 17%, soil type 14%, rainfall 14%, rock type 12%, river density 5% and land cover 4%. Furthermore, this research produced three classes of potential landslides with two conditions, condition I using the parameters of high rainfall in January and condition II using low rainfall in October. Both conditions have the same extent at each potential level. This is because, the classification of landslide potential maps refers to the total score of each map. Automatically each map will have low, medium and high potential, for low potential has an area of 9,527.09 Ha, medium potential 8,410.19 Ha and high potential 3,283.23 Ha.

Key Words: Analytical Hierarchy Process, Geographic Information System, Landslides

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN
KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN SISTEM
INFORMASI GEOGRAFIS DAN *ANALYTICAL
HIERARCHY PROCESS (AHP)*
(STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

PERMATA PRASINDYA
0331164000010

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc

NIP. 19590819 198502 1 001

Akbar Kurniawan, S.T., M.T

NIP. 19860518 201212 1 002



SURABAYA, 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)** dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Selama pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis sehingga dapat terselesaikan laporan tugas akhir ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan do'a, dukungan, motivasi serta kasih sayang kepada penulis untuk kelancaran mengerjakan penelitian tugas akhir ini.
2. Bapak Danar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Dr-Ing. Ir. Teguh Hariyanto, M.Sc selaku dosen pembimbing I, atas segala bimbingan dan sarannya.
4. Bapak Akbar Kurniawan, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II, atas segala bimbingan dan sarannya.
5. Bapak Dr. Ir. Amien Widodo, M.Si atas ketersediaan waktunya sebagai responden dalam penelitian ini.
6. Karyawan Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Banyuwangi yang telah menyempatkan waktunya sebagai responden dalam penelitian ini.
7. Seluruh bapak-ibu dosen pengajar dan karyawan Teknik Geomatika yang telah banyak membantu penulis selama masa perkuliahan.
8. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Banyuwangi yang telah membantu menyediakan data curah hujan yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

9. Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi yang telah memberikan data spasial Banyuwangi yang dibutuhkan dalam penelitian ini.
10. Teman-teman G18, mahasiswa Teknik Geomatika 2016 yang telah banyak membantu dan menemani selama menempuh kuliah di Teknik Geomatika ITS.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Semoga laporan ini dapat bermanfaat untuk semua pihak.

Surabaya, 11 Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bencana dan Jenis-jenisnya.....	5
2.2 Tanah Longsor	6
2.2.1 Jenis Tanah Longsor	6
2.2.2 Faktor-faktor Penyebab Tanah Longsor.....	10
2.3 Penginderaan Jauh.....	14
2.4 Citra Sentinel-2	17
2.5 Citra Landsat	19
2.6 Klasifikasi Citra.....	21
2.7 <i>Digital Elevation Model</i> (DEM).....	24
2.8 Kemiringan Lereng.....	25
2.9 Jenis Tanah.....	27
2.10 Jenis Batuan	28
2.11 Curah Hujan	29
2.12 Kerapatan Sungai	30
2.13 Gerakan Tanah	31
2.14 Tutupan Lahan	33
2.15 Sistem Informasi Geografis dan Komponennya.....	34
2.16 Interpolasi Spasial	37

2.17	<i>Analytical Hierarchy Process (AHP)</i>	40
2.17.1	Kelebihan dan Kekurangan AHP	41
2.17.2	Tahapan AHP	42
2.18	Skoring.....	46
2.19	<i>Overlay</i>	47
2.20	Penelitian Terdahulu	48
BAB III METODOLOGI		51
3.1	Lokasi Tugas Akhir	51
3.2	Data dan Peralatan.....	52
3.2.1	Data.....	52
3.2.2	Peralatan.....	53
3.3	Metodologi Penelitian.....	53
3.3.1	Tahap Persiapan	54
3.3.2	Tahap Pelaksanaan	55
3.3.3	Tahap Akhir	65
BAB IV HASIL DAN ANALISA		67
4.1	Hasil.....	67
4.1.1	Pengolahan Citra	67
4.1.2	Pengolahan Data DEM SRTM	79
4.1.3	Pengolahan Data Curah Hujan	81
4.1.4	Pengolahan Kerapatan Sungai.....	84
4.1.5	Pengolahan Pembobotan <i>Analytical Hierarchy Process</i>	87
4.1.6	Pengolahan Peta Potensi Tanah Longsor	96
4.2	Analisa	124
4.2.1	Perubahan Tutupan Lahan	124
4.2.2	Pembobotan <i>Analytical Hierarchy Process</i> ..	130
4.2.3	Potensi Tanah Longsor	131
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		139
5.1	Kesimpulan	139
5.2	Saran.....	140
DAFTAR PUSTAKA		141
LAMPIRAN		147
BIODATA PENULIS		165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Longsoran Translasi.....	7
Gambar 2.2 Longsoran Rotasi.....	7
Gambar 2.3 Longsoran Pergerakan Blok.....	8
Gambar 2.4 Longsoran Runtuhan Batu.....	8
Gambar 2.5 Longsoran Rayapan Tanah.....	9
Gambar 2.6 Longsoran Aliran Bahan Rombakan.....	9
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Penginderaan Jauh.....	14
Gambar 2.8 Sistem Penginderaan Jauh.....	16
Gambar 2.9 Citra Satelit Sentinel-2.....	17
Gambar 2.10 Satelit Landsat 7.....	19
Gambar 2.11 Klasifikasi Citra pada (a) <i>Supervised Classification</i> (b) <i>Unsupervised Classification</i>	22
Gambar 2.12 Sumber Data DEM (a) Data Kontur (b) <i>Triangular Irregular Network</i>	25
Gambar 2.13 Prinsip Perhitungan Kemiringan Lereng.....	26
Gambar 2.14 Peta Kelerengan Tanah di Gunung Wilis.....	26
Gambar 2.15 Peta Isohyet Kawasan Gunung Wilis.....	30
Gambar 2.16 Kejadian Gerakan Tanah di Jatiluhur, Majenang dan Cilacap.....	32
Gambar 2.17 Peta Tutupan Lahan di Kawasan Kabupaten Kediri.....	33
Gambar 2.18 Komponen dalam Sistem Informasi Geografis.....	36
Gambar 2.19 Prinsip <i>Overlay</i>	48
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian.....	51
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	54
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan.....	56
Gambar 3.4 Diagram Hirarki Metode <i>Analytical Hierarchy Process</i>	61
Gambar 4.1 Citra Landsat 7 Tahun 2002 (a) <i>row 65 path 117</i> (b) <i>row 66 path 117</i>	68
Gambar 4.2 Citra Sentinel-2 Tahun 2017 (a) <i>tile number</i>	

	T49MHM (b) <i>tile number</i> T49LHL	68
Gambar 4.3	Citra Sentinel-2 Tahun 2019 (a) <i>tile number</i> T49MHM (b) <i>tile number</i> T49LHL	69
Gambar 4.4	Hasil Citra Landsat 7 yang Terkoreksi	70
Gambar 4.5	Persebaran Titik-titik Pengecekan Koordinat pada Citra Sentinel Tahun 2017 (a) dan Tahun 2019 (b) 71	
Gambar 4.6	(a) Hasil Citra Sentinel 2A Tahun 2017 yang Tekoreksi (b) Hasil Citra Sentinel 2A Tahun 2019 yang Terkoreksi	73
Gambar 4.7	Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2002	74
Gambar 4.8	Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2017	74
Gambar 4.9	Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019	75
Gambar 4.10	Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002.	76
Gambar 4.11	Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017.	77
Gambar 4.12	Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019.	77
Gambar 4.13	Hasil Uji Akurasi Citra Landsat 7 Tahun 2002	79
Gambar 4.14	Hasil Uji Akurasi Citra Sentinel 2A Tahun 2017 ..	79
Gambar 4.15	Hasil Uji Akurasi Citra Sentinel 2A Tahun 2019 ..	79
Gambar 4.16	Hasil Pemotongan DEM SRTM Kabupaten Banyuwangi	80
Gambar 4.17	Kelerengan Tanah Kabupaten Banyuwangi	81
Gambar 4.18	Curah Hujan Tertinggi Kabupaten Banyuwangi Tahun 2018	83
Gambar 4.19	Curah Hujan Terendah Kabupaten Banyuwangi Tahun 2018	83
Gambar 4.20	Peta Sungai Kabupaten Banyuwangi	84
Gambar 4.21	Peta Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019	97
Gambar 4.22	Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019	98

Gambar 4.23 Peta Kelerengan Kabupaten Banyuwangi	100
Gambar 4.24 Peta Kelerengan Kecamatan Songgon	101
Gambar 4.25 Peta Isohyet Bulan Januari Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi	103
Gambar 4.26 Peta Isohyet Bulan Oktober Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi	104
Gambar 4.27 Peta Isohyet Bulan Januari Tahun 2018 Kecamatan Songgon	105
Gambar 4.28 Peta Isohyet Bulan Oktober Tahun 2018 Kecamatan Songgon	105
Gambar 4.29 Peta Kerapatan Sungai Kabupaten Banyuwangi..	109
Gambar 4.30 Peta Kerapatan Sungai Kecamatan Songgon.....	110
Gambar 4.31 Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Banyuwangi	112
Gambar 4.32 Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kecamatan Songgon	113
Gambar 4.33 Peta Jenis Tanah di Kabupaten Banyuwangi.....	115
Gambar 4.34 Peta Jenis Tanah di Kecamatan Songgon.....	116
Gambar 4.35 Peta Geologi di Kabupaten Banyuwangi.....	118
Gambar 4.36 Peta Geologi di Kecamatan Songgon.....	119
Gambar 4.37 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I.....	121
Gambar 4.38 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II.....	123
Gambar 4.39 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002 dan 2017	125
Gambar 4.40 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002 dan 2019.....	127
Gambar 4.41 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017 dan 2019.....	129
Gambar 4.42 (a) Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I (b) Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II Baru	135
Gambar 4.43 (a) Titik Longsor tampak di <i>Google Maps</i> (b) Titik Longsor tampak di Hasil Pengolahan Tutupan Lahan.....	138

Gambar 4.44 Kejadian Tanah Longsor di Dusun Sambungreji, Desa Bayu	138
---	-----

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Karakteristik Citra Sentinel-2	18
Tabel 2.2 Karakteristik <i>Band</i> pada Citra Landsat 7 ETM+	21
Tabel 2.3 Klasifikasi Kemiringan Lereng	27
Tabel 2.4 Klasifikasi Jenis Tanah	27
Tabel 2.5 Klasifikasi Jenis Batuan	29
Tabel 2.6 Klasifikasi Curah Hujan	30
Tabel 2.7 Klasifikasi Kerapatan Sungai	31
Tabel 2.8 Klasifikasi Kerentanan Gerakan Tanah	33
Tabel 2.9 Klasifikasi Tutupan Lahan	34
Tabel 2.10 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan	44
Tabel 2.11 Nilai Random Indeks	46
Tabel 3.1 Perbandingan Faktor Kriteria Metode AHP	61
Tabel 3.2 Perbandingan Faktor Sub Kriteria Aspek Fisik Metode AHP	62
Tabel 3.3 Perbandingan Faktor Sub Kriteria Aspek Geologi Metode AHP	62
Tabel 3.4 Pembagian Skor Tiap Parameter	63
Tabel 4.1 <i>File</i> Citra Landsat 7 dan Sentinel-2	67
Tabel 4.2 Nilai RMSE Citra Sentinel Tahun 2017	71
Tabel 4.3 Nilai RMSE pada Citra Sentinel Tahun 2019	72
Tabel 4.4 Luas Tutupan Lahan di Kabupaten Banyuwangi	75
Tabel 4.5 Luas Tutupan Lahan di Kecamatan Songgon	78
Tabel 4.6 Data Koordinat Tiap Stasiun	81
Tabel 4.7 Data Curah Hujan Tiap Bulan (mm)	82
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kerapatan Aliran Sungai Kabupaten Banyuwangi	85
Tabel 4.9 Matriks Perbandingan Kriteria Ahli Pertama	87
Tabel 4.10 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Pertama	87
Tabel 4.11 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Pertama	87

Tabel 4.12 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Kriteria Ahli Pertama	88
Tabel 4.13 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata dari Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Pertama	88
Tabel 4.14 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata dari Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Pertama	88
Tabel 4.15 Hasil Bobot Ahli Pertama	89
Tabel 4.16 Matriks Perbandingan Kriteria Ahli Kedua	90
Tabel 4.17 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Kedua	90
Tabel 4.18 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Kedua	90
Tabel 4.19 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Kriteria Ahli Kedua.....	90
Tabel 4.20 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Kedua.....	91
Tabel 4.21 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Kedua	91
Tabel 4.22 Hasil Bobot Ahli Kedua.....	92
Tabel 4.23 Matriks Perbandingan Kriteria Ahli Ketiga	92
Tabel 4.24 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Ketiga.....	93
Tabel 4.25 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Ketiga.....	93
Tabel 4.26 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Kriteria Ahli Ketiga.....	93
Tabel 4.27 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Ketiga	93
Tabel 4.28 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Ketiga.....	94
Tabel 4.29 Hasil Bobot Ahli Ketiga	94
Tabel 4.30 Hasil Bobot Akhir Metode AHP	95
Tabel 4.31 Skoring Tutupan Lahan	96

Tabel 4.32 Luas Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019	98
Tabel 4.33 Luas Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019	99
Tabel 4.34 Skoring Kemiringan Lereng.....	99
Tabel 4.35 Luas Kelerengan Kabupaten Banyuwangi	101
Tabel 4.36 Luas Kelerengan Kecamatan Songgon	102
Tabel 4.37 Skoring Curah Hujan.....	102
Tabel 4.38 Luas Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi.....	106
Tabel 4.39 Luas Curah Hujan Bulan Oktober Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi.....	106
Tabel 4.40 Luas Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2018 Kecamatan Songgon	107
Tabel 4.41 Luas Curah Hujan Bulan Oktober Tahun 2018 Kecamatan Songgon.....	107
Tabel 4.42 Skoring Kerapatan Sungai	108
Tabel 4.43 Luas Kerapatan Sungai di Kabupaten Banyuwangi	110
Tabel 4.44 Luas Kerapatan Sungai di Kecamatan Songgon	111
Tabel 4.45 Skoring Kerentanan Gerakan Tanah.....	112
Tabel 4.46 Luas Kerentanan Gerakan Tanah di Kabupaten Banyuwangi	113
Tabel 4.47 Luas Kerentanan Gerakan Tanah di Kecamatan Songgon	114
Tabel 4.48 Skoring Jenis Tanah	114
Tabel 4.49 Luas Jenis Tanah di Kabupaten Banyuwangi	116
Tabel 4.50 Luas Jenis Tanah di Kecamatan Songgon.....	117
Tabel 4.51 Skoring Jenis Batuan	117
Tabel 4.52 Luas Jenis Batuan di Kabupaten Banyuwangi	119
Tabel 4.53 Luas Jenis Batuan di Kecamatan Songgon	120
Tabel 4.54 Klasifikasi Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi I	121
Tabel 4.55 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi I.....	122

Tabel 4.56 Klasifikasi Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II	122
Tabel 4.57 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II	123
Tabel 4.58 Perbandingan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2017 Kecamatan Songgon.....	124
Tabel 4.59 Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2017.....	125
Tabel 4.60 Perbandingan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2019 Kecamatan Songgon.....	126
Tabel 4.61 Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2019.....	128
Tabel 4.62 Perbandingan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2017 dan 2019 Kecamatan Songgon.....	129
Tabel 4.63 Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017 dan 2019.....	130
Tabel 4.64 Bobot Parameter Metode AHP.....	131
Tabel 4.65 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi I Tiap Desa di Kecamatan Songgon	132
Tabel 4.66 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II Tiap Desa di Kecamatan Songgon	134
Tabel 4.67 Perbandingan Luasan Potensi Tanah Longsor Kondisi I dan Kondisi II Baru	136
Tabel 4.68 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II Baru Tiap Desa di Kecamatan Songgon	136

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Lembar Kuesioner Pak Yusuf Pegawai BPBD Kabupaten Banyuwangi.....	147
LAMPIRAN 2 Lembar Kuesioner Pak Anas Pegawai BPBD Kabupaten Banyuwangi.....	150
LAMPIRAN 3 Lembar Kuesioner Pak Amien Dosen Teknik Geofisika ITS	153
LAMPIRAN 4 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002	156
LAMPIRAN 5 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017	156
LAMPIRAN 6 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019	157
LAMPIRAN 7 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002-2017.....	157
LAMPIRAN 8 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002-2019	158
LAMPIRAN 9 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017-2019.....	158
LAMPIRAN 10 Peta Kelerengan Tanah Kecamatan Songgon.	159
LAMPIRAN 11 Peta Isohyet Bulan Januari Kecamatan Songgon Tahun 2018	159
LAMPIRAN 12 Peta Isohyet Bulan Oktober Kecamatan Songgon Tahun 2018	160
LAMPIRAN 13 Peta Kerapatan Sungai Kecamatan Songgon..	160
LAMPIRAN 14 Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kecamatan Songgon	161
LAMPIRAN 15 Peta Jenis Tanah Kecamatan Songgon	161
LAMPIRAN 16 Peta Geologi Kecamatan Songgon.....	162
LAMPIRAN 17 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I Kecamatan Songgon	162

LAMPIRAN 18 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II
Kecamatan Songgon163

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Permen PU Nomor 22/PRT/M/2007, secara geografis sebagian besar wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia berada pada kawasan rawan bencana alam, dan salah satu bencana alam yang sering terjadi adalah bencana longsor. Longsor terjadi karena proses alami dalam perubahan struktur muka bumi, yakni adanya gangguan kestabilan pada tanah atau batuan penyusun lereng.

Pada tanggal 22 Juni 2018 terjadi bencana banjir bandang yang disebabkan oleh longsor di kawasan lereng Gunung Raung di Kecamatan Songgon. Menurut Hindarto (2018), banjir bandang yang melanda Kecamatan Songgon dan Singojuruh, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur menyebabkan ratusan orang mengungsi dan merusak 328 unit rumah. Banjir bandang yang terjadi pada Jumat, 22 Juni 2018 bukanlah yang pertama. Tercatat sepanjang tahun 2018 sedikitnya sudah tiga kali terjadi, namun pada tanggal tersebut adalah musibah yang paling parah. Mahkota longsor berada di puncak Gunung Pendil yang berada di komplek Gunung Raung Banyuwangi dengan titik tertinggi longsor ada di ketinggian 2.245 mdpl. Menurut Pusat Vulkanologi, Mitigasi, dan Bencana Geologi (PVMBG) Bandung menyatakan bencana longsor di Gunung Pendil ini disebabkan oleh peristiwa alam, dimana longsor ini terjadi akibat banyaknya pelapukan material vulkanik dan merupakan gunung api tua yang tumbuh di kaldera besar. Ketika curah hujan sangat tinggi terjadi selama empat hari, membuat air semakin susah masuk dan gravitasi air turun sehingga terjadi longsor dan menyebabkan banjir bandang.

Bencana tanah longsor yang terjadi di kawasan Kabupaten Banyuwangi ini sudah dikaji untuk mengidentifikasi perubahan lingkungan fisik lahan daerah yang terdampak dengan menggunakan data penginderaan jauh satelit serta pembuatan peta potensi tanah longsor dengan menggunakan parameter fisik lahan berupa curah hujan, kemiringan lereng, geologi, jenis tanah dan tutupan lahan. Akan tetapi pada penelitian tersebut, tidak mengkaji besarnya pengaruh terhadap faktor-faktor tanah longsor dikarenakan metode pembobotan yang digunakan mengacu pada Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir dan Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografis oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (PUSLITTANAK).

Oleh karena itu, pada penelitian ini penulis akan dilakukan evaluasi dan pemetaan potensi tanah longsor di kawasan Kabupaten Banyuwangi dengan metode analisis Sistem Informasi Geografis (SIG) dan metode pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan menggunakan parameter atau kriteria berdasarkan Permen PU No. 22/PRT/M/2007.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengidentifikasi parameter penyebab tanah longsor di Kecamatan Songgon?
2. Bagaimana perhitungan dan analisis besaran bobot dari parameter tanah longsor di Kecamatan Songgon?
3. Bagaimana evaluasi potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Songgon menggunakan analisis spasial SIG dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan kriteria berdasarkan Permen PU No. 22/PRT/M/2007?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Lokasi penelitian berada di wilayah yang terjadi tanah longsor di kawasan Gunung Raung, tepatnya di Kecamatan Songgon.
2. Data yang digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab tanah longsor sesuai Permen PU No. 22/PRT/M/2007 meliputi kemiringan lereng, jenis tanah, geologi (jenis batuan), curah hujan, kerapatan aliran sungai, kerentanan gerakan tanah dan tutupan lahan.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis spasial SIG dan metode pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP).
4. Hasil yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah peta potensi tanah longsor.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi parameter penyebab tanah longsor di Kecamatan Songgon.
2. Menghitung dan menganalisis parameter yang berpengaruh terhadap tanah longsor di Kecamatan Songgon.
3. Mengevaluasi potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Songgon menggunakan analisis spasial SIG dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan kriteria berdasarkan Permen PU No. 22/PRT/M/2007.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari dua aspek yaitu sebagai berikut:

1. Aspek Keilmuan

Dari segi keilmuan, penelitian ini memiliki manfaat untuk memberikan kontribusi dalam ilmu Sistem Informasi Geografis (SIG) khususnya dalam usaha mitigasi bencana tanah longsor.

2. Aspek Rekayasa

Hasil penelitian ini dapat digunakan untuk kepentingan Pemerintah Daerah Kabupaten Banyuwangi sebagai pertimbangan dalam melakukan pencegahan dan mitigasi yang tepat terhadap bencana tanah longsor dengan cakupan daerah yang cukup luas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bencana dan Jenis-jenisnya

Menurut Undang-Undang No. 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana pasal 1 ayat (1) menyebutkan bahwa pengertian dari bencana adalah peristiwa atau serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa, manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda dan dampak psikologis. Potensi penyebab bencana di wilayah negara kesatuan Indonesia dapat dikelompokkan dalam tiga jenis bencana, yaitu:

1. **Bencana alam**

Bencana alam adalah bencana yang disebabkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang disebabkan oleh alam antara lain berupa gempa bumi, tsunami, gunung meletus, banjir, kekeringan, angin topan dan tanah longsor.

2. **Bencana nonalam**

Bencana nonalam adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau rangkaian peristiwa nonalam yang antara lain berupa gagal teknologi, gagal modernisasi, epidemi dan wabah penyakit.

3. **Bencana sosial**

Bencana sosial adalah bencana yang diakibatkan oleh peristiwa atau serangkaian peristiwa yang diakibatkan oleh manusia yang meliputi konflik sosial antarkelompok atau antarkomunitas masyarakat dan teror.

2.2 Tanah Longsor

Menurut Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (2015), tanah longsor merupakan perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Sedangkan pengertian tanah longsor menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor yaitu suatu proses perpindahan massa tanah atau batuan pembentuk lereng dengan arah miring dari kedudukan semula, sehingga terpisah dari massa yang mantap karena pengaruh gravitasi, dengan jenis gerakan berbentuk translasi dan/atau rotasi.

2.2.1 Jenis Tanah Longsor

Ada enam jenis tanah longsor, yaitu longsor translasi, longsor rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah dan aliran bahan rombakan. Jenis longsor translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsor yang paling banyak memakan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan (ESDM 2006). Berikut jenis-jenis tanah longsor:

a. Longsor Translasi

Longsor translasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk rata atau menggelombang landai.



Gambar 2.1 Longsoran Translasi
(sumber: ESDM 2006)

b. Longsoran Rotasi

Longsoran rotasi adalah Bergeraknya massa tanah dan batuan pada bidang gelincir berbentuk cekung.



Gambar 2.2 Longsoran Rotasi
(sumber: ESDM 2006)

c. Pergerakan Blok

Pergerakan blok adalah perpindahan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini disebut juga longsoran translasi blok batu.



Gambar 2.3 Longoran Pergerakan Blok
(sumber: ESDM 2006)

d. Runtuhan Batu

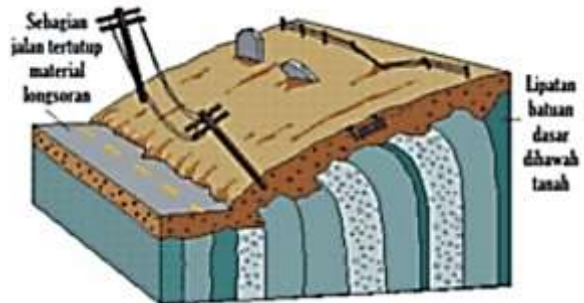
Runtuhan batu terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Umumnya terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah.



Gambar 2.4 Longoran Runtuhan Batu
(sumber: ESDM 2006)

e. Rayapan Tanah

Rayapan tanah adalah jenis tanah longsor yang bergerak lambat. Jenis tanahnya berupa butiran kasar dan halus. Jenis tanah longsor ini hampir tidak dapat dikenali. Setelah waktu yang cukup lama longsor jenis rayapan ini bisa menyebabkan tiang-tiang telepon, pohon, atau rumah miring ke bawah.



Gambar 2.5 Longsor Rayapan Tanah
(sumber: ESDM 2006)

f. Aliran Bahan Rombakan

Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan aliran tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya. Gerakannya terjadi di sepanjang lembah dan mampu mencapai ratusan meter jauhnya. Di beberapa tempat bisa sampai ribuan meter seperti di daerah aliran sungai di sekitar gunungapi. Aliran tanah ini dapat menelan korban cukup banyak.



Gambar 2.6 Longsor Aliran Bahan Rombakan
(sumber: ESDM 2006)

2.2.2 Faktor-faktor Penyebab Tanah Longsor

Pada prinsipnya tanah longsor terjadi bila gaya pendorong pada lereng lebih besar daripada gaya penahan. Gaya penahan umumnya dipengaruhi oleh kekuatan batuan dan kepadatan tanah. Sedangkan gaya pendorong dipengaruhi oleh besarnya sudut lereng, air, beban serta berat jenis tanah batuan (ESDM 2006). Menurut Permen PU No. 22/PRT/M/2007, secara umum terdapat 14 (empat belas) faktor yang dapat menyebabkan terjadinya longsor sebagai berikut:

1. Curah hujan yang tinggi.

Hujan yang lebat pada awal musim dapat menimbulkan longsor, karena air akan masuk dan terakumulasi di bagian dasar lereng melalui tanah yang merekah akibat penguapan air pada musim kering sehingga menimbulkan gerakan lateral.

2. Lereng yang terjal.

Lereng atau tebing yang terjal akan memperbesar gaya pendorong. Lereng yang terjal terbentuk karena pengikisan air sungai, mata air, air laut dan angin.

3. Lapisan tanah yang kurang padat dan tebal.

Jenis tanah yang kurang padat adalah tanah lempung atau tanah liat dengan ketebalan lebih dari 2,5 meter. Tanah jenis ini memiliki potensi untuk terjadinya tanah longsor terutama bila terjadi hujan. Selain itu, tanah ini sangat rentan terhadap pergerakan tanah karena menjadi lembek terkena air dan pecah ketika hawa terlalu panas.

4. Jenis batuan (litologi) yang kurang kuat.

Batuan endapan gunung api dan batuan sedimen berukuran pasir dan campuran antara

kerikil, pasir dan lempung umumnya kurang kuat. Batuan tersebut akan mudah menjadi tanah bila mengalami proses pelapukan dan umumnya rentan terhadap tanah longsor bila terdapat pada lereng yang terjal.

5. Jenis tanaman dan pola tanaman yang tidak mendukung penguatan lereng.

Tanah longsor banyak terjadi di daerah tata lahan persawahan, perladangan, dan adanya genangan air di lereng yang terjal. Pada lahan persawahan akarnya kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek dan jenuh dengan air sehingga mudah terjadi longsor. Sedangkan, untuk daerah perladangan penyebabnya adalah karena akar pohonnya tidak dapat menembus bidang longsor yang dalam dan umumnya terjadi di daerah longsor lama.

6. Getaran yang kuat (peralatan berat, mesin pabrik, kendaraan bermotor).

Getaran yang terjadi biasanya diakibatkan oleh gempabumi, ledakan, getaran mesin, dan getaran lalu lintas kendaraan. Akibat yang ditimbulkannya adalah tanah, badan jalan, lantai, dan dinding rumah menjadi retak.

7. Susutnya muka air danau/bendungan.

Akibat susutnya muka air yang cepat di danau maka gaya penahan lereng menjadi hilang sehingga mudah terjadi longsor dan penurunan tanah yang biasanya diikuti oleh retakan.

8. Beban tambahan seperti konstruksi bangunan dan kendaraan angkutan.

Adanya beban tambahan seperti beban bangunan pada lereng dan kendaraan akan

memperbesar gaya pendorong terjadinya longsor, terutama di sekitar tikungan jalan pada daerah lembah. Akibatnya adalah sering terjadinya penurunan tanah dan retakan yang arahnya ke arah lembah.

9. Terjadinya pengikisan tanah atau erosi.

Pengikisan banyak dilakukan oleh air sungai ke arah tebing. Selain itu akibat penggundulan hutan di sekitar tikungan sungai, tebing akan menjadi terjal.

10. Adanya material timbunan pada tebing.

Tanah timbunan pada lembah tersebut belum terpadatkan sempurna seperti tanah asli yang berada di bawahnya. Sehingga apabila hujan akan terjadi penurunan tanah yang kemudian diikuti dengan retakan tanah.

11. Bekas longsoran lama yang tidak segera ditangani.

Longsoran lama umumnya terjadi selama dan setelah terjadi pengendapan material gunung api pada lereng yang relatif terjal atau pada saat atau sesudah terjadi patahan kulit bumi. Bekas longsoran lama memiliki ciri:

- a. Adanya tebing terjal yang panjang melengkung membentuk tapal kuda;
- b. Umumnya dijumpai mata air, pepohonan yang relatif tebal karena tanahnya gembur dan subur;
- c. Daerah badan longsor bagian atas umumnya relatif landai;
- d. Dijumpai longsoran kecil terutama pada tebing lembah;
- e. Dijumpai tebing-tebing relatif terjal yang merupakan bekas longsoran kecil pada longsoran lama;

- f. Dijumpai alur lembah dan pada tebingnya dijumpai retakan dan longsoran kecil; serta
 - g. Longsoran lama ini cukup luas.
12. Adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung)

Bidang tidak sinambung ini memiliki ciri:

- a. Bidang perlapisan batuan;
- b. Bidang kontak antara tanah penutup dengan batuan dasar;
- c. Bidang kontak antara bebatuan yang retak-retak dengan batuan yang kuat;
- d. Bidang kontak antara batuan yang dapat melewatkan air dengan batuan yang tidak melewatkan air (kedap air); serta
- e. Bidang kontak antara tanah yang lembek dengan tanah yang padat.

Bidang-bidang tersebut merupakan bidang lemah dan dapat berfungsi sebagai bidang luncuran tanah longsor.

13. Penggundulan hutan.

Tanah longsor umumnya banyak terjadi di daerah yang relatif gundul dimana pengikatan air tanah sangat kurang.

14. Daerah pembuangan sampah.

Penggunaan lapisan tanah yang rendah untuk pembuangan sampah dalam jumlah banyak dapat mengakibatkan tanah longsor apalagi ditambah dengan guyuran hujan.

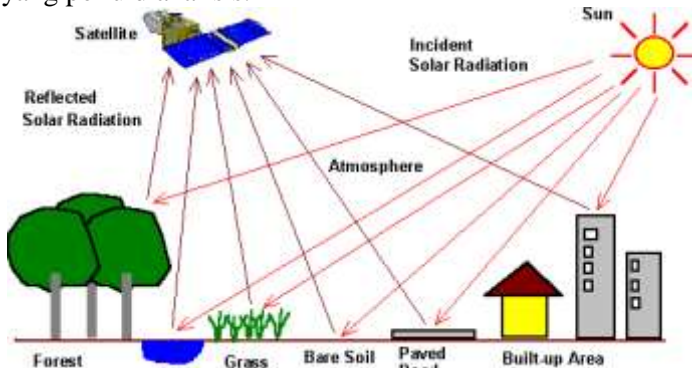
Keempat belas faktor tersebut lebih lanjut dijadikan dasar perumusan kriteria (makro) dalam penetapan kawasan rawan bencana longsor adalah sebagai berikut:

- 1. Kemiringan lereng;
- 2. Kondisi tanah;
- 3. Batuan penyusun lereng;

4. Curah hujan;
5. Tata air lereng/kondisi hidrologi;
6. Kerentanan gerakan tanah ; dan
7. Vegetasi

2.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh berasal dari kata *remote sensing* memiliki pengertian yaitu suatu ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, area atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh oleh perangkat yang tidak bersentuhan dengan objek, area atau fenomena yang sedang diselidiki (Lillesand, Kiefer dan Chipman 2015). Alat tersebut pada waktu perekaman tidak ada di permukaan bumi, tetapi di udara atau di angkasa karena itu dalam perekaman tersebut menggunakan wahana (*platform*) seperti satelit, pesawat udara, balon udara dan sebagainya. Sedangkan data yang merupakan hasil perekaman alat (*sensor*) masih merupakan data mentah yang perlu dianalisis.



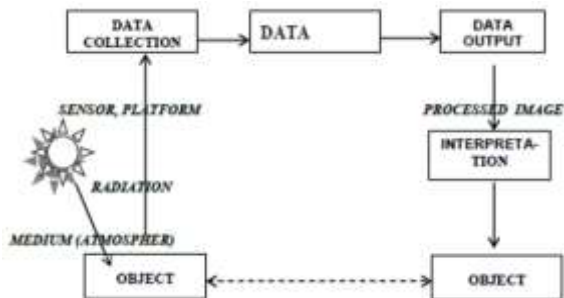
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Penginderaan Jauh
(sumber: Kusumowidagdo 2007)

Ada beberapa jenis resolusi yang umum diketahui dalam penginderaan jauh yaitu (Danoedoro 1996):

- a. Resolusi spasial
Ukuran objek terkecil yang mampu direkam, dibedakan dan disajikan pada citra. Resolusi spasial menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail sebuah studi semakin tinggi resolusi spasial yang diperlukan.
- b. Resolusi spektral
Daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk merekam data. Resolusi spektral menunjukkan lebar kisaran dari masing-masing kanal spektral yang diukur oleh sensor. Semakin banyak jumlah saluran atau kanal-kanalnya semakin tinggi kemampuannya dalam mengenali objek.
- c. Resolusi temporal
Menunjukkan waktu antar pengukuran atau dalam kata lain kemampuan suatu sistem untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari.
- d. Resolusi radiometrik
Kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral objek atau kemampuan sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan kecil.
Berdasarkan jenis sensor yang dibawa, satelit penginderaan jauh digolongkan menjadi dua, yaitu (Sutanto 1994):
 - a. Satelit aktif, yaitu satelit yang membawa sensor aktif. Sensor yang ada pada satelit memancarkan gelombang mikro, gelombang mikro tersebut diterima sekaligus dipantulkan kembali oleh objek di permukaan bumi. Gelombang pantul ini yang kemudian diterima oleh sensor satelit. Contoh satelit aktif antara lain: JERS, ERS, Radarsat dan lain-lain.
 - b. Satelit pasif, yaitu satelit yang membawa sensor pasif. Satelit ini hanya menangkap gelombang yang

dipancarkan oleh suatu objek dari permukaan bumi. Contoh satelit pasif antara lain: Landsat, NOAA, Ikonos, SPOT dan lain-lain.

Sistem penginderaan jauh dilengkapi dengan sensor dan kamera yang merekam objek di alam. Rekaman data oleh sensor dari objek di bumi berupa data numeris (digit) yang dinyatakan sebagai besarnya nilai pantul gelombang elektromagnetik (intensitas spektral), yang dipantulkan oleh objek dalam suatu ukuran tertentu (resolusi spasial). Nilai pantul tersebut besarnya secara visual dinyatakan dalam derajat keabuan (*grey scale*), pada rekaman satelit berupa angka numeris (digit) antara 0 – 255. Nilai 0 setara dengan derajat keabuan paling rendah (hitam) dan 255 derajat keabuan paling tinggi (putih). Selain dari nilai intensitas spektral, pengenalan suatu objek juga ditentukan dari besarnya resolusi spasial. Resolusi spasial (30×30) meter pada *Landsat Thematic Mapper* (TM), ini berarti bahwa objek di muka bumi yang berukuran (30×30) meter direkam sebagai satu titik data (*pixel = picture element*) dan resolusi spasial (10×10) meter pada Sentinel, berarti objek di muka bumi yang berukuran (10×10) meter direkam sebagai satu titik data. Batas kemampuan sebuah sensor dinamakan resolusi (Sukojo 2012).



Gambar 2.8 Sistem Penginderaan Jauh
(sumber: Sukojo 2012)

2.4 Citra Sentinel-2

Sentinel-2 merupakan salah satu satelit penginderaan jarak jauh dengan menggunakan sensor pasif. Resolusi spasial yang tergolong tinggi dengan cakupan spektrum yang luas merupakan langkah maju yang besar dibandingkan dengan multispektral lainnya. Tujuan diciptakan Sentinel-2 adalah untuk menyajikan data kepentingan *monitoring* lahan, dan merupakan data dasar untuk penggunaan pada beragam aplikasi, mulai dari pertanian sampai perhutanan, dari *monitoring* lingkungan sampai dengan perencanaan perkotaan, deteksi perubahan tutupan lahan, penggunaan lahan, pemetaan risiko bencana serta beragam aplikasi lainnya (ESA 2015). Penggunaan Citra Sentinel-2 sangat dibutuhkan dalam melakukan analisis penggunaan tutupan lahan dalam pencegahan terhadap kegiatan eksploitasi lahan yang menyebabkan terjadinya degradasi lingkungan. Data yang diperoleh dari Citra Sentinel-2 dapat digunakan dalam memprediksi luas perubahan lahan yang akan terjadi pada masa mendatang.



Gambar 2.9 Citra Satelit Sentinel-2
(sumber: *Satellite Imaging Corporation* 2015)

Citra Sentinel-2 merupakan optik terbaru yang dikembangkan oleh *European Space Agency* (ESA) yang diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 di Korou, Perancis.

Sentinel-2 memiliki sensor *Multi-Spectral Instrument* (MSI) dengan 13 *band* spektral. Citra Sentinel-2 memiliki karakteristik yang ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Karakteristik Citra Sentinel-2

<i>Band</i>	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (m)
<i>Band 1 – Coastal Aerosol</i>	0,443	60
<i>Band 2 – Blue</i>	0,490	10
<i>Band 3 – Green</i>	0,560	10
<i>Band 4 – Red</i>	0,665	10
<i>Band 5 – Vegetation Red Edge</i>	0,705	20
<i>Band 6 – Vegetation Red Edge</i>	0,740	20
<i>Band 7 – Vegetation Red Edge</i>	0,783	20
<i>Band 8 – NIR</i>	0,842	10
<i>Band 8A – Vegetation Red Edge</i>	0,865	20
<i>Band 9 – Water Vapour</i>	0,945	60
<i>Band 10 – SWIR Cirrus</i>	1,375	60
<i>Band 11 – SWIR</i>	1,610	20
<i>Band 12 – SWIR</i>	2,190	20

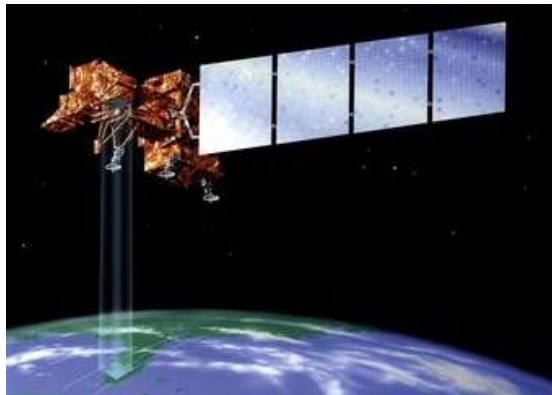
(sumber: ESA 2015)

Citra Sentinel-2A yang digunakan pada penelitian ini adalah Level 1C, artinya telah terkoreksi geometrik dan radiometrik dalam bentuk nilai reflektan *Top of Atmosphere* (TOA). Selain itu, Sentinel-2 telah dirancang untuk mendukung *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES). Citra Sentinel-2 dengan sistem *Instrumen Multispectral* yang beresolusi tinggi akan

memastikan rangkaian kontinuitas observasi multispektral dengan melihat waktu rotasi satelit, area cakupan, *band* spektral, lebar petak, kualitas gambar radiometrik dan geometrik (ESA 2012).

2.5 Citra Landsat

Satelit Landsat merupakan satelit pengamatan bumi milik Amerika yang diluncurkan oleh *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Citra satelit Landsat telah banyak digunakan untuk berbagai aplikasi seperti pada bidang pertanian, kehutanan, pemetaan, oseanografi, sumberdaya alam dan penelitian perubahan iklim.



Gambar 2.10 Satelit Landsat 7
(sumber: USGS 2018)

Landsat merupakan satelit tertua di bumi yang diluncurkan oleh Amerika Serikat. Adanya citra satelit Landsat dimulai pada tahun 1972 dengan meluncurkan satelit generasi pertama yaitu Landsat 1 diluncurkan 23 Juli 1972, Landsat 2 diluncurkan pada tanggal 22 Januari 1975, dan Landsat 3 pada tanggal 5 Maret 1978 tetapi Landsat tersebut berakhir pada tanggal 22 Januari 1981. Satelit-satelit tersebut dilengkapi sensor MSS multispektral dan

merupakan satelit eksperimen. Kemudian seiring berjalannya waktu, pada tahun 1982 diluncurkan kembali satelit bumi generasi kedua yaitu Landsat 4 dan Landsat 5. Landsat tersebut merupakan landsat semioperasional atau dimaksudkan untuk tujuan penelitian dan pengembangan. Landsat 4 diluncurkan 16 Juli 1982 dan dihentikan pada tahun 1993, sedangkan Landsat 5 diluncurkan pada 1 Maret 1984 dengan dilengkapi sensor TM (*Thematic Mapper*) dan memiliki (30×30) meter pada *band* 1, 2, 3, 4, 5, 6 dan 7. Sensor yang dimiliki Landsat 5 ini dapat mengamati obyek-obyek di permukaan bumi dan meliputi daerah yang sama setiap 16 hari dengan ketinggian orbit 705 km. Namun sejak November 2011 Landsat 5 mengalami gangguan, akibatnya pada tahun 2016 USGS mengumumkan akan menonaktifkan Landsat tersebut. Kemudian diluncurkan kembali untuk generasi citra satelit selanjutnya yaitu Landsat 6 pada tanggal 5 Oktober 1993 tetapi gagal mencapai orbit.

Setelah diluncurkannya ke lima satelit tersebut, kini mengikuti perubahan zaman maka diluncurkan satelit generasi berikutnya yaitu citra satelit Landsat 7 dan Landsat 8 guna menyempurnakan satelit generasi sebelumnya. Citra Satelit Landsat 7 merupakan citra satelit bumi yang memiliki ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) dan *scanner* yang dapat membantu untuk pemotretan foto udara. Landsat 7 ini diluncurkan pada bulan April 1999. Kegunaan citra satelit Landsat 7 ini digunakan untuk pemetaan penutupan lahan, pemetaan geologi, serta pemetaan suhu permukaan laut (*Parangtritis Geomaritime Science Park* 2016). Berikut merupakan spesifikasi dan karakteristik beberapa kanal (*band*) yang dimiliki oleh Landsat 7 pada Tabel 2.2

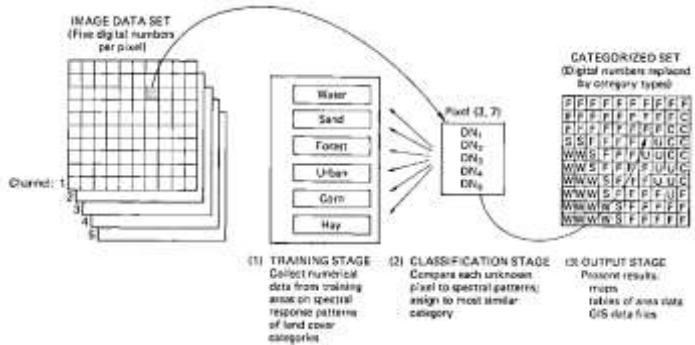
Tabel 2.2 Karakteristik Band pada Citra Landsat 7 ETM+

Band	Panjang Gelombang (μm)	Resolusi Spasial (m)
<i>Band 1 – Blue</i>	0,450 – 0,515	30
<i>Band 2 – Green</i>	0,525 – 0,605	30
<i>Band 3 – Red</i>	0,630 – 0,690	30
<i>Band 4 – Near Infrared</i>	0,775 – 0,900	30
<i>Band 5 – Short-Wave Infrared</i>	1,550 – 1,750	30
<i>Band 6 – Thermal Infrared</i>	10,00 – 12,50	60
<i>Band 7 – Short Wave Infrared</i>	2,090 – 2,350	30
<i>Band 8 – Panchromatic</i>	0,520 – 0,900	15

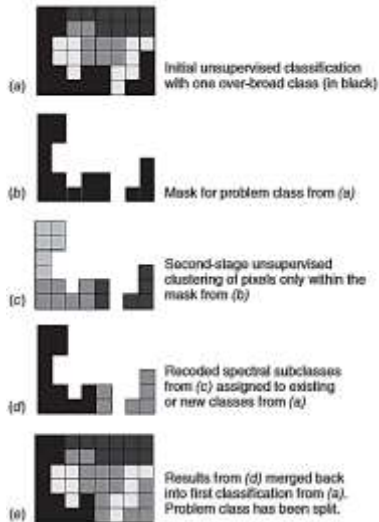
(sumber: USGS 2018)

2.6 Klasifikasi Citra

Klasifikasi fitur pada citra merupakan elemen interpretasi visual untuk mengidentifikasi kelompok piksel yang mewakili berbagai fitur atau kelas tutupan lahan. Klasifikasi citra digital dilakukan menggunakan informasi spektral yang diwakili oleh angka-angka digital dalam satu *band* atau lebih. Tujuan klasifikasi adalah untuk menetapkan semua piksel dalam gambar ke kelas atau tema tertentu. Gambar yang dihasilkan terdiri dari mosaik piksel yang masing-masing memiliki tema tertentu (*Canada Centre for Remote Sensing 2008*).



(a)



(b)

Gambar 2.11 Klasifikasi Citra pada (a) *Supervised Classification*
 (b) *Unsupervised Classification*
 (sumber: Lillesand, Kiefer dan Chipman 2015)

Secara umum klasifikasi citra dibedakan dalam dua kelas, yakni klasifikasi terbimbing (*supervised*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised*), sebagaimana

proses klasifikasinya ditunjukkan pada Gambar 2.11. Hal yang dimaksud klasifikasi terbimbing adalah klasifikasi digital dimana pengkelasan pola-pola penutup penggunaan lahan pada citra didasarkan masukan dari operator. Penetapan *training area* berdasarkan pengetahuan operator terhadap wilayah dalam citra penginderaan jauh. Sedangkan, klasifikasi tidak terbimbing dilakukan pengelompokkan nilai-nilai piksel pada suatu citra oleh komputer ke dalam kelas-kelas nilai (spektral, temporal dan spasial) dengan menggunakan algoritma klusterisasi. Oleh karena itu, metode klasifikasi tidak terbimbing sering disebut juga metode *clustering*. Pada penelitian kali ini penulis menggunakan metode klasifikasi terbimbing dimana *training area* ditentukan oleh operator. Berikut beberapa jenis metode klasifikasi terbimbing (Kushardono 2017):

- a. *Minimum Distance*, dimana klasifikasi yang mendasarkan pada jarak minimum menggunakan nilai rata-rata dan menghitung jarak dari setiap piksel yang diketahui melalui nilai rata-rata untuk masing-masing kelas. Suatu piksel akan ditentukan menjadi suatu kelas berdasarkan jarak minimumnya, dimana kriteria minimum juga bisa diberikan tetapi kemungkinan suatu piksel bisa tidak terklasifikasi ke kelas manapun jika tidak masuk dalam kriteria jarak minimum seluruh yang ditentukan tersebut.
- b. *Mahalanobis Distance*, yaitu klasifikasi yang mendasarkan jarak suatu kelas yang dihitung secara statistik dari rata-rata nilai dan varian co-varian matriks untuk masing-masing kelas dengan asumsi co-varian semua kelas adalah sama.
- c. *Maximum Likelihood* adalah klasifikasi yang melakukan penggolongan parameter dengan mengasumsikan distribusi spektral normal atau mendekati normal untuk masing-masing karakteristik yang menarik. Metode ini

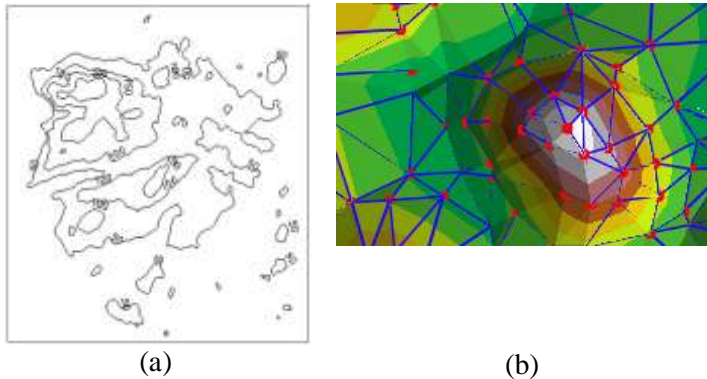
membutuhkan data sampel pelatihan spektral perwakilan untuk setiap kelas secara akurat dengan memperkirakan nilai dari *mean* vektor dan co-varian matriks yang dibutuhkan oleh algoritma klasifikasi. Bila sampel pelatihan terbatas atau tidak representatif maka estimasi elemen yang tidak akurat sering kali menghasilkan klasifikasi yang buruk. Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk data penginderaan jauh (Dengsheng Lu et al 2003).

- d. *Parallelipiped*, suatu piksel tidak dikenal dikelaskan menurut wilayah ketetapan (*decision region*) dimana piksel tersebut berada atau sebagai piksel tidak dikenal bila terletak di luar seluruh wilayah ketetapan. Metode ini sangat cepat dan efisien (Danoedoro 1996).

2.7 **Digital Elevation Model (DEM)**

Digital Elevation Model (DEM) merupakan data digital yang berisikan elevasi atau ketinggian geografis untuk memvisualisasikan bentuk permukaan bumi dengan nilai interval yang seragam pada setiap nilai elevasi. Biasanya disajikan ke dalam bentuk tiga dimensi yakni posisi X, Y, dan Z (Sobatnu 2014). Berikut merupakan sumber data DEM :

- a. Citra satelit aktif;
- b. Foto udara;
- c. Lidar; serta
- d. Pengukuran langsung di lapangan, dll.

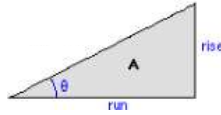


Gambar 2.12 Sumber Data DEM (a) Data Kontur (b) *Triangular Irregular Network*
(sumber: (a) Jimmy 2006 dan (b) ESRI 2016)

Data DEM memuat informasi ketinggian dan kemiringan yang mempermudah interpretasi sehingga dapat digunakan dalam berbagai aspek kehidupan. Dalam bidang kebencanaan DEM dapat digunakan untuk membuat peta rawan bencana banjir atau tanah longsor, dalam bidang manajemen sumberdaya digunakan untuk mendapatkan lokasi penambangan dan masih banyak kegunaan lainnya (Setianto dan Tamia 2013).

2.8 Kemiringan Lereng

Lereng merupakan permukaan bumi yang memiliki kemiringan seragam. Kelerengan merupakan suatu ukuran tingkat kemiringan permukaan tanah. Kelerengan atau kemiringan lahan merupakan perbandingan presentasi antara jarak vertikal (ketinggian lahan) dengan jarak horisontal (panjang jarak datar) (Suherlan 2001). Kelerengan ditunjukkan dengan besarnya sudut kemiringan dalam persen (%) atau derajat ($^{\circ}$). Berikut rumus kemiringan lereng:

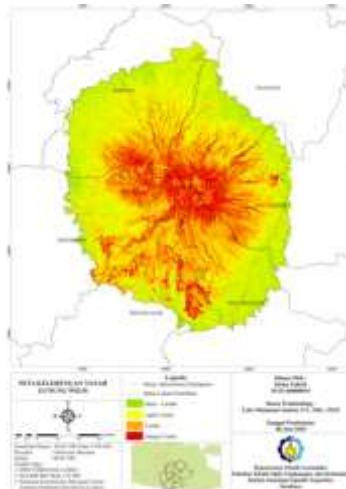


Gambar 2.13 Prinsip Perhitungan Kemiringan Lereng
(sumber: Burrough dan McDonnell 1998)

$$\text{Degree of slope} = \theta \quad (2.1)$$

$$\text{Percent of slope} = \frac{\text{rise}}{\text{run}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Tingkat keterengn sangat berpengaruh terhadap kondisi tanah di bawah permukaannya. Pada tingkat keterengn yang tinggi, maka jumlah aliran permukaan, dan energi angkut air juga membesar. Hal ini disebabkan oleh gaya berat yang semakin besar, sejalan dengan semakin miringnya permukaan tanah dari bidang horisontal (Mahmudi dkk 2015). Berikut contoh peta keterengn atau kemiringan tanah yang ditunjukkan pada Gambar 2.14 dan untuk klasifikasi pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.3.



Gambar 2.14 Peta Keterengn Tanah di Gunung Wilis
(sumber: Fahlefi 2018)

Tabel 2.3 Klasifikasi Kemiringan Lereng

Parameter	Kelas	Deskripsi
Kemiringan Lereng	0 – 8%	Datar
	8 – 15%	Landai
	15 – 25%	Agak Curam
	25 – 45 %	Curam
	> 45%	Sangat Curam

(sumber: Puslittanak 2004)

2.9 Jenis Tanah

Variabel jenis tanah berdasarkan sifat tanah merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi terjadinya gerakan tanah. Secara umum, jenis tanah dengan infiltrasi rendah mengindikasikan kerapatan aliran yang tinggi. Tanah dengan infiltrasi rendah biasanya banyak mengandung tanah liat yang sifatnya mudah terdispersi jika ditimpa air dan dalam massa yang besar akan menyebabkan tanah longsor (Karnawati 2003).

Tabel 2.4 Klasifikasi Jenis Tanah

Parameter	Kelas	Deskripsi
Jenis Tanah	Aluvial, Glei	Tidak Peka
	Latosol	Sedikit Peka
	<i>Brown forest</i> , Mediteran	Agak Peka
	Andosol, Grumosol, Podsol	Peka
	Regosol, Litosol, Organosol	Sangat Peka

(sumber: Puslittanak 2004)

Aluvial dan glei merupakan tanah yang berasal dari endapan baru dan menunjukkan sifat hidromorfik. Latosol adalah tanah dengan kadar liat lebih dari 60% dengan kedalaman lebih dari 150 cm. Tanah *brown forest* dan mediteran tidak terdapat gejala hidromorfik. Kemudian

andosol, grumosol dan podsol adalah tanah dengan kadar liat lebih dari 30% yang umumnya berwarna hitam, kalau pada musim kering tanah keras dan retak-retak karena mengkerut sedangkan jika basah akan lengket (mengembang). Jenis tanah yang paling peka terhadap erosi adalah tanah regosol, litosol dan organosol yang merupakan tanah organik, tidak termasuk bahan endapan baru, tidak menunjukkan sifat-sifat hidromorfik serta tidak mengembang dan mengkerut (Puslittanak 2004).

2.10 Jenis Batuan

Faktor geologi dapat dianalisis melalui variabel tekstur tanah dan jenis batuan. Tekstur tanah dan jenis batuan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya gerakan tanah yang diukur berdasarkan sifat tanah dan kondisi fisik batuan (Karnawati 2003).

Batuan dari segi asal dan keterdapatannya di lapangan dapat digolongkan menjadi tiga golongan besar, yaitu batuan beku, batuan sedimen dan batuan aluvial. Batuan vulkanik adalah batuan yang terbentuk sebagai hasil dari adanya aktivitas gunung api yaitu dari pendinginan dan pembekuan magma. Kelompok batuan vulkanik apabila bersentuhan dengan atmosfer dan hidrosfer akan mudah menyebabkan terjadinya proses pelapukan. Batuan sedimen terbentuk melalui pembebanan dan perekatan oleh senyawa mineral dalam larutan. Apabila pada batuan sedimen terjadi peningkatan tekanan dan suhu maka akan mengalami perubahan untuk menyesuaikan dengan lingkungan yang baru dan menjadi batuan aluvial (Noor 2009). Jenis batuan yang peka terhadap erosi yaitu *clay shale* yang merupakan hasil pelapukan atau transportasi batuan sedimentasi tipe mekanik dengan material penyusun utamanya adalah berukuran lempung.

Tabel 2.5 Klasifikasi Jenis Batuan

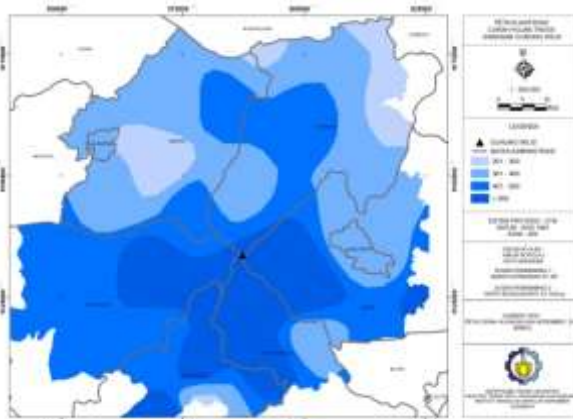
Parameter	Kelas	Deskripsi
Geologi	Dataran Aluvial	Tidak Peka
	Perbukitan Kapur	Sedikit Peka
	Perbukitan Granit	Agak Peka
	Perbukitan Batuan Sedimen	Peka
	Bukit Basal <i>Clay Shale</i>	Sangat Peka

(sumber: Puslittanak 2004)

2.11 Curah Hujan

Curah hujan dapat didefinisikan sebagai jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dan diukur sebagai tinggi air dalam satuan mm (millimeter) sebelum mengalami aliran permukaan, evaporasi (penguapan) dan peresapan atau perembesan ke dalam tanah (Sukmawati 2006). Curah hujan umumnya menunjukkan jumlah presipitasi air yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Curah hujan diukur dalam jumlah harian, bulanan dan tahunan.

Data curah hujan global merupakan data curah hujan yang memiliki resolusi temporal dan cakupan wilayah yang luas. Curah hujan satu mm, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu mm atau tertampung air sebanyak satu liter atau 1.000 ml. Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu penakar hujan belum dapat menggambarkan hujan suatu wilayah, dalam hal ini diperlukan data rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar untuk menghasilkan peta curah hujan di suatu wilayah. Klasifikasi curah hujan dapat menggunakan metode *thiessen polygon* dan metode isohyet. Jenis interpolasi yang digunakan untuk metode isohyet adalah *Inverse Distance Weighted* (IDW). Berikut contoh peta isohyet yang ditunjukkan pada Gambar 2.15 dan pengklasifikasian pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.6.



Gambar 2.15 Peta Isohyet Kawasan Gunung Wilis
(sumber: Rofiq 2018)

Tabel 2.6 Klasifikasi Curah Hujan

Parameter	Kelas (mm)	Deskripsi
Curah Hujan	< 200	Sangat kering
	201 - 300	Kering
	301 - 400	Sedang
	401 - 500	Basah
	> 500	Sangat Basah

(sumber: BMKG Karang Ploso 2016)

2.12 Kerapatan Sungai

Berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Nomor: P.3/V-SET/2013 dalam Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai, kerapatan sungai adalah suatu angka indeks yang menunjukkan banyaknya anak sungai di dalam suatu DAS (Daerah Aliran Sungai). Kerapatan aliran sungai menggambarkan kapasitas penyimpanan air permukaan dalam cekungan-cekungan seperti danau, rawa dan badan sungai yang mengalir di suatu DAS.

$$Dd = \frac{\sum Ln}{A} \quad (2.3)$$

Keterangan:

Dd = kerapatan aliran (km/km²)

Ln = panjang sungai (km)

A = luas DAS (km²)

Menurut Horton (1949) dalam Prinsip Dasar Pengelolaan DAS oleh Ramdan (2004) menyebutkan bahwa kerapatan sungai berhubungan dengan sifat drainase DAS. Sungai dengan kerapatan kurang dari 0,7 km/km² umumnya berdrainase jelek atau sering mengalami penggenangan, sungai dengan kerapatan antara 0,73 – 2,74 km/km² umumnya memiliki kondisi drainase yang baik atau jarang mengalami penggenangan, sedangkan DAS pada kondisi nilai kerapatan sungai > 2,74 km/km² maka aliran air akan sering mengalami kekeringan.

Tabel 2.7 Klasifikasi Kerapatan Sungai

Parameter	Kelas (km/km ²)	Deskripsi
Kerapatan Sungai	> 3,10	Kekeringan
	2,28 – 3,10	Agak Kering
	1,45 – 2,27	Sedang
	0,62 – 1,44	Agak Menggenang
	< 0,62	Menggenang

(sumber: Linsley (1959), Meijerink (1970) dan Ortiz (1977) dalam Suprayogi (2017) dengan modifikasi penulis)

2.13 Gerakan Tanah

Gerakan tanah/batuan sebagai gerakan menuruni atau keluar lereng oleh massa tanah atau batuan penyusun lereng, maupun pencampuran keduanya sebagai bahan rombakan akibat terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut (Karnawati 2005). Apabila gaya tekanan untuk menurunkan material ke bawah lebih besar dari gaya tekanan untuk menahan pergerakan maka akan

terjadi gerakan tanah, demikian juga sebaliknya. Penyebab terjadinya gerakan tanah dapat dipengaruhi oleh dua faktor yaitu faktor pengontrol dan faktor pemicu. Faktor pengontrol merupakan faktor-faktor yang membuat kondisi suatu lereng atau tebing menjadi rentan dan siap bergerak, meliputi kondisi geomorfologi, kondisi stratigrafi (jenis batuan/tanah), kondisi struktur geologi, kondisi hidrologi dan kondisi tata guna lahan. Faktor pemicu merupakan proses-proses yang mengubah suatu lereng dari kondisi rentan atau siap bergerak menjadi kondisi kritis dan akhirnya bergerak, meliputi curah hujan, getaran gempa bumi, dan aktivitas manusia yang dapat mengakibatkan perubahan beban. Kedua faktor tersebut saling berhubungan dan memberikan dampak besar terhadap terjadinya gerakan tanah. Berikut contoh kejadian gerakan tanah yang ditunjukkan pada Gambar 2.16 dan klasifikasi gerakan tanah pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2.8.



Gambar 2.16 Kejadian Gerakan Tanah di Jatiluhur, Majenang dan Cilacap
(sumber: Ridlo 2019)

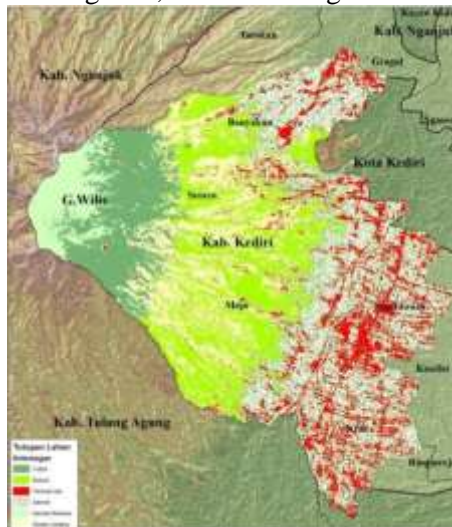
Tabel 2.8 Klasifikasi Kerentanan Gerakan Tanah

Parameter	Kelas	Deskripsi
Kerentanan Gerakan Tanah	Zona V	Aman
	Zona IV	Sangat Rendah
	Zona III	Rendah
	Zona II	Sedang
	Zona I	Tinggi

(sumber: BPBD Banyuwangi 2012)

2.14 Tutupan Lahan

Penutup lahan (*land cover*) adalah tambahan dan atau bangunan yang secara nyata menutupi permukaan tanah. Selain itu penutupan lahan, yaitu perwujudan secara fisik (*visual*) dari vegetasi, benda alam, dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakannya di permukaan bumi, seperti bangunan, danau dan vegetasi.



Gambar 2.17 Peta Tutupan Lahan di Kawasan Kabupaten Kediri
(sumber: Taufik, Akbar dan Alfi 2016)

Tutupan lahan di suatu wilayah berkaitan erat dengan kondisi ekonomi dan tipe masyarakat yang tinggal di wilayah tersebut. Tutupan lahan memiliki kontribusi yang berbeda-beda tergantung pada sifat dan kondisi penutupan lahan tersebut. Tutupan lahan dalam bentuk vegetasi akan mengurangi erosi, sedangkan lahan tanpa penutup akan sangat rawan terhadap erosi yang akan mengakibatkan gerakan tanah (Karnawati 2003).

Tabel 2.9 Klasifikasi Tutupan Lahan

Parameter	Kelas	Deskripsi
Tutupan Lahan	Badan Air	Tidak Peka
	Pemukiman	Kurang Peka
	Hutan dan Perkebunan	Agak Peka
	Semak Belukar	Peka
	Tegalan, Sawah	Sangat Peka

(sumber: Puslittanak 2004)

2.15 Sistem Informasi Geografis dan Komponennya

Sistem Informasi Geografis (SIG) atau *Geographic Information System* (GIS) adalah sebuah sistem yang didesain untuk menangkap, menyimpan, memanipulasi, menganalisa, mengatur dan menampilkan seluruh jenis data geografis (Irwansyah 2013). Dalam artian sederhana sistem informasi geografis dapat kita simpulkan sebagai gabungan kartografi, analisis statistik dan teknologi sistem basis data (*database*). Pengertian Sistem Informasi Geografis menurut beberapa ahli:

1. Burrough, 1986

Kumpulan alat yang *powerful* untuk mengumpulkan, menyimpan, menampilkan dan mentransformasi data spasial dari dunia nyata (*real world*).

2. Aronoff, 1989

Segala jenis prosedur manual maupun berbasis komputer untuk menyimpan dan memanipulasi data bereferensi geografis.

3. ESRI, 2004

Sebuah sistem untuk mengatur, menganalisa dan menampilkan informasi geografis.

Sehingga dapat dirangkum konsep sebuah Sistem Informasi Geografis adalah sebagai berikut:

1. Informasi geografis adalah informasi mengenai tempat di permukaan bumi.
2. Teknologi informasi geografis meliputi *Global Positioning System* (GPS), *remote sensing* dan Sistem Informasi Geografis.
3. Sistem Informasi Geografis adalah sistem komputer dan piranti lunak (*software*).
4. Sistem Informasi Geografis digunakan untuk berbagai macam variasi aplikasi.
5. Sains Informasi Geografis merupakan ilmu sains yang melatarbelakangi teknologi Sistem Informasi Geografis.

Komponen yang digunakan dalam SIG merupakan komponen utama, penunjang, sekaligus yang berkontribusi dalam menghasilkan *output* (Nirwansyah 2017). Komponen utama SIG terdiri atas sebagai berikut:

a. Perangkat keras (*hardware*)

Perangkat keras (*hardware*) SIG terdiri dari beberapa macam. Perangkat komputer, GPS, *printer*, *plotter*, *scanner*, *digitizer*, dan lain-lain. Fungsi perangkat keras ini adalah sebagai media dalam pengolahan atau pengerjaan SIG, pengambilan data hingga ke produk akhir baik itu peta cetak, CD, *virtual storage*, *webGIS*, dsb.

b. Perangkat lunak (*software*)

Perangkat lunak (*software*) SIG merupakan sekumpulan program aplikasi yang dapat memudahkan kita dalam

melakukan berbagai macam pengolahan data, penyimpanan, *editing*, hingga *layout* ataupun analisis keruangan.

c. *Brainware*

Brainware atau istilah lain disebut sebagai sumber daya manusia yang mengoperasikan *hardware* dan *software* untuk mengolah berbagai macam data keruangan (data spasial) untuk suatu tujuan tertentu.

d. Data spasial

Data dan informasi spasial atau keruangan merupakan bahan dasar dalam SIG. Data ataupun realitas di dunia atau alam akan diolah menjadi suatu informasi yang terangkum dalam suatu sistem berbasis keruangan dengan tujuan-tujuan tertentu.

e. Metode

Penggunaan metode dalam SIG akan menentukan produk informasi yang akan dihasilkan. Teknik analisis dalam SIG memberikan keleluasan bagi pengguna dan pengembang untuk memperoleh informasi yang relevan bagi para pemangku kepentingan.



Gambar 2.18 Komponen dalam Sistem Informasi Geografis
(sumber: Aronoff 1989)

2.16 Interpolasi Spasial

Interpolasi spasial adalah prosedur memperkirakan nilai properti dalam area tertutup oleh pengamatan yang ada (Irwansyah 2013). Dalam konteks pemetaan, interpolasi merupakan proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak disampel atau diukur untuk keperluan penyusunan peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayah yang dipetakan. Pemilihan teknik interpolasi spasial sangat krusial dalam hal kajian ilmiah karena tidak ada metode interpolasi spasial yang selalu baik di semua tempat dan waktu (Bhowmik 2012). Beberapa metode interpolasi spasial yang sering digunakan yaitu:

a. *Inverse Distance Weighted (IDW)*

Metode IDW merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya (NCGIA 2007). Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Metode IDW secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang berjauhan. Untuk menaksir sebuah nilai di setiap lokasi yang tidak diukur, IDW akan menggunakan nilai-nilai ukuran yang mengitari lokasi yang akan ditaksir tersebut. Pada metode IDW, diasumsikan bahwa tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir adalah proporsional terhadap jarak. Bobot akan berubah secara linier, sebagai fungsi seper jarak, sesuai dengan jaraknya terhadap data penaksir (Almasi dkk 2014). Bobot ini tidak dipengaruhi oleh posisi atau letak dari data penaksir dengan data penaksir yang lain.

Faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil penaksiran antara lain adalah *actor power* dan radius di sekitar (*neighboring radius*) atau jumlah data penaksir. Menurut Isaak dan Srivastava (1989) *actor* utama yang

mempengaruhi keakuratan hasil penaksiran adalah nilai parameter *power*. Nilai parameter *power* yang umum digunakan adalah: 1, 2, 3, 4 dan 5 (Yasrebi dkk 2009). Menurut Pramono (2008), metode IDW memberikan hasil interpolasi yang lebih akurat dari metode *Kriging*. Hal ini dikarenakan semua hasil dengan metode IDW memberikan nilai mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel data. Persamaan IDW yang digunakan dalam pembobotan adalah sebagai berikut (Isaaks dan Srivastava 1989):

$$w_i = \frac{\frac{1}{di^p}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{di^p}} \quad (2.4)$$

Untuk menghitung nilai titik yang ditaksir digunakan persamaan berikut:

$$\hat{Z}_0 = \sum_{i=1}^n w_i \cdot Z_i \quad (2.5)$$

Keterangan:

\hat{Z}_0 = Nilai titik yang ditaksir

w_i = Faktor bobot dari titik-i

Z_i = Nilai dari titik penaksir-i

di = Jarak antara titik i dengan titik yang ditaksir

p = Faktor eksponen (*power*) 1, 2, 3, 4, 5

b. *Kriging*

Metode *kriging* merupakan estimasi *stochastic* yang mirip dengan IDW, menggunakan kombinasi linear dari *weight* untuk memperkirakan nilai di antara sampel data. Metode ini dikembangkan oleh D.L Krige untuk memperkirakan nilai dari bahan tambang. Asumsi dari model ini adalah jarak dan orientasi antara sampel data menunjukkan korelasi spasial. Model ini memberikan ukuran *error* dan *confidence*. Model ini juga menggunakan semivariogram yang mempresentasikan perbedaan spasial dan nilai diantara semua pasangan sampel data. Semivariogram ini

menunjukkan bobot (*weight*) yang digunakan dalam interpolasi (Hadi 2013).

Pada metode *kriging*, bobot tidak hanya didasarkan pada jarak antara ukuran dan lokasi titik prediksi tetapi juga pada keseluruhan letak titik-titik yang diukur (ESRI 2011). *Kriging* menimbang nilai yang terukur di sekitarnya untuk memperoleh prediksi di lokasi yang tidak terukur. Rumus umum *kriging* adalah sebagai berikut:

$$\hat{Z}(s_0) = \overline{\sum_{i=1}^N \lambda_i Z(S_i)} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$Z(S_i)$ = Nilai terukur pada lokasi pengamatan ke- i

λ_i = Bobot pada lokasi ke- i

$\hat{Z}(s_0)$ = Nilai prediksi

N = Jumlah nilai yang diukur

c. *Spline*

Metode *spline* merupakan metode yang mengestimasi nilai dengan menggunakan fungsi matematika yang meminimalisir total kelengkungan permukaan (ESRI 2015). Dalam ArcGIS, interpolasi *spline* termasuk dalam fungsi radial dasar atau *Radial Basis Function* (RBF). Teknik ini biasa digunakan dalam SIG namun dengan ketentuan data memiliki varian rendah. RBF banyak digunakan untuk peramalan data *time series* musiman seperti curah hujan. Metode interpolasi *spline* memiliki kemampuan dalam memprediksi nilai minimum dan maksimum dengan efek *stretching* data. Persamaan yang digunakan pada metode ini adalah dengan menggunakan formula interpolasi permukaan, dengan rumus sebagai berikut:

$$S_{(x,y)} = T_{(x,y)} + \sum_{j=1}^N \lambda_j R(r_j) \quad (2.7)$$

Keterangan:

j = 1, 2, ... n

N = jumlah titik

λ_j = koefisien yang ditemukan dari sistem persamaan linier
 r_j = jarak antara titik (x, y) ke titik j
 $T_{(x,y)}$ dan $R_{(r)}$ didefinisikan secara berbeda berdasarkan cara seleksi (*regularized spline* dan *tension spline*)

2.17 Analytical Hierarchy Process (AHP)

Analytical Hierarchy Process (AHP) merupakan suatu model pendukung keputusan dikembangkan oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan ini akan menguraikan masalah multi *factor* atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki, menurut Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

AHP sering digunakan sebagai metode pemecahan masalah dibanding dengan metode yang lain karena alasan-alasan sebagai berikut (Supriadi 2018):

- a. Struktur yang berhirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub kriteria yang paling dalam;
- b. Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsistensi berbagai kriteria dan alternatif yang dipilih oleh pengambil keputusan;
- c. Memperhitungkan daya tahan *output* analisis sensitivitas pengambil keputusan.

2.17.1 Kelebihan dan Kekurangan AHP

Layaknya sebuah metode analisis, AHP pun memiliki kelebihan dan kelemahan dalam sistem analisisnya. Kelebihan-kelebihan analisis ini adalah (Supriadi 2018) :

- a. Kesatuan (*Unity*)
AHP membuat permasalahan yang luas dan tidak terstruktur menjadi suatu model yang fleksibel dan mudah dipahami.
- b. Kompleksitas (*Complexity*)
AHP memecahkan permasalahan yang kompleks melalui pendekatan sistem dan pengintegrasian secara deduktif.
- c. Saling ketergantungan (*Inter Dependence*)
AHP dapat digunakan pada elemen-elemen sistem yang saling bebas dan tidak memerlukan hubungan linier.
- d. Struktur hirarki (*Hierarchy Structuring*)
AHP mewakili pemikiran alamiah yang cenderung mengelompokkan elemen sistem ke level-level yang berbeda dari masing-masing level berisi elemen yang serupa.
- e. Pengukuran (*Measurement*)
AHP menyediakan skala pengukuran dan metode untuk mendapatkan prioritas.
- f. Konsistensi (*Consistency*)
AHP mempertimbangkan konsistensi logis dalam penilaian yang digunakan untuk menentukan prioritas.
- g. Sintesis (*Synthesis*)
AHP mengarah pada perkiraan keseluruhan mengenai seberapa diinginkannya masing-masing alternatif.

h. Trade off

AHP mempertimbangkan prioritas relatif faktor-faktor pada sistem sehingga orang mampu memilih alternatif terbaik berdasarkan tujuan mereka.

i. Penilaian dan Konsensus (Judgement and Consensus)

AHP tidak mengharuskan adanya suatu konsensus, tapi menggabungkan hasil penilaian yang berbeda.

j. Pengulangan proses (Process Repitition)

AHP mampu membuat orang menyaring definisi dari suatu permasalahan dan mengembangkan penilaian serta pengertian mereka melalui proses pengulangan.

Sedangkan kelemahan metode AHP adalah sebagai berikut:

- a. Ketergantungan model AHP pada *input* utamanya. *Input* utama ini berupa persepsi seorang ahli sehingga dalam hal ini melibatkan subyektifitas sang ahli selain itu juga model menjadi tidak berarti jika ahli tersebut memberikan penilaian yang keliru.
- b. Metode AHP ini hanya metode matematis tanpa ada pengujian secara statistik sehingga tidak ada batas kepercayaan dari kebenaran model yang terbentuk.

2.17.2 Tahapan AHP

Dalam metode AHP dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani 1998):

- a. Mendefinisikan masalah dan menentukan solusi yang diinginkan.

Dalam tahap ini yaitu menentukan masalah yang akan dipecahkan secara jelas, detail dan mudah dipahami. Dari masalah yang ada kita coba tentukan solusi yang mungkin cocok bagi masalah tersebut. Solusi dari masalah mungkin berjumlah lebih dari satu. Solusi tersebut nantinya kita kembangkan lebih lanjut dalam tahap berikutnya.

- b. Membuat struktur hirarki yang diawali dengan tujuan utama.

Setelah menyusun tujuan utama sebagai level teratas akan disusun level hirarki yang berada di bawahnya yaitu kriteria-kriteria yang cocok untuk mempertimbangkan atau menilai alternatif yang kita berikan dan menentukan alternatif tersebut. Tiap kriteria mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Hirarki dilanjutkan dengan sub kriteria (jika mungkin diperlukan).

- c. Membuat matrik perbandingan berpasangan yang menggambarkan kontribusi relatif atau pengaruh setiap elemen terhadap tujuan atau kriteria yang setingkat di atasnya.

Matriks yang digunakan bersifat sederhana, memiliki kedudukan kuat untuk kerangka konsistensi, mendapatkan informasi lain yang mungkin dibutuhkan dengan semua perbandingan yang mungkin dan mampu menganalisis kepekaan prioritas secara keseluruhan untuk perubahan pertimbangan. Pendekatan dengan matriks mencerminkan aspek ganda dalam prioritas yaitu mendominasi dan didominasi. Perbandingan dilakukan berdasarkan *judgement* dari pengambil keputusan dengan menilai tingkat kepentingan suatu elemen dibandingkan elemen lainnya. Untuk memulai proses perbandingan

berpasangan dipilih sebuah kriteria dari level paling atas hirarki misalnya K dan kemudian dari level di bawahnya diambil elemen yang akan dibandingkan misalnya E1, E2, E3, E4, E5.

- d. Melakukan mendefinisikan perbandingan berpasangan sehingga diperoleh jumlah penilaian seluruhnya sebanyak $n \times [(n - 1)/2]$ buah, dengan n adalah banyaknya elemen yang dibandingkan.

Hasil perbandingan dari masing-masing elemen akan berupa angka dari 1 sampai 9 yang menunjukkan perbandingan tingkat kepentingan suatu elemen. Apabila suatu elemen dalam matriks dibandingkan dengan dirinya sendiri maka hasil perbandingan diberi nilai 1. Skala 9 telah terbukti dapat diterima dan bisa membedakan intensitas antar elemen. Hasil perbandingan tersebut diisikan pada sel yang bersesuaian dengan elemen yang dibandingkan. Skala perbandingan berpasangan dan maknanya yang diperkenalkan oleh Saaty bisa dilihat pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Skala Penilaian Perbandingan Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya

Lanjutan Tabel 2.10.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

(sumber: Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani 1998)

Apabila perbandingan berpasangan dilakukan dengan cara kuesioner kepada multi responden, maka perlu dilakukan pengolahan data pendahuluan yang hasilnya akan dimasukkan ke dalam sebuah matrik. Data hasil kuesioner adalah data kualitatif, ordinal sehingga diambil nilai menggunakan rata-rata geometrik (*geometric mean*) dengan rumus:

$$GM_y = \sqrt[n]{y_1 \times y_2 \times y_3 \times \dots \times y_n} \quad (2.8)$$

Keterangan:

GM_y = *Geometric mean*

y = nilai data

n = jumlah data

- e. Menghitung nilai eigen dan menguji konsistensinya.

Jika tidak konsisten maka pengambilan data diulangi.

- f. Mengulangi langkah c,d, dan e untuk seluruh tingkat hirarki.
g. Menghitung vektor eigen dari setiap matriks perbandingan berpasangan.

Bobot setiap elemen untuk penentuan prioritas elemen-elemen pada tingkat hirarki terendah sampai mencapai tujuan. Penghitungan dilakukan lewat cara menjumlahkan nilai setiap

kolom dari matriks, membagi setiap nilai dari kolom dengan total kolom yang bersangkutan untuk memperoleh normalisasi matriks dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan membaginya dengan jumlah elemen untuk mendapatkan rata-rata.

h. Memeriksa konsistensi hirarki

Yang diukur dalam AHP adalah rasio konsistensi dengan melihat indeks konsistensi. Konsistensi yang diharapkan adalah yang mendekati sempurna agar menghasilkan keputusan yang mendekati valid. Walaupun sulit untuk mencapai yang sempurna, rasio konsistensi diharapkan kurang dari atau sama dengan 10%.

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n-1} \quad (2.9)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2.10)$$

Keterangan:

CI = Indeks Konsistensi

λ_{maks} = Nilai eigen

RI = Random Indeks

Nilai RI didapatkan dari Tabel 2.11 sesuai dengan jumlah parameter yang digunakan.

Tabel 2.11 Nilai Random Indeks

Orde Matriks	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

(sumber: Saaty 1993)

2.18 Skoring

Metode skoring merupakan metode yang paling sering digunakan dalam analisis atribut. Skoring merupakan pemberian nilai terhadap suatu poligon peta untuk memberikan tingkat kedekatan, keterkaitan atau

beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial (Pratomo 2008).

Skoring dapat dilakukan secara objektif dengan perhitungan statistik atau secara subyektif dengan menetapkannya berdasarkan pertimbangan tertentu. Penentuan skor secara subyektif harus dilandasi pemahaman tentang proses tersebut. Suatu metode pemberian skor atau nilai dilakukan kepada masing-masing *value* parameter untuk menentukan tingkat kemampuannya. Metode penentuan kelas dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode analisis secara kuantitatif dan kualitatif. Metode kuantitatif yang dimaksud adalah dalam menentukan skoring/pengharkatan pada setiap parameter bencana tanah longsor di daerah penelitian.

Hasil dari skoring dan pembobotan kemudian diklasifikasikan untuk mendapatkan tingkat potensi longsor. Rentang kelas dibagi menjadi tiga yaitu rendah, sedang dan tinggi sesuai pedoman yang diberikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), dengan rumus:

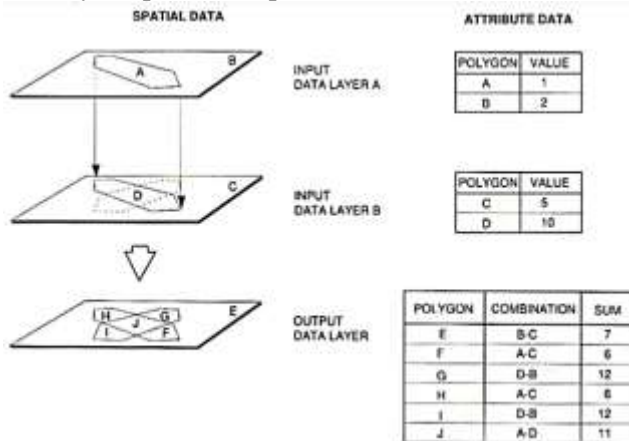
$$K_i = \frac{\text{Skor tertinggi} - \text{Skor terendah}}{\text{jumlah kelas yang diinginkan}} \quad (2.11)$$

2.19 Overlay

Overlay adalah prosedur penting dalam analisis Sistem Informasi Geografis (SIG). *Overlay* yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta di atas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya *overlay* menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut. *Overlay* merupakan proses penyatuan data dari lapisan *layer* yang berbeda. Secara sederhana, *overlay* disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan dari satu

layer untuk digabungkan secara fisik (Guntara 2013). Metode *overlay* yang digunakan yaitu *intersect*.

Intersect adalah sebuah fungsi pada analisis spasial untuk menghasilkan unsur spasial baru dari dua atau lebih unsur spasial. Fungsi ini menghasilkan unsur spasial baru dari irisan dua atau lebih unsur spasial sebelumnya. Ilustrasinya dapat dilihat pada Gambar 2.17.



Gambar 2.19 Prinsip *Overlay*
(sumber: Aronoff 1989)

2.20 Penelitian Terdahulu

Adapun penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya terkait dengan bencana tanah longsor dan pembobotan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), diantaranya adalah:

- Analisis Perubahan Lingkungan Fisik Lahan Akibat Bencana Tanah Longsor Menggunakan Citra Satelit Sentinel (Studi Kasus: Tanah Longsor di Kabupaten Banyuwangi)

Adanya peristiwa longsor pada tanggal 22 Juni 2018 yang berada di kawasan lereng Gunung Raung sisi

Kabupaten Banyuwangi, tepatnya dari kawasan Gunung Pendil untuk itu perlu dilakukan penelitian perubahan lingkungan fisik lahan dengan menggunakan citra satelit sistem radar (Sentinel-1A) dan citra satelit sistem optis (Sentinel-2). Peta potensi longsor, peta perubahan tutupan lahan dan peta perubahan tutupan lahan merupakan hasil dari penelitian ini. Penelitian ini memerlukan lima data utama yaitu curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, geologi dan penggunaan lahan. Kelima data tersebut diberikan skor pada tiap kelas dan kemudian digabungkan (*overlay*) dengan bobot tiap data mulai dari curah hujan sebesar 30, kemiringan lereng sebesar 20, jenis tanah sebesar 10, geologi sebesar 20, dan penggunaan lahan 20. Klasifikasi potensi longsor dibuat menjadi tiga tingkatan yaitu rendah, sedang dan tinggi sesuai panduan dari Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode *Maximum Likelihood* dengan nilai sampel dikelompokkan pada lima kelas tutupan lahan, yaitu badan air, pemukiman, hutan/kebun (vegetasi lebat), semak belukar (vegetasi sedang), sawah/tegalan (vegetasi kurang) (Maulana 2019).

b. Pemodelan Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Analisis SIG di Kabupaten Semarang.

Penelitian ini membuat pemodelan potensi bencana tanah longsor di Kabupaten Semarang dengan menggunakan metode analisis dalam SIG dan metode pembobotan dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Tanah Longsor dan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Data utama yang diperlukan yaitu tata guna lahan, jalan memotong lereng, curah hujan, kelerengan, keberadaan sesar, jenis tanah. Keenam data tersebut di-

overlay dengan menggunakan aturan dari Permen PU No. 22/PRT/M/2007 yaitu tata guna lahan sebesar 20%, jalan memotong lereng sebesar 10%, curah hujan sebesar 20%, kemiringan lereng 25%, keberadaan sesar 10%, jenis tanah 15% dan dari pengolahan dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dihasilkan bobot sebesar 0,25 pada tata guna lahan, jalan memotong lereng sebesar 0,053, curah hujan sebesar 0,304, kelerengan sebesar 0,161, keberadaan sesar sebesar 0,102, jenis tanah sebesar 0,131 (Nugraha 2017).

BAB III METODOLOGI

3.1 Lokasi Tugas Akhir

Kabupaten Banyuwangi merupakan daerah paling timur dari wilayah Provinsi Jawa Timur, yang terletak di antara koordinat $7,43^{\circ} - 8,46^{\circ}$ LS dan $113,53^{\circ} - 114,38^{\circ}$ BT (Pemerintah Kabupaten Banyuwangi 2016). Secara administratif, Kabupaten Banyuwangi terdiri dari 25 Kecamatan dan salah satunya yaitu Kecamatan Songgon yang terjadi bencana tanah longsor yang terletak di antara koordinat $8^{\circ}5'53,19'' - 8^{\circ}16'22,09''$ LS dan $114^{\circ}9'37,51'' - 114^{\circ}15'3,14''$ BT.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian

Adapun batas-batas administrasi area studi kasus ini adalah sebagai berikut:

Sebelah Utara : Kabupaten Bondowoso
Sebelah Selatan : Kecamatan Singojuruh
Sebelah Timur : Kecamatan Licin
Sebelah Barat : Kecamatan Glenmore

3.2 Data dan Peralatan

Untuk menunjang penelitian yang akan dilaksanakan, peneliti menggunakan data dan peralatan sebagai berikut.

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Citra Landsat 7 ETM+ Level 2 wilayah Kabupaten Banyuwangi (*Path 117, Row 65*) yang diakuisisi pada 19 Oktober 2002;
2. Citra Landsat 7 ETM+ Level 2 wilayah Kabupaten Banyuwangi (*Path 117, Row 66*) yang diakuisisi pada 19 Oktober 2002;
3. Citra Sentinel 2A Level 1C wilayah Kabupaten Banyuwangi yang diakuisisi pada 16 April 2017;
4. Citra Sentinel 2A Level 1C wilayah Kabupaten Banyuwangi yang diakuisisi pada 23 Oktober 2019;
5. DEM SRTM wilayah Kabupaten Banyuwangi yang berasal dari *United States Geologic al Survey (USGS)*;
6. Vektor batas administrasi kabupaten, kecamatan dan kelurahan/desa di Banyuwangi yang berasal dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi;
7. Data tabular curah hujan yang berasal dari Stasiun Meteorologi BMKG Banyuwangi;

8. Vektor jenis tanah Kabupaten Banyuwangi yang berasal dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi;
9. Vektor jenis batuan Kabupaten Banyuwangi yang berasal dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi;
10. Vektor sungai Kabupaten Banyuwangi yang berasal dari Inageoportal Badan Informasi Geospasial (BIG);
11. Vektor kerentanan gerakan tanah Kabupaten Banyuwangi yang berasal dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi;
12. Peta RBI Skala 1:25.000 dari Inageoportal BIG
13. Vektor Daerah Aliran Sungai (DAS) Kabupaten Banyuwangi yang berasal dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi;
14. Data penilaian pembobotan AHP yang berasal dari responden.

3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak, antara lain:

A. Perangkat Keras

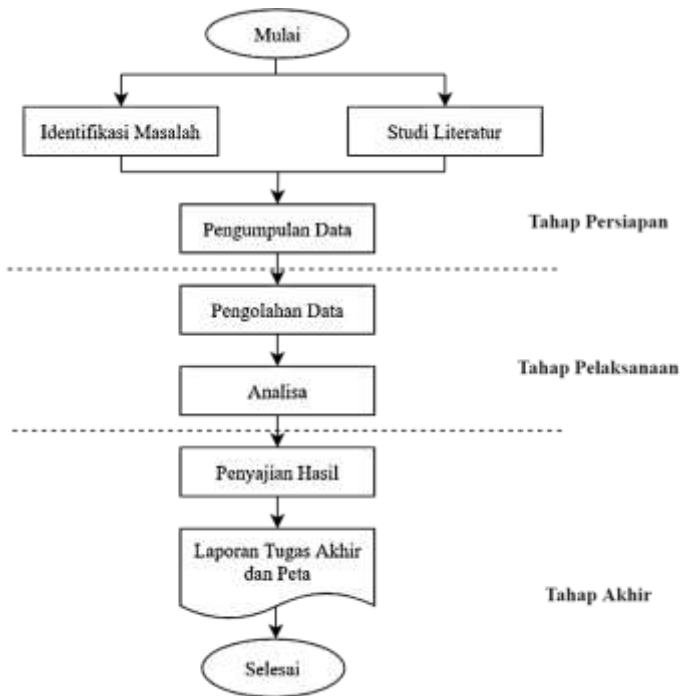
1. Laptop / *Personal Computer* (PC)

B. Perangkat Lunak

1. Perangkat lunak pengolah citra
2. Perangkat lunak pengolah data spasial
3. Perangkat lunak pengolah kata
4. Perangkat lunak pengolah angka

3.3 Metodologi Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan pada penelitian Tugas Akhir ini diperlihatkan melalui diagram alir di bawah ini.



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini merupakan penjelasan secara umum dari tahapan kegiatan penelitian pada diagram alir di atas:

3.3.1 Tahap Persiapan

1. Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Adapun permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini adalah melakukan evaluasi untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi bencana tanah longsor menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dan analisis spasial SIG. Dengan permasalahan tersebut diperlukan studi literatur yang akan menunjang langkah-langkah penelitian terkait permasalahan

penelitian, yaitu parameter yang digunakan untuk menentukan faktor-faktor penyebab tanah longsor berdasarkan Permen PU No. 22/PRT/M/2007, cara klasifikasi tutupan lahan, metode pembobotan *Analytical Hierarchy Process*, analisis spasial serta literatur lain yang mendukung dari buku, jurnal, internet, penelitian sejenis sebelumnya dan lain sebagainya.

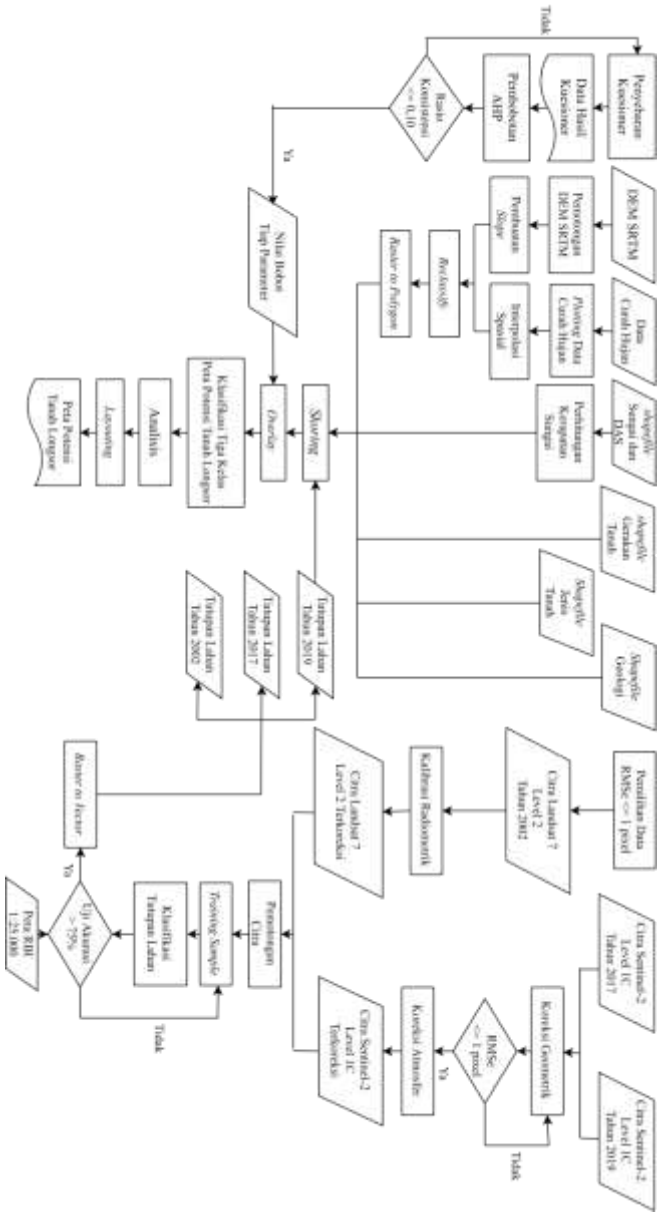
2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data bertujuan untuk mendapatkan data baik secara primer maupun sekunder yang akan digunakan dalam penelitian. Pengumpulan data yang dibutuhkan berupa data Citra Landsat 7 ETM+ Level 2, data Citra Sentinel-2A Level 1C, DEM SRTM, data spasial batas administrasi, data curah hujan, data spasial jenis tanah, jenis batuan, sungai, DAS, kerentanan gerakan tanah, serta data hasil pengisian kuesioner.

3.3.2 Tahap Pelaksanaan

1. Pengolahan Data

Adapun diagram alir pengolahan data penelitian tugas akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan

Berikut ini merupakan penjelasan mengenai tahap pengolahan data.

a. Pengolahan Data Citra

i. Citra Landsat 7

Citra Landsat 7 Level 2 merupakan citra yang telah terkoreksi geometrik dan koreksi atmosfer. Untuk mendapatkan citra yang baik dari kesalahan geometrik maka dilakukan pemilihan data pada Citra Landsat dengan *Geometric RMS* ≤ 1 pixel dimana 1 pixel Citra Landsat yaitu 30 meter. Setelah dilakukan pemilihan data, maka dilakukan kalibrasi radiometrik untuk mengubah nilai piksel dari *digital number* (DN) menjadi nilai radian atau reflektan.

ii. Citra Sentinel 2A Level 1C

Citra Sentinel 2A Level 1C merupakan citra yang sudah terkoreksi geometrik dan kalibrasi radiometrik, sehingga untuk tahap selanjutnya melakukan koreksi atmosfer untuk menghilangkan kesalahan akibat pengaruh atmosfer. Akan tetapi, untuk mengetahui citra ini sudah terkoreksi geometrik dengan baik maka dilakukan pengecekan koordinat pada citra terhadap Peta RBI. Setelah itu, untuk mengetahui tingkat akurasi yang disebabkan oleh kesalahan geometrik maka dilakukan penghitungan *RMS error* dengan toleransi sebesar ≤ 1 pixel dimana 1 pixel Citra Sentinel adalah 10 meter (Purwandhi 2011). Berikut rumus *RMS error*-nya.

$$\text{RMS (easting)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta X_i)^2} \quad (3.1)$$

$$\text{RMS (northing)} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\Delta Y_i)^2} \quad (3.2)$$

$$\text{RMSe} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2)} \quad (3.3)$$

Keterangan:

ΔX_i = Residual titik (i) di sumbu X dan Y

n = Jumlah titik

i = Nomor titik

iii. Pemotongan Citra

Pemotongan citra bertujuan untuk mendapatkan citra sesuai dengan daerah penelitian menggunakan batas wilayah administrasi.

iv. Pembuatan *Training Sample*

Sebelum melakukan klasifikasi *Maximum Likelihood*, perlu dibuat *training sample* untuk membuat acuan parameter dalam melakukan klasifikasi citra. Sampel yang diambil diantaranya yaitu:

- Badan air
- Pemukiman
- Hutan dan perkebunan
- Semak belukar
- Sawah dan Tegalan

v. Klasifikasi Tutupan Lahan

Melakukan klasifikasi dengan metode *Maximum Likelihood*. Klasifikasi didasarkan pada pembagian sampel yang telah dilakukan sebelumnya.

vi. Uji Akurasi

Setelah itu dilakukan uji akurasi untuk mengetahui tingkat keakuratan secara visual hasil klasifikasi suatu area terhadap kondisi di lapangan sebenarnya. Uji

- ketelitian dilakukan dengan menggunakan metode *confusion matrix*.
- vii. *Raster to Vector*

Setelah itu dilakukan perubahan data raster menjadi data vektor dalam bentuk *shapefile*.
 - b. Pengolahan Data DEM SRTM
 - i. Pemotongan DEM SRTM

Proses ini yakni membuat potongan yang dibutuhkan sesuai dengan daerah penelitian menggunakan batas wilayah administrasi.
 - ii. Pembuatan *Slope*

Melakukan konversi dari data ketinggian menjadi data kemiringan. Pengolahan *slope* ini menggunakan *tools* yang ada di perangkat lunak pengolah data spasial dengan menggunakan teknik maksimum rata-rata.
 - iii. *Reclassify*

Proses ini dilakukan berdasarkan rentang data kemiringan sesuai dengan Tabel 2.3.
 - iv. *Raster to Polygon*

Data raster hasil *reclassify* tersebut diubah menjadi data vektor dalam bentuk *polygon (shapefile)*.
 - c. Pengolahan Data Curah Hujan
 - i. *Plotting* Data Curah Hujan

Melakukan *plotting* titik koordinat stasiun curah hujan di daerah penelitian. Setelah itu memasukkan nilai curah hujan yang terdapat pada setiap stasiun ke dalam tabel atribut.

ii. Interpolasi Spasial

Melakukan interpolasi spasial antar titik stasiun menggunakan metode *Inverse Distance Weighted*.

iii. *Reclassify*

Proses ini dilakukan berdasarkan klasifikasi curah hujan sesuai dengan Tabel 2.6

iv. *Raster to Polygon*

Data raster hasil *reclassify* tersebut diubah menjadi data vektor dalam bentuk *polygon (shapefile)*.

d. Pengolahan Kerapatan Sungai

Melakukan penghitungan kerapatan sungai pada data spasial Daerah Aliran Sungai (DAS) menggunakan persamaan 2.3.

e. Pengolahan Pembobotan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)

i. Penyebaran Kuesioner

Melakukan penyebaran kuesioner ke narasumber yang mengetahui tentang bencana tanah longsor. Narasumber pada penelitian kali ini yaitu dua pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Banyuwangi dan Dosen Teknik Geofisika ITS. Sebelum melakukan penyebaran kuesioner, peneliti membuat diagram hirarki dan tabel perbandingan. Diagram hirarki pada penelitian kali ini ditunjukkan pada Gambar 3.4.

Tabel 3.2 Perbandingan Faktor Sub Kriteria Aspek Fisik Metode AHP

Kriteria Aspek Fisik	SKALA											Kriteria Aspek Fisik
	9	7	5	3	1	3	5	7	9			
Kemiringan Lereng												Tutupan Lahan
Kemiringan Lereng												Curah Hujan
Kemiringan Lereng												Kerapatan Sungai
Tutupan Lahan												Curah Hujan
Tutupan Lahan												Kerapatan Sungai
Curah Hujan												Kerapatan Sungai

Tabel 3.3 Perbandingan Faktor Sub Kriteria Aspek Geologi Metode AHP

Kriteria Aspek Geologi	SKALA											Kriteria Aspek Geologi
	9	7	5	3	1	3	5	7	9			
Kerentanan Gerakan Tanah												Jenis Batuan
Kerentanan Gerakan Tanah												Jenis Tanah
Jenis Batuan												Jenis Tanah

ii. Pembobotan AHP

Setelah mendapatkan hasil skala perbandingan pada masing-masing ahli, maka dapat dilakukan penghitungan bobot dengan metode AHP. Untuk mengetahui ketepatan keputusan maka hitung *Consistency Indeks* (CI) dan *Consistency Ratio* (CR) dengan syarat $\leq 10\%$ dengan menggunakan persamaan 2.9 dan 2.10. Hitung nilai bobot akhir dari masing-masing ahli dengan menggunakan persamaan 2.8.

f. Pengolahan Peta Potensi Tanah Longsor

i. Skoring

Pemberian skor pada masing-masing parameter tergantung pada pengaruh terhadap bencana tanah longsor. Semakin tinggi skor pada suatu variabel parameter tersebut, maka semakin tinggi pengaruhnya. Setelah melakukan skoring didapatkan hasil berupa peta pada masing-masing parameter. Tabel 3.4 menunjukkan klasifikasi/kelas dan skor terhadap masing-masing parameter.

Tabel 3.4 Pembagian Skor Tiap Parameter

Parameter	Kelas	Skor	Deskripsi
Tutupan Lahan	Badan Air	1	Tidak Peka
	Pemukiman	2	Kurang Peka
	Hutan dan Perkebunan	3	Agak Peka
	Semak Belukar	4	Peka
	Tegalan, Sawah	5	Sangat Peka
Kemiringan Lereng	0 – 8%	1	Datar
	8 – 15%	2	Landai
	15 – 25%	3	Agak Curam
	25 – 45 %	4	Curam
	> 45%	5	Sangat Curam
Curah Hujan (mm)	< 200	1	Sangat kering
	201 - 300	2	Kering
	301 - 400	3	Sedang
	401 - 500	4	Basah
	> 500	5	Sangat Basah
Kerapatan Sungai (km/km ²)	> 3,10	1	Kekeringan
	2,28 – 3,10	2	Agak Kering

Lanjutan Tabel 3.4.

Parameter	Kelas	Skor	Deskripsi
Kerapatan Sungai (km/km ²)	1,45 – 2,27	3	Sedang
	0,62 – 1,44	4	Agak Menggenang
	< 0,62	5	Menggenang
Kerentanan Gerakan Tanah	Zona V	1	Aman
	Zona IV	2	Sangat Rendah
	Zona III	3	Rendah
	Zona II	4	Sedang
	Zona I	5	Tinggi
Jenis Tanah	Aluvial, Glei	1	Tidak Peka
	Latosol	2	Sedikit Peka
	<i>Brown forest</i> , Mediteran	3	Agak Peka
	Andosol, Grumosol, Podsol	4	Peka
	Regosol, Litosol, Organosol	5	Sangat Peka
	Geologi	Dataran Aluvial	1
Perbukitan Kapur		2	Sedikit Peka
Perbukitan Granit		3	Agak Peka
Perbukitan Batuan Sedimen		4	Peka
Bukit Basal <i>Clay-Shale</i>		5	Sangat Peka

ii. *Overlay*

Melakukan *overlay* untuk semua parameter dan penghitungan skor total dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$S_T = B_1(S_1) + B_2(S_2) + \dots + B_n(S_n) \quad (3.4)$$

Keterangan:

S_T	= Skor total
B_1, B_2, \dots, B_n	= Bobot tiap parameter
S_1, S_2, \dots, S_n	= Skor tiap parameter
n	= Jumlah parameter

iii. *Klasifikasi*

Pada penelitian ini, penulis mengklasifikasikan tanah longsor menjadi tiga yaitu rendah, sedang dan tinggi sesuai pedoman yang diberikan oleh Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB). Persamaan 2.11 merupakan rumus untuk klasifikasi tanah longsor.

2. Analisis Data

Pada penelitian ini terdapat tiga analisis yaitu: (1) analisis terhadap perubahan tutupan lahan tahun 2002 dan 2017, tahun 2002 dan 2019, tahun 2017 dan 2019; (2) analisis terhadap hasil pembobotan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP); serta (3) analisis terhadap peta potensi tanah longsor di Kecamatan Songgon.

3.3.3 Tahap Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan tugas akhir dan peta. Peta yang dihasilkan yaitu:

- Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002;
- Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017;

- c) Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019;
- d) Peta Isohyet Bulan Januari dan Bulan Oktober Tahun 2018 Kecamatan Songgon;
- e) Peta Kelerengan Tanah Kecamatan Songgon;
- f) Peta Kerapatan Sungai Kecamatan Songgon;
- g) Peta Jenis Tanah Kecamatan Songgon;
- h) Peta Geologi Kecamatan Songgon;
- i) Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kecamatan Songgon;
- j) Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002 dan 2017;
- k) Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002 dan 2019;
- l) Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017 dan 2019;
- m) Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I Kecamatan Songgon; serta
- n) Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II Kecamatan Songgon.

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil

4.1.1 Pengolahan Citra

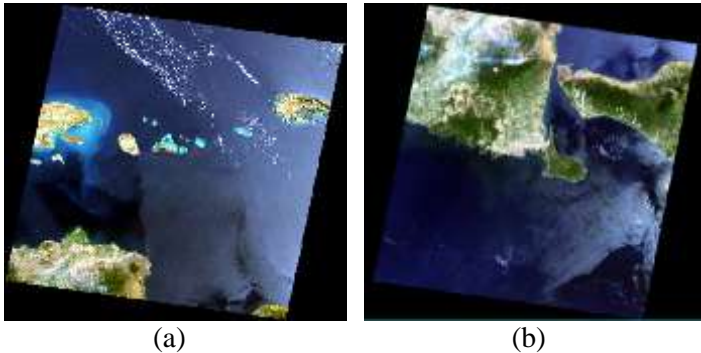
a. Data Citra Satelit

Sumber data yang digunakan untuk mengetahui tutupan lahan serta perubahan tutupan lahan di Kecamatan Songgon berupa data sekunder yaitu data citra satelit. Pada penelitian ini menggunakan data citra satelit Landsat 7 tahun 2002, citra satelit Sentinel-2A tahun 2017 dan tahun 2019. Pemilihan citra satelit tersebut berdasarkan tahun sebelum dan sesudah terjadinya banjir bandang akibat tanah longsor dan jumlah tutupan awan yang sedikit di area penelitian, tambahan untuk Citra Landsat yaitu citra yang mempunyai *gometric* RMS ≤ 1 pixel. Berikut akan ditunjukkan tabel informasi pada masing-masing citra.

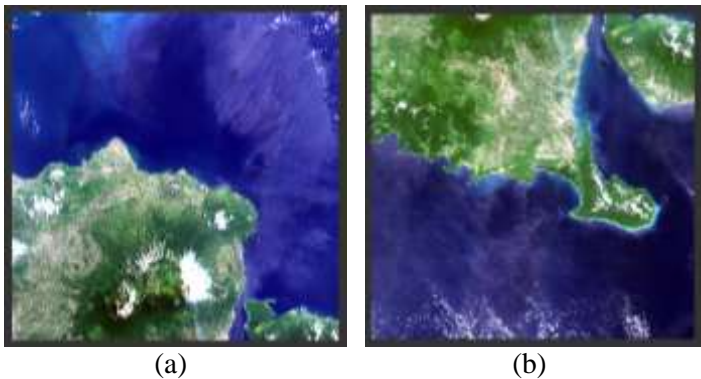
Tabel 4.1 *File* Citra Landsat 7 dan Sentinel-2

Nama Citra	Tanggal Akuisisi	Nama File
Landsat 7	19 Oktober 2002	LE071170652002101901T1 (a)
		LE071170662002101901T1 (b)
Sentinel- 2	16 April 2017	L1C_T49LHL_A009481_20170416T0 24456
		L1C_T49MHM_A009481_20170416T 024456
	23 Oktober 2019	L1C_T49LHL_A022637_20191023T0 23735
		L1C_T49MHM_A022637_20191023T 023735

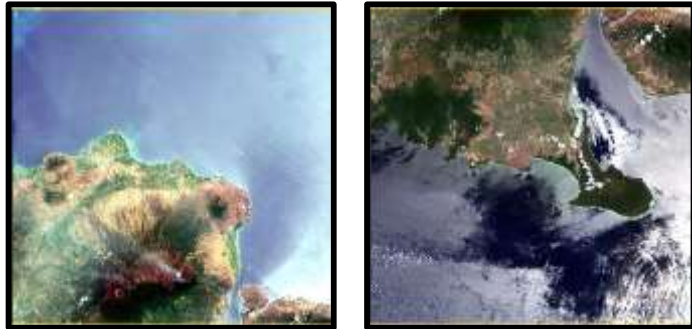
Tingkat akurasi kesalahan geometrik pada data Citra Landsat (a) yaitu sebesar 4,86 meter sedangkan untuk data Citra Landsat (b) sebesar 6,84 meter. Sehingga pada data ini, sudah baik untuk dilakukan proses selanjutnya. Berikut merupakan data Citra Landsat Tahun 2002 dan Citra Sentinel Tahun 2017 dan 2019.



Gambar 4.1 Citra Landsat 7 Tahun 2002 (a) *row 65 path 117* (b) *row 66 path 117*



Gambar 4.2 Citra Sentinel-2 Tahun 2017 (a) *tile number T49MHM* (b) *tile number T49LHL*



(a)

(b)

Gambar 4.3 Citra Sentinel-2 Tahun 2019 (a) *tile number* T49MHM (b) *tile number* T49LHL

b. Citra Landsat 7 ETM+ Level 2 Terkoreksi

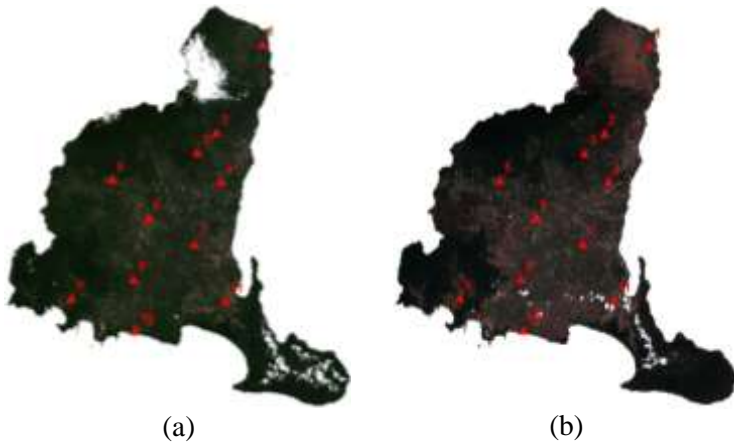
Citra Landsat 7 Level 2 merupakan citra yang sudah terkoreksi geometrik dan koreksi atmosfer sehingga untuk langkah selanjutnya perlu adanya proses kalibrasi radiometrik guna mengubah *digital number* (DN) menjadi nilai reflektan. Untuk memfokuskan area yang akan diteliti perlu dilakukan pemotongan citra dengan batas administrasi Kabupaten Banyuwangi. Pada citra ini kombinasi *band* yang dilakukan terdiri dari *band* 3 (*Red*) , *band* 2 (*Green*) dan *band* 1 (*Blue*) untuk menampilkan citra dengan warna yang sebenarnya. Hasil kombinasi *band* tersebut menghasilkan citra seperti Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Hasil Citra Landsat 7 yang Terkoreksi

c. Citra Sentinel 2A Level 1C Terkoreksi

Citra Sentinel-2A Level 1C merupakan citra yang sudah terkoreksi geometrik dan kalibrasi radiometrik sehingga untuk proses selanjutnya dilakukan koreksi atmosfer untuk menghilangkan efek atmosfer. Akan tetapi untuk mengetahui tingkat akurasi kesalahan geometrik, perlu dilakukan pengecekan koordinat citra terhadap peta RBI. Titik sampel yang digunakan yaitu pojok-pojok sawah sebanyak 11 (sebelas) titik. Berikut ini sebaran titik-titik untuk pengecekan koordinat pada Citra Sentinel-2A Tahun 2017 dan Tahun 2019.



Gambar 4.5 Persebaran Titik-titik Pengecekan Koordinat pada Citra Sentinel Tahun 2017 (a) dan Tahun 2019 (b)

Setelah itu dilakukan penghitungan *RMS error*. Penghitungan ini bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi kesalahan geometrik. Berikut merupakan hasil *RMS error* Citra Sentinel-2A Tahun 2017 yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan *RMS error* Citra Sentinel-2A Tahun 2019 yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2 Nilai RMSE Citra Sentinel Tahun 2017

Titik	Koordinat pada Peta RBI		Kordinat pada Citra		RMS <i>error</i> (m)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	214.339,04	9.118.078,70	214.348,47	9.118.076,40	5,81
2	203.094,07	9.096.113,06	203.097,54	9.096.111,87	
3	198.396,54	9.091.053,97	198.395,16	9.091.053,8	
4	204.316,44	9.084.109,00	204.317,3	9.084.106,03	
5	177.327,28	9.084.170,13	177.322,87	9.084.178,24	
6	186.284,59	9.074.732,48	186.285,10	9.074.735,75	
7	198.004,88	9.068.367,88	198.009,4	9.068.366,33	
8	182.881,83	9.059.603,98	182.877,66	9.059.614,61	

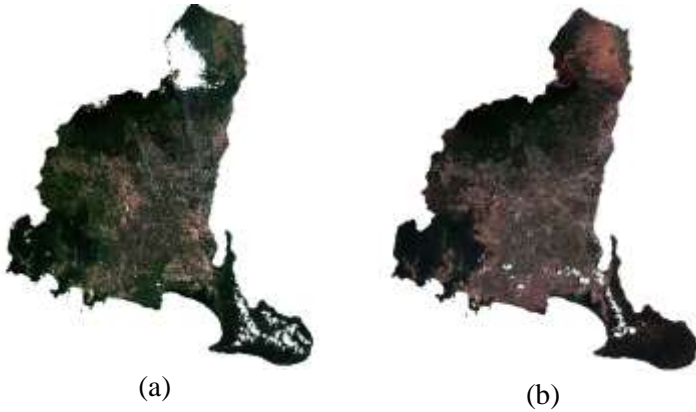
Lanjutan Tabel 4.2

Titik	Koordinat pada Peta RBI		Kordinat pada Citra		RMS <i>error</i> (m)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
9	167.649,99	9.054.754,00	167.652,8	9.054.748,76	
10	183.409,43	9.046.855,96	183.406,63	9.046.853,96	
11	205.747,26	9.054.370,14	205.742,63	9.054.371,38	

Tabel 4.3 Nilai RMSE pada Citra Sentinel Tahun 2019

Titik	Koordinat pada Peta RBI		Koordinat pada Citra		RMS <i>error</i> (m)
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	
1	214.339,04	9.118.078,70	214.348,32	9.118.076,26	
2	203.094,07	9.096.113,06	203.087,46	9.096.112,49	
3	198.396,54	9.091.053,97	198.394,88	9.091.054,24	
4	204.316,44	9.084.109,00	204.317,27	9.084.105,72	
5	177.327,28	9.084.170,13	177.322,25	9.084.178,38	
6	186.284,59	9.074.732,48	186.284,94	9.074.734,99	6,94
7	198.004,88	9.068.367,88	197.999,59	9.068.356,23	
8	182.881,83	9.059.603,98	182.877,89	9.059.604,84	
9	167.649,99	9.054.754,00	167.653,11	9.054.748,61	
10	183.409,43	9.046.855,96	183.416,33	9.046.855,06	
11	205.747,26	9.054.370,14	205.753,30	9.054.361,66	

Dari tabel di atas didapatkan bahwa RMS *error* pada citra sentinel tahun 2017 sebesar 5,81 meter dan pada citra sentinel tahun 2019 sebesar 6,94 meter. Kedua citra memenuhi toleransi dengan batas ≤ 10 meter. Setelah itu memasuki proses selanjutnya yaitu pemotongan citra dengan batas administrasi Kabupaten Banyuwangi untuk memfokuskan area yang diteliti. Pada citra ini kombinasi *band* yang dilakukan terdiri dari *band* 4 (*Red*), *band* 3 (*Green*) dan *band* 2 (*Blue*) untuk menampilkan citra dengan warna yang sebenarnya. Hasil kombinasi *band* pada citra tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 (a) Hasil Citra Sentinel 2A Tahun 2017 yang
Tekoreksi (b) Hasil Citra Sentinel 2A Tahun 2019 yang
Tekoreksi

d. Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan pada citra dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Interpretasi objek dilakukan berdasarkan warna piksel pada citra. Tutupan lahan diklasifikasikan menjadi lima yaitu (1) badan air; (2) pemukiman; (3) hutan dan perkebunan; (4) semak belukar serta (5) sawah dan tegalan. Gambar di bawah ini akan ditunjukkan hasil klasifikasi citra pada tahun 2002, tahun 2017 dan tahun 2019.



Gambar 4.7 Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2002



Gambar 4.8 Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2017



Gambar 4.9 Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019

Dari hasil klasifikasi tersebut didapatkan luas pada masing-masing tutupan lahan yang ditunjukkan pada Tabel 4.4. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelas hutan dan perkebunan mendominasi ketiga peta tutupan lahan dan sebagian kecil dimiliki oleh kelas badan air.

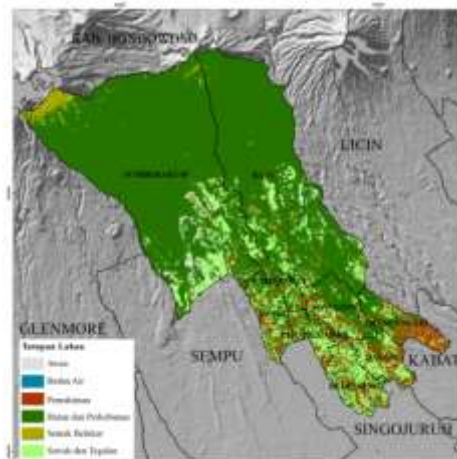
Tabel 4.4 Luas Tutupan Lahan di Kabupaten Banyuwangi

Tahun	Tutupan Lahan	Luas (Ha)
2002	Awan	2.586,03
	Badan Air	2.041,38
	Pemukiman	92.062,24
	Hutan dan Perkebunan	140.225,10
	Semak Belukar	27.960,96
	Sawah dan Tegalan	95.514,18

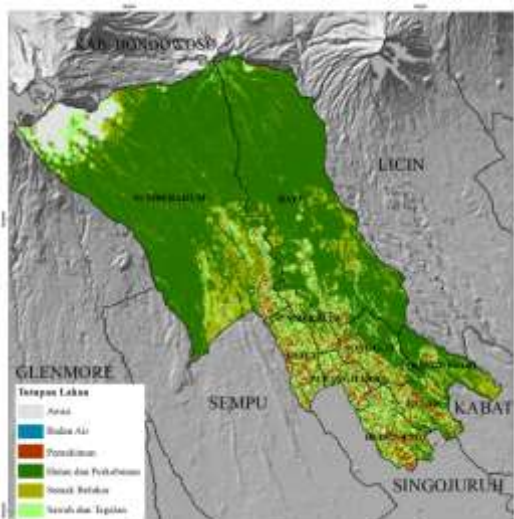
Lanjutan Tabel 4.4.

Tahun	Tutupan Lahan	Luas (Ha)
2017	Awan	18.533,29
	Badan Air	2.139,62
	Pemukiman	37.425,53
	Hutan dan Perkebunan	132.561,72
	Semak Belukar	93.074,81
	Sawah dan Tegalan	76.654,92
2019	Awan	10.901,92
	Badan Air	3.711,85
	Pemukiman	17.044,56
	Hutan dan Perkebunan	129.511,07
	Semak Belukar	50.996,28
	Sawah dan Tegalan	148.224,21

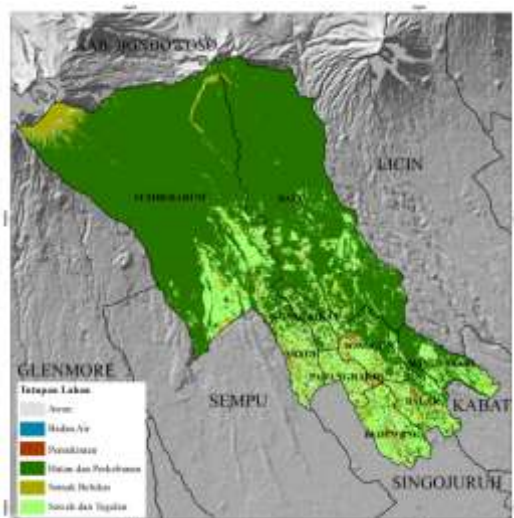
Untuk hasil klasifikasi tutupan lahan di daerah penelitian yaitu Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Gambar 4.10 sampai Gambar 4.12.



Gambar 4.10 Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002



Gambar 4.11 Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017



Gambar 4.12 Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019

Dari hasil klasifikasi tersebut didapatkan luas pada masing-masing tutupan lahan di Kecamatan Songgon yang ditunjukkan pada Tabel 4.5. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kelas hutan dan perkebunan mendominasi ketiga peta tutupan lahan dan sebagian kecil dimiliki oleh kelas badan air.

Tabel 4.5 Luas Tutupan Lahan di Kecamatan Songgon

Tahun	Tutupan Lahan	Luas (Ha)
2002	Awan	403,96
	Badan Air	26,14
	Pemukiman	1.479
	Hutan dan Perkebunan	15.881,57
	Semak Belukar	416,72
	Sawah dan Tegalan	3.013,12
2017	Awan	585,11
	Badan Air	49,14
	Pemukiman	1.163,78
	Hutan dan Perkebunan	13.549,66
	Semak Belukar	2.795,20
	Sawah dan Tegalan	3.077,62
2019	Awan	212,52
	Badan Air	108,3
	Pemukiman	311,45
	Hutan dan Perkebunan	15.189,46
	Semak Belukar	1.137,66
	Sawah dan Tegalan	4.261,12

e. Uji Akurasi

Uji akurasi hasil klasifikasi menggunakan *confusion matrix* yang dapat dilakukan oleh perangkat lunak pengolah citra. Uji akurasi pada penelitian ini menggunakan *shapefile* dari peta RBI skala 1:25.000 yang didapatkan dari Inageoportals BIG. Nilai uji akurasi yang tinggi

menunjukkan hasil klasifikasi yang akurat. Pada penelitian ini batas toleransi uji akurasi sebesar 75% sesuai dengan peraturan LAPAN (Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional). Gambar di bawah ini merupakan hasil uji akurasi pada masing-masing citra.

Overall Accuracy = (291820/343681) 84.9101%
Kappa Coefficient = 0.6759

Class	Ground Truth (Pixel)			
	Awan dan Bayalutan dan Perseawak Belukar	Badan Air	Perseawak	Sawah dan Teg
Unclassified	0	0	0	0
Awan dan Sawa	705	49	965	0
Hutan dan Per	38	242130	1229	0
Seawak Belukar	83	2086	28508	7
Badan Air	0	137	795	325
Perseawak	0	723	22159	1
Sawah dan Teg	0	651	11072	9
Total	826	245786	65720	342

Gambar 4.13 Hasil Uji Akurasi Citra Landsat 7 Tahun 2002

Overall Accuracy = (3288544/3658722) 92.3974%
Kappa Coefficient = 0.8743

Class	Ground Truth (Pixel)			
	Hutan dan Per	Seawak Belukar	Badan Air	PerseawakSawah dan Teg
Unclassified	0	0	0	0
Hutan dan Per	2533548	23406	0	8029
Seawak Belukar	18455	336476	11	138
Badan Air	18	14	3253	1
Perseawak	116	1836	85	10467
Sawah dan Teg	11535	11224	68	2192
Awan	269	3	0	53
Total	2658126	372959	3409	32351

Gambar 4.14 Hasil Uji Akurasi Citra Sentinel 2A Tahun 2017

Overall Accuracy = (4943243/5132917) 96.3048%
Kappa Coefficient = 0.8927

Class	Ground Truth (Pixel)			
	Hutan dan Per	AwanSeawak Belukar	Badan Air	Perseawak
Unclassified	0	0	0	0
Hutan dan Per	4076192	18	2880	10
Awan	2887	182003	3854	30
Seawak Belukar	7547	5712	492217	21
Badan Air	1188	2143	32	3211
Perseawak	68	198	27707	47
Sawah dan Teg	46350	537	28803	90
Total	4134232	190612	563713	3409

Gambar 4.15 Hasil Uji Akurasi Citra Sentinel 2A Tahun 2019

4.1.2 Pengolahan Data DEM SRTM

a. Pemotongan DEM SRTM

Data DEM SRTM berformat .tif yang berisi informasi data ketinggian dengan resolusi spasial 30 meter diolah menggunakan perangkat lunak pengolah data spasial ArcGIS 10.3. Proses

pertama yang dilakukan yaitu memotong data DEM SRTM yang didapatkan dari *United States Geologic al Survey* (USGS) untuk mendapatkan data sesuai dengan daerah penelitian. Hasil dari pemotongan DEM SRTM ditunjukkan pada Gambar 4.16.



Gambar 4.16 Hasil Pemotongan DEM SRTM Kabupaten Banyuwangi

b. Pembuatan *Slope*

Data DEM memiliki nilai ketinggian atau elevasi dari permukaan yang terekam. Untuk mendapatkan data kemiringan lereng pada DEM, dilakukan proses perubahan data DEM ke *slope* dengan perhitungan presentase kemiringan tanah. Proses perubahan data DEM ke *slope* menggunakan *tool* di ArcGIS yang menggunakan persamaan 2.2. Hasil dari pengolahan *slope* ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17 Kelerengan Tanah Kabupaten Banyuwangi

4.1.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Data curah hujan yang didapatkan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika berupa data tabular yang berisi data koordinat tiap stasiun beserta nilai curah hujan bulanannya. Data koordinat dan curah hujan tiap stasiun ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4.6 Data Koordinat Tiap Stasiun

Kecamatan	Koordinat	
	Lintang (LS)	Bujur (BT)
Pesanggaran	8°56'00"	114°10'00"
Muncar	8°41'00"	114°28'00"
Glenmore	8°31'00"	114°10'00"
Kalibaru	8°27'00"	114°00'00"
Genteng	8°34'00"	114°13'00"
Srono	8°38'00"	114°27'00"
Rogojampi	8°31'00"	114°28'00"

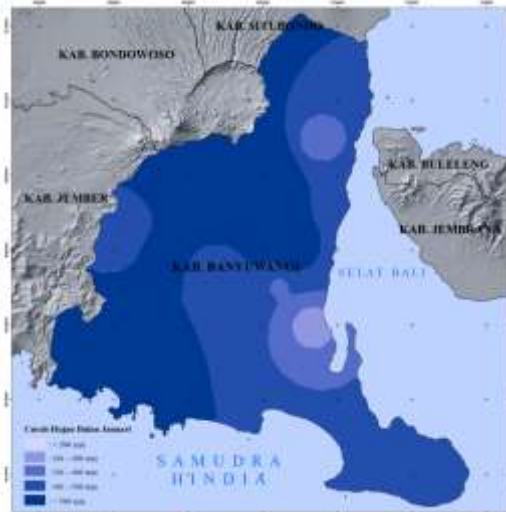
Lanjutan Tabel 4.6.

Kecamatan	Koordinat	
	Lintang (LS)	Bujur (BT)
Licin	8°19'00"	114°26'00"
Banyuwangi	8°13'00"	114°23'00"
Kalipuro	8°09'00"	114°35'00"
Songgon	8°13'14,1"	114°11'29,7"
Singojuruh	8°32'00"	114°25'00"

Tabel 4.7 Data Curah Hujan Tiap Bulan (mm)

Kecamatan	Curah Hujan (mm) Bulan ke-											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Pesanggaran	667	364	173	4	5	31	31	31	3	0	340	249
Muncar	222	227	1476	72	0	32	0	35	0	0	172	20
Glenmore	546	286	274	40	62	99	60	74	27	0	489	254
Kalibaru	406	441	408	43	137	274	18	67	10	0	648	291
Genteng	421	421	134	75	31	74	55	85	29	0	434	131
Srono	383	242	111	91	7	87	41	94	0	0	206	72
Rogojampi	542	307	248	136	9	38	44	71	0	0	495	117
Licin	642	386	362	21	0	142	131	233	0	0	410	163
Banyuwangi	474	276	162	29	6	33	69	69	9	1	239	97
Kalipuro	320	318	363	41	0	7	31	82	6	0	70	26
Songgon	989	325	393	230	0	0	109	367	0	0	891	247
Singojuruh	547	419	242	133	0	0	0	0	0	0	500	110

Pemilihan data curah hujan berdasarkan waktu kejadian banjir bandang yang disebabkan oleh tanah longsor pada tahun 2018. Penelitian ini menggunakan data curah hujan tertinggi selama tahun 2018 di Kecamatan Songgon yaitu bulan januari dan data curah hujan terendah yaitu bulan oktober. Data ini diproses menggunakan metode interpolasi *Inverse Distance Weighted* (IDW) untuk menghasilkan peta isohyet. Metode IDW mempertimbangkan interpolasi nilai berdasarkan kebalikan jarak antar titik. Semakin rapat titik maka hasil interpolasi antar titik tersebut semakin baik. Berikut merupakan hasil dari data curah hujan tertinggi yang ditunjukkan pada Gambar 4.18 dan curah hujan terendah pada Gambar 4.19.



Gambar 4.18 Curah Hujan Tertinggi Kabupaten Banyuwangi Tahun 2018



Gambar 4.19 Curah Hujan Terendah Kabupaten Banyuwangi Tahun 2018

4.1.4 Pengolahan Kerapatan Sungai

Pengolahan kerapatan sungai membutuhkan data spasial (*shapefile*) sungai yang didapatkan dari Badan Informasi Geospasial dan data spasial (*shapefile*) Daerah Aliran Sungai (DAS) yang didapatkan dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA). Selanjutnya, melakukan perhitungan kerapatan sungai dengan menggunakan persamaan 2.3 pada tiap DAS di Kabupaten Banyuwangi. Di bawah ini akan ditunjukkan peta sungai dan tabel hasil perhitungan kerapatan sungai di Kabupaten Banyuwangi.



Gambar 4.20 Peta Sungai Kabupaten Banyuwangi

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Kerapatan Aliran Sungai
Kabupaten Banyuwangi

No	Nama DAS	Panjang Sungai (km)	Luas DAS (km ²)	Kerapatan Sungai (km/km ²)
1.	Bajulmati	483,140	151,325	3,19
2.	Bangeran Lor	39,917	50,035	0,80
3.	Bangsring	18,466	8,69	2,12
4.	Bantenan	42,797	63,282	0,68
5.	Banyualit	52,524	25,097	2,09
6.	Banyuwangi	85,37	46,592	1,83
7.	Baru	1530,4	658,622	2,32
8.	Bendo	101,646	47,248	2,15
9.	Blambangan	180,423	142,779	1,26
10.	Bokpotong	42,12	26,747	1,57
11.	Bomo	250,56	126,275	1,98
12.	Bongaring	108,907	37,949	2,87
13.	Bulusan	5,784	5,01	1,5
14.	Curah Gendong	20,988	10,377	2,02
15.	Curah Jarak	63,042	21,012	3,00
16.	Curah Krem	143,277	43,353	3,30
17.	Curah Loo	23,485	8,154	2,88
18.	Curah Tals	112,839	37,261	3,03
19.	Dadak Walu	17,027	3,589	4,74
20.	Ganggangan	20,619	4,918	4,19
21.	Glondong	284,661	132,018	2,16
22.	Gonggo	76,376	111,397	0,68
23.	Grajagan	11,983	13,542	0,88
24.	Kajar	66,289	23,859	2,78
25.	Kapal Pecah	17,489	11,489	1,52
26.	Karang Mente	19,058	36,416	0,52
27.	Karang Tambak	307,77	190,827	1,61
28.	Keben	71,794	68,699	1,04

Lanjutan Tabel 4.8.

No	Nama DAS	Panjang Sungai (km)	Luas DAS (km ²)	Kerapatan Sungai (km/km ²)
29.	Kendalrejo	37,024	49,959	0,74
30.	Ketapang	8,609	2,718	3,17
31.	Klatak	95,443	39,967	2,39
32.	Klosod	29,264	15,657	1,87
33.	Komis	54,026	59,839	0,90
34.	Krajan	22,513	10,409	2,16
35.	Mangir	41,93	27,695	1,51
36.	Padakan	9,858	3,647	2,70
37.	Pait	40,914	57,88	0,71
38.	Pakis	30,514	19,49	1,56
39.	Paleran	32,035	17,9	1,79
40.	Pergul	124,981	121	1,03
41.	Purwo	41,39	55,442	0,75
42.	Putih	43,019	25,278	1,70
43.	Sabeni	21,844	8,608	2,54
44.	Sangkar	12,749	12,248	1,04
45.	Segoro Anakan	152,454	145,779	1,04
46.	Sekawan	23,763	18,738	1,27
47.	Selogiri	19,675	10,26	1,92
48.	Setail	555,195	303,758	1,83
49.	Slaka	10,848	10,497	1,03
50.	Sugo	9,921	3,437	2,89
51.	Sukamade	225,934	141,652	1,59
52.	Sukorejo	14,379	6,228	2,31
53.	Sukowidi	112,774	37,979	2,97
54.	Sumber Tem	29,118	10,419	2,79
55.	Sumbernanas	47,818	27,922	1,71
56.	Tambong	438,37	180,142	2,43
57.	Tegaldlimo	32,24	43,652	0,74
58.	Watudodol	3,944	1,531	2,58
59.	Welul	13,76	9,337	1,47
60.	Wringinan	3,488	17,031	0,20

4.1.5 Pengolahan Pembobotan *Analytical Hierarchy Process*

Pada penelitian ini yang menjadi responden yaitu pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Banyuwangi dan Dosen Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Hasil dari pengisian kuesioner didapatkan nilai atau skala perbandingan yang ditunjukkan pada Lampiran 1 sampai Lampiran 3.

a. Hasil Pembobotan dari Ahli Pertama

- i. Penyusunan matriks perbandingan berpasangan dari pengisian kuesioner oleh bapak Yusuf, pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah.

Tabel 4.9 Matriks Perbandingan Kriteria Ahli Pertama

Kriteria	G	F
G	1	3
F	1/3	1
Σ	1,33	4

Tabel 4.10 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Pertama

Sub-kriteria	KL	TL	CH	KS
KL	1	3	1	3
TL	1/3	1	1/3	1/3
CH	1	3	1	3
KS	1/3	3	1/3	1
Σ	2,66	10,00	2,66	7,33

Tabel 4.11 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Pertama

Sub-kriteria	GT	JB	JT
GT	1	5	3
JB	1/5	1	1
JT	1/3	1	1
Σ	1,53	7,00	5,00

Keterangan:

F = Aspek Fisik

G = Aspek Geologi

KL = Kemiringan Lereng

TL = Tutupan Lahan

CH = Curah Hujan

KS = Kerapatan Sungai

GT = Kerentanan Gerakan Tanah

JB = Jenis Batuan

JT = Jenis Tanah

ii. Menghitung Vektor Eigen dan Rata-rata

Tabel 4.12 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Kriteria Ahli Pertama

Kriteria	G	F	Σ	Rata-Rata
G	0,75	0,75	1,50	0,75
F	0,25	0,25	0,50	0,25

Tabel 4.13 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata dari Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Pertama

Sub-kriteria	KL	TL	CH	KS	Σ	Rata-rata
KL	0,38	0,30	0,38	0,41	1,47	0,37
TL	0,12	0,10	0,12	0,04	0,38	0,09
CH	0,38	0,30	0,38	0,41	1,47	0,37
KS	0,12	0,30	0,12	0,14	0,68	0,17

Tabel 4.14 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata dari Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Pertama

Sub-kriteria	GT	JB	JT	Σ	Rata-rata
GT	0,65	0,71	0,60	1,96	0,65
JB	0,13	0,14	0,20	0,47	0,16
JT	0,22	0,14	0,20	0,56	0,19

iii. Menghitung Rasio Konsistensi

Berikut hasil rasio konsistensi sub-kriteria fisik.

$$\begin{aligned}\lambda_{maks} &= (2,66 \times 0,37) + (10 \times 0,09) + \\ &\quad (2,66 \times 0,37) + (7,33 \times 0,17) \\ &= 4,1145\end{aligned}$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{4,1145 - 4}{4 - 1} = 0,04$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,04}{0,9} = 0,04$$

Berikut hasil rasio konsistensi sub-kriteria geologi.

$$\begin{aligned}\lambda_{maks} &= (1,53 \times 0,65) + (7 \times 0,16) + (5 \times 0,19) \\ &= 3,0645\end{aligned}$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{3,0645 - 3}{3 - 1} = 0,03$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,03}{0,58} = 0,05$$

iv. Nilai Bobot Ahli Pertama

Tabel 4.15 Hasil Bobot Ahli Pertama

Keterangan	Parameter	Nilai Bobot	Total Bobot
Kriteria	Aspek Geologi	0,7500	100%
	Aspek Fisik	0,2500	
Sub-kriteria Fisik	Kemiringan Lereng	0,0925	25%
	Tutupan Lahan	0,0225	
	Curah Hujan	0,0925	
	Kerapatan Sungai	0,0425	
Sub-kriteria Geologi	Kerentanan Gerakan Tanah	0,4875	75%
	Jenis Batuan	0,1200	
	Jenis Tanah	0,1425	

b. Pengolahan dari Ahli Kedua

- i. Penyusunan matriks perbandingan berpasangan dari pengisian kuesioner oleh bapak Anas, pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah.

Tabel 4.16 Matriks Perbandingan Kriteria Ahli Kedua

Kriteria	G	F
G	1	1
F	1	1
Σ	2	2

Tabel 4.17 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Kedua

Sub-kriteria	KL	TL	CH	KS
KL	1	3	1	5
TL	1/3	1	1/5	1
CH	1	5	1	5
KS	1/5	1	1/5	1
Σ	2,53	10,00	2,40	12,00

Tabel 4.18 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Kedua

Sub-kriteria	GT	JB	JT
GT	1	2	1
JB	1/2	1	1
JT	1	1	1
Σ	2,5	4,00	3,00

- ii. Menghitung Vektor Eigen dan Rata-rata

Tabel 4.19 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Kriteria Ahli Kedua

Kriteria	G	F	Σ	Rata-Rata
G	0,50	0,50	1	0,50
F	0,50	0,50	1	0,50

Tabel 4.20 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Kedua

Sub-kriteria	KL	TL	CH	KS	Σ	Rata-rata
KL	0,39	0,30	0,42	0,42	1,53	0,38
TL	0,13	0,10	0,08	0,08	0,39	0,10
CH	0,39	0,50	0,42	0,42	1,73	0,43
KS	0,08	0,10	0,08	0,08	0,34	0,09

Tabel 4.21 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Kedua

Sub-kriteria	GT	JB	JT	Σ	Rata-rata
GT	0,40	0,50	0,33	1,23	0,41
JB	0,20	0,25	0,33	0,78	0,26
JT	0,40	0,25	0,33	0,98	0,33

iii. Menghitung Rasio Konsistensi

Berikut hasil rasio konsistensi sub-kriteria fisik.

$$\begin{aligned}\lambda_{maks} &= (2,53 \times 0,38) + (10 \times 0,10) + \\ &\quad (2,40 \times 0,43) + (12 \times 0,09) \\ &= 4,0734\end{aligned}$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{4,0734 - 4}{4 - 1} = 0,02$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,02}{0,9} = 0,03$$

Berikut hasil rasio konsistensi sub-kriteria geologi.

$$\begin{aligned}\lambda_{maks} &= (2,50 \times 0,41) + (4 \times 0,26) + (3 \times 0,33) \\ &= 3,055\end{aligned}$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{3,055 - 3}{3 - 1} = 0,0275$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,0275}{0,58} = 0,05$$

iv. Nilai Bobot Ahli Kedua

Tabel 4.22 Hasil Bobot Ahli Kedua

Keterangan	Parameter	Nilai Bobot	Total Bobot
Kriteria	Aspek Geologi	0,500	100%
	Aspek Fisik	0,500	
Sub-kriteria Fisik	Kemiringan Lereng	0,190	50%
	Tutupan Lahan	0,050	
	Curah Hujan	0,215	
	Kerapatan Sungai	0,045	
	Kerentanan Gerakan Tanah	0,205	
Sub-kriteria Geologi	Jenis Batuan	0,130	50%
	Jenis Tanah	0,165	

c. Pengolahan dari Ahli Ketiga

- i. Penyusunan matriks perbandingan berpasangan dari pengisian kuesioner oleh bapak Amien, Dosen Teknik Geofisika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Tabel 4.23 Matriks Perbandingan Kriteria Ahli Ketiga

Kriteria	G	F
G	1	1
F	1	1
Σ	2	2

Tabel 4.24 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Ketiga

Sub-kriteria	KL	TL	CH	KS
KL	1	5	3	5
TL	1/5	1	1/5	1/3
CH	1/3	5	1	2
KS	1/5	3	1/2	1
Σ	1,73	14,00	4,70	8,33

Tabel 4.25 Matriks Perbandingan Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Ketiga

Sub-kriteria	GT	JB	JT
GT	1	3	3
JB	1/3	1	1
JT	1/3	1	1
Σ	1,66	5,00	5,00

ii. Menghitung Nilai Eigen dan Rata-rata

Tabel 4.26 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Kriteria Ahli Ketiga

Kriteria	G	F	Σ	Rata-Rata
G	0,50	0,50	1	0,50
F	0,50	0,50	1	0,50

Tabel 4.27 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Fisik Ahli Ketiga

Sub-kriteria	KL	TL	CH	KS	Σ	Rata-rata
KL	0,58	0,36	0,64	0,60	2,18	0,54
TL	0,12	0,07	0,04	0,04	0,27	0,07
CH	0,19	0,36	0,21	0,24	1,00	0,25
KS	0,12	0,21	0,11	0,12	0,56	0,14

Tabel 4.28 Hasil Vektor Eigen dan Rata-rata Sub Kriteria Aspek Geologi Ahli Ketiga

Sub-kriteria	GT	JB	JT	Σ	Rata-rata
GT	0,60	0,60	0,60	1,80	0,60
JB	0,20	0,20	0,20	0,60	0,20
JT	0,20	0,20	0,20	0,60	0,20

iii. Menghitung Rasio Konsistensi

Berikut hasil rasio konsistensi sub-kriteria fisik.

$$\begin{aligned}\lambda_{maks} &= (1,73 \times 0,54) + (14 \times 0,07) + \\ &\quad (4,7 \times 0,25) + (8,33 \times 0,14) \\ &= 4,2554\end{aligned}$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{4,2554 - 4}{4 - 1} = 0,08$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,08}{0,9} = 0,08$$

Berikut hasil rasio konsistensi sub-kriteria geologi.

$$\begin{aligned}\lambda_{maks} &= (1,67 \times 0,6) + (5 \times 0,2) + (5 \times 0,2) \\ &= 3,002\end{aligned}$$

$$CI = \frac{\lambda_{maks} - n}{n - 1} = \frac{3,002 - 3}{3 - 1} = 0,001$$

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,001}{0,58} = 0,002$$

iv. Nilai Bobot Ahli Ketiga

Tabel 4.29 Hasil Bobot Ahli Ketiga

Keterangan	Parameter	Nilai Bobot	Total Bobot
Kriteria	Aspek Geologi	0,50	100%
	Aspek Fisik	0,50	

Lanjutan Tabel 4.29.

Keterangan	Parameter	Nilai Bobot	Total Bobot
Sub-kriteria Fisik	Kemiringan Lereng	0,270	50%
	Tutupan Lahan	0,035	
	Curah Hujan	0,125	
	Kerapatan Sungai	0,070	
Sub-kriteria Geologi	Kerentanan Gerakan Tanah	0,30	50%
	Jenis Batuan	0,10	
	Jenis Tanah	0,10	

d. Hasil Bobot Akhir Metode AHP

Hasil nilai bobot akhir dihitung menggunakan rumus persamaan 2.8. Berikut tabel hasil bobot akhir.

Tabel 4.30 Hasil Bobot Akhir Metode AHP

Keterangan	Parameter	Nilai Bobot	Total Bobot
Kriteria	Aspek Geologi	0,6	100%
	Aspek Fisik	0,4	
Sub-kriteria Fisik	Kemiringan Lereng	0,17	40%
	Tutupan Lahan	0,04	
	Curah Hujan	0,14	
	Kerapatan Sungai	0,05	
Sub-kriteria Geologi	Kerentanan Gerakan Tanah	0,34	60%
	Jenis Batuan	0,12	
	Jenis Tanah	0,14	

4.1.6 Pengolahan Peta Potensi Tanah Longsor

a. Skoring

Proses skoring dilakukan pada masing-masing parameter tergantung dari besar kecilnya pengaruh terhadap bencana tanah longsor. Semakin besar skor maka pengaruhnya semakin besar juga, begitu sebaliknya.

i. Tutupan Lahan

Menurut Townshend dan Justice pada tahun 1981 tutupan lahan merupakan perwujudan secara fisik (visual) dari vegetasi, benda alam dan unsur-unsur budaya yang ada di permukaan bumi tanpa memperhatikan kegiatan manusia terhadap obyek tersebut. Tanah longsor banyak terjadi di daerah persawahan dan perladangan karena lahan tersebut memiliki akar yang kurang kuat untuk mengikat butir tanah dan membuat tanah menjadi lembek sehingga skor yang diberikan semakin kecil begitu sebaliknya. Skoring untuk tutupan lahan ditunjukkan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Skoring Tutupan Lahan

Kelas	Skor
Badan Air	1
Pemukiman	2
Hutan dan Perkebunan	3
Semak Belukar	4
Tegalan, Sawah	5

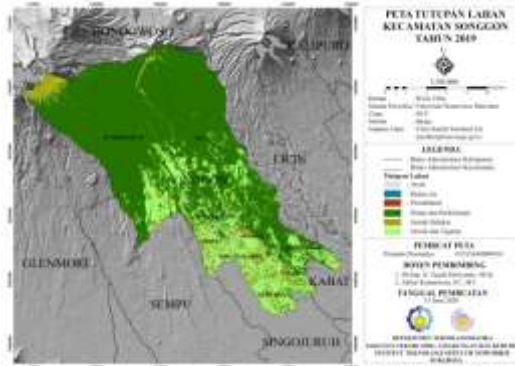
Data tutupan lahan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengolahan citra satelit Sentinel-2A Level 1C tahun 2019 yang

sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya. Setelah mendapatkan hasil tutupan lahan selanjutnya melakukan proses skoring sesuai dengan Tabel 4.31. Berikut merupakan hasil dari klasifikasi tutupan lahan.



Gambar 4.21 Peta Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019

Untuk memfokuskan tutupan lahan di daerah penelitian, yaitu Kecamatan Songgon perlu adanya proses pemotongan pada data tutupan lahan. Hasil dari proses tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.22.



Gambar 4.22 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019

Pada Gambar 4.21 klasifikasi tutupan lahan di atas menunjukkan sebagian besar wilayah Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh tutupan lahan berupa sawah dan tegalan. Pada prinsipnya daerah yang memiliki tutupan lahan berupa sawah dan tegalan akan memiliki tingkat potensi terjadinya tanah longsor dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang lain. Hasil perhitungan luas berdasarkan klasifikasi tutupan lahan dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Luas Tutupan Lahan Kabupaten Banyuwangi Tahun 2019

Kelas	Luas (Ha)
Badan Air	3.711,85
Pemukiman	17.044,56
Hutan dan Perkebunan	129.511,07
Semak Belukar	50.996,28
Sawah dan Tegalan	148.224,21

Sedangkan pada Gambar 4.22, tutupan lahan di Kecamatan Songgon sebagian besar didominasi oleh hutan dan perkebunan. Hasil perhitungan luas tutupan lahan di Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 Luas Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019

Kelas	Luas (Ha)
Badan Air	108,3
Pemukiman	311,45
Hutan dan Perkebunan	15.189,46
Semak Belukar	1.137,66
Sawah dan Tegalan	4.261,12

ii. Kemiringan Lereng

Kelerengan atau kemiringan lahan merupakan perbandingan presentasi antara jarak vertikal (ketinggian lahan) dengan jarak horisontal (panjang jarak datar). Kelerengan di wilayah penelitian kali ini dibuat berdasarkan pengolahan DEM SRTM yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya. Setelah mendapatkan hasil kelerengan tanah, selanjutnya melakukan skoring. Skoring kemiringan lereng ditunjukkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Skoring Kemiringan Lereng

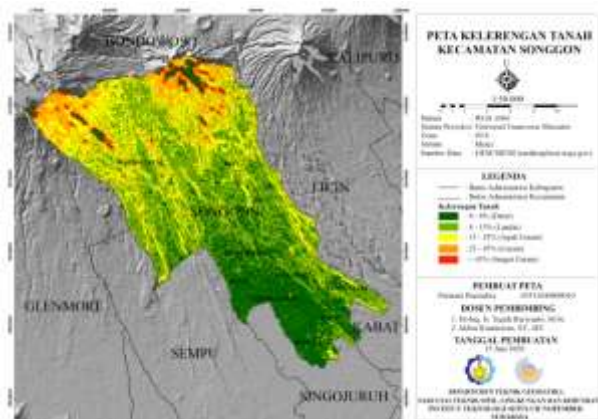
Kelas	Skor
0 – 8 %	1
8 – 15 %	2
15 – 25 %	3
25 – 45 %	4
> 45%	5

Pada prinsipnya bencana tanah longsor akan terjadi pada daerah yang memiliki kelerengan yang sangat curam, sebaliknya pada daerah yang memiliki kelerengan datar akan semakin kecil. Hasil dari skoring ditunjukkan pada Gambar 4.23.



Gambar 4.23 Peta Kelerengan Kabupaten Banyuwangi

Sedangkan kelerengan tanah di daerah penelitian yaitu Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Gambar 4.24.



Gambar 4.24 Peta Kelerengan Kecamatan Songgong

Pada hasil peta kelerengan tanah, menunjukkan bahwa semakin curam kelerengan ditampilkan dengan warna yang merah, sedangkan semakin landai dan datar ditampilkan dengan warna hijau. Hasil perhitungan luas klasifikasi kelerengan di Kabupaten Banyuwangi ditunjukkan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 Luas Kelerengan Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
0 – 8 %	164.307,10
8 – 15 %	115.663,10
15 – 25 %	62.448,38
25 – 45 %	17.046,47
> 45%	924,84

Dari hasil luasan kelerengan pada Tabel 4.35 dapat diketahui bahwa daerah di Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh kelerengan datar dengan klasifikasi (0 – 8)%

dengan luasan sebesar 164.307,10 Ha. Sedangkan, di Kecamatan Songgon sebagai daerah penelitian didominasi oleh kelerengan landai (8 – 15)% dengan luasan sebesar 8.661,55 Ha yang ditunjukkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 Luas Kelerengan Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)
0 – 8 %	5.568,70
8 – 15 %	8.661,55
15 – 25 %	4.909,60
25 – 45 %	1.705,44
> 45%	375,22

iii. Curah Hujan

Data curah hujan yang sudah diolah untuk menghasilkan peta isohyet yang sudah dijelaskan pada sub-bab sebelumnya, selanjutnya dilakukan proses skoring. Skoring pada curah hujan diklasifikasikan sebagai tabel berikut.

Tabel 4.37 Skoring Curah Hujan

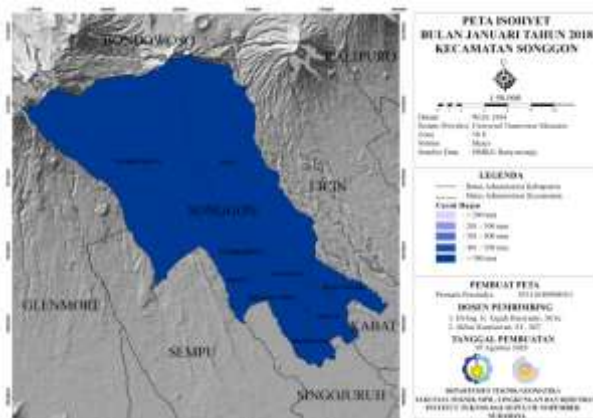
Kelas	Skor
< 200 mm	1
201 – 300 mm	2
301 – 400 mm	3
401 – 500 mm	4
> 500 mm	5

Curah hujan satu millimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter. Pada prinsipnya daerah yang memiliki curah hujan tinggi akan sangat berpotensi terjadi bencana tanah longsor.

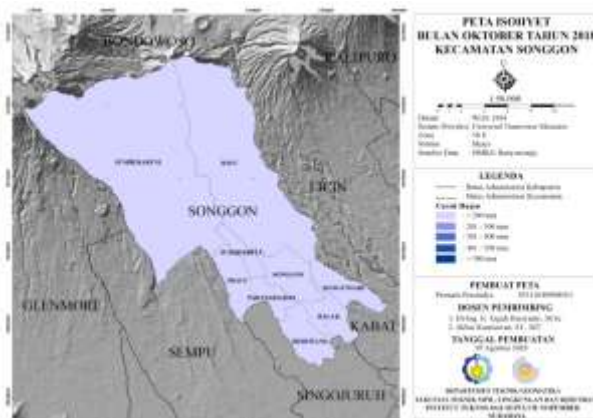
Pada penelitian kali ini, data curah hujan yang digunakan yaitu data curah hujan tertinggi yaitu bulan januari dan data curah hujan terendah pada bulan oktober. Gambar 4.25 merupakan hasil dari skoring untuk data curah hujan tertinggi dan Gambar 4.26 untuk data curah terendah.



Gambar 4.25 Peta Isohyet Bulan Januari Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi



Gambar 4.27 Peta Isohyet Bulan Januari Tahun 2018 Kecamatan Songgon



Gambar 4.28 Peta Isohyet Bulan Oktober Tahun 2018 Kecamatan Songgon

Dari hasil peta isohyet bulan januari, Kabupaten Banyuwangi memiliki luas sebesar 171.010,44 Ha untuk curah hujan > 500 mm dan 4.849,51 Ha untuk curah hujan

201 – 300 mm. Sedangkan untuk bulan oktober, Kabupaten Banyuwangi memiliki curah hujan < 200 mm dengan luas sebesar 360.389,89 Ha. Hasil luasan curah hujan tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.38 dan Tabel 4.39.

Tabel 4.38 Luas Curah Hujan Bulan Januari Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
< 200 mm	0
201 – 300 mm	4.849,51
301 – 400 mm	26.688,89
401 – 500 mm	157.923,34
> 500 mm	171.010,44

Tabel 4.39 Luas Curah Hujan Bulan Oktober Tahun 2018 Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
< 200 mm	360.389,89
201 – 300 mm	0
301 – 400 mm	0
401 – 500 mm	0
> 500 mm	0

Sedangkan untuk luasan curah hujan tertinggi bulan januari tahun 2018 di Kecamatan Songgon sebesar 21.220,51 Ha untuk curah hujan > 500 mm dan curah hujan terendah bulan oktober sebesar 21.220,51 Ha untuk curah hujan < 200 mm. Hasil luasan curah hujan Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Tabel 4.40 dan Tabel 4.41.

Tabel 4.40 Luas Curah Hujan Bulan Januari
Tahun 2018 Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)
< 200 mm	0
201 – 300 mm	0
301 – 400 mm	0
401 – 500 mm	0
> 500 mm	21.220,51

Tabel 4.41 Luas Curah Hujan Bulan Oktober
Tahun 2018 Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)
< 200 mm	21.220,51
201 – 300 mm	0
301 – 400 mm	0
401 – 500 mm	0
> 500 mm	0

iv. Kerapatan Sungai

Kondisi hidrologi merupakan salah satu pemicu terjadinya bencana tanah longsor. Dalam penelitian kali ini kondisi hidrologi yang diamati yaitu mengenai kerapatan sungai. Kerapatan sungai menggambarkan kapasitas penyimpanan air permukaan dalam cekungan-cekungan seperti danau, rawa dan badan sungai yang mengalir di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS).

Hubungan antara kerapatan sungai dengan tanah longsor terletak pada permeabilitas batuan dalam meloloskan air. Struktur batuan dengan pori-pori yang kecil memiliki nilai kerapatan sungai yang kecil. Hal ini terjadi karena air yang turun akan tertahan oleh batuan dengan pori-pori kecil sehingga tingkat erosi menjadi lebih besar.

Pada sub-bab sebelumnya telah dijelaskan mengenai pengolahan untuk menghasilkan nilai kerapatan sungai dan langkah selanjutnya yaitu melakukan proses skoring. Skoring pada kerapatan sungai diklasifikasikan sebagai tabel berikut.

Tabel 4.42 Skoring Kerapatan Sungai

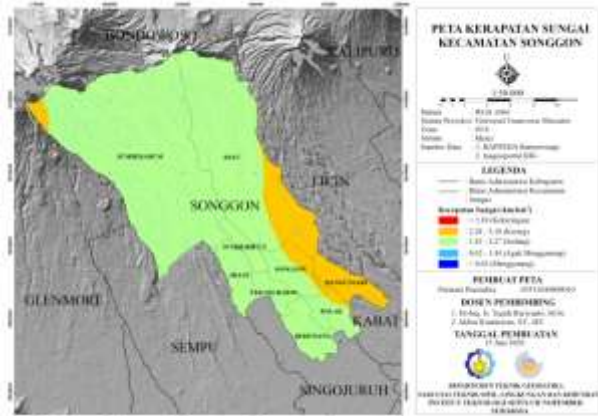
Kelas	Skor
$> 3,10 \text{ km/km}^2$	1
$2,28 - 3,10 \text{ km/km}^2$	2
$1,45 - 2,27 \text{ km/km}^2$	3
$0,62 - 1,44 \text{ km/km}^2$	4
$< 0,62 \text{ km/km}^2$	5

Sungai dengan kerapatan kurang dari $0,62 \text{ km/km}^2$ umumnya mengalami penggenangan, sedangkan nilai kerapatan sungai $> 3,10 \text{ km/km}^2$ mengalami kekeringan. Berikut merupakan hasil dari skoring yang ditunjukkan pada Gambar 4.29.



Gambar 4.29 Peta Kerapatan Sungai Kabupaten Banyuwangi

Dilihat pada Gambar 4.29 sebagian besar Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh nilai kerapatan sungai sekitar $1,45 - 2,27 \text{ km/km}^2$ dan sebagian kecil terdiri dari nilai kerapatan sungai sekitar $< 0,62 \text{ km/km}^2$. Sedangkan kerapatan sungai untuk daerah penelitian, yaitu Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Gambar 4.30.



Gambar 4.30 Peta Kerapatan Sungai Kecamatan Songgon

Dari hasil kedua peta kerapatan sungai dapat diketahui besar luasan pada masing-masing karakteristik. Kerapatan sungai Kabupaten Banyuwangi yang didominasi oleh nilai kerapatan sungai sekitar 1,45 – 2,27 km/km^2 memiliki luas sebesar 124.017,91 Ha dan 5.344,68 Ha untuk nilai kerapatan sungai $< 0,62 \text{ km}/\text{km}^2$. Lebih lengkapnya bisa dilihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Luas Kerapatan Sungai di Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
$> 3,10 \text{ km}/\text{km}^2$	20.590,26
$2,28 - 3,10 \text{ km}/\text{km}^2$	107.881,78
$1,45 - 2,27 \text{ km}/\text{km}^2$	124.017,91
$0,62 - 1,44 \text{ km}/\text{km}^2$	102.476,73
$< 0,62 \text{ km}/\text{km}^2$	5.344,68

Sedangkan kerapatan sungai untuk daerah penelitian yaitu Kecamatan Songgon

hanya memiliki dua karakteristik, karakteristik pertama yaitu dengan nilai kerapatan sungai sekitar 1,45 – 2,27 km/km² dengan luas sebesar 18.429,13 Ha dan karakteristik kedua sekitar 2,28 – 3,10 km/km² dengan luas sebesar 2.791,38 Ha yang bisa dilihat pada Tabel 4.44.

Tabel 4.44 Luas Kerapatan Sungai di Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)
> 3,10 km/km ²	0
2,28 – 3,10 km/km ²	2.791,38
1,45 – 2,27 km/km ²	18.429,13
0,62 – 1,44 km/km ²	0
< 0,62 km/km ²	0

v. Kerentanan Gerakan Tanah

Gerakan tanah ialah perpindahan massa tanah/batu pada arah tegak, mendatar atau miring dari kedudukan semula. Gerakan tanah mencakup gerak rayapan dan aliran maupun longsoran. Menurut definisi ini longsoran adalah bagian gerakan tanah (Zakaria 2009). Dari penjelasan tersebut bisa dipahami bahwa tanah longsor bisa terjadi ketika adanya gerakan tanah di suatu daerah.

Pada penelitian kali ini data gerakan tanah diperoleh dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi berupa data spasial. Untuk proses selanjutnya dilakukan skoring dengan klasifikasi sebagai tabel berikut.

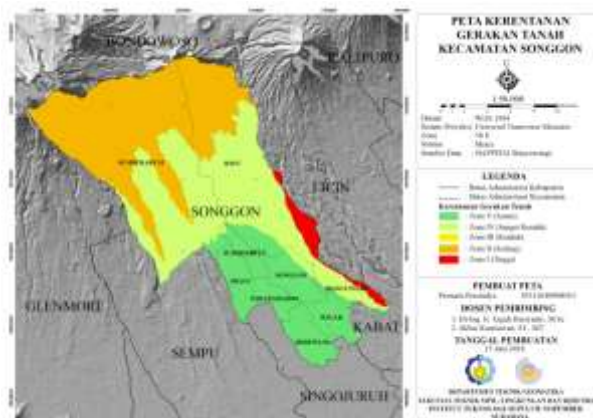
Tabel 4.45 Skoring Kerentanan Gerakan Tanah

Kelas	Skor
Zona V	1
Zona IV	2
Zona III	3
Zona II	4
Zona I	5

Klasifikasi kerentanan gerakan tanah dibagi menjadi 5 zona, Zona I memiliki kerentanan yang tinggi terhadap gerakan tanah, Zona II memiliki kerentanan sangat rendah, Zona III memiliki kerentanan rendah, Zona IV memiliki kerentanan sedang serta Zona V merupakan daerah yang aman terhadap gerakan tanah. Hasil dari skoring Kabupaten Banyuwangi ditunjukkan pada Gambar 4.31. Sedangkan hasil skoring untuk daerah penelitian, yaitu Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Gambar 4.32.



Gambar 4.31 Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kabupaten Banyuwangi



Gambar 4.32 Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kecamatan Songgong

Dari hasil tersebut dapat diketahui besar luasan pada masing-masing zona. Pada Gambar 4.31, sebagian besar Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh Zona V dengan karakteristik aman terhadap gerakan tanah, zona ini memiliki luasan sebesar 197.241,35 Ha. Sedangkan, sebagian kecil Kabupaten Banyuwangi memiliki kerentanan yang tinggi dengan luasan sebesar 5.500,17 Ha. Luasan kerentanan gerakan tanah Kabupaten Banyuwangi bisa dilihat pada Tabel 4.46.

Tabel 4.46 Luas Kerentanan Gerakan Tanah di Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
Zona V	197.241,35
Zona IV	58.933,92
Zona III	64.486,09
Zona II	34.252,36
Zona I	5.500,17

Pada Gambar 4.32 merupakan hasil skoring kerentanan gerakan tanah untuk daerah penelitian yaitu Kecamatan Songgon. Daerah tersebut didominasi oleh kerentanan sedang (Zona II) dengan luas sebesar 8.214,22 Ha dan kerentanan sangat rendah (Zona IV) sebesar 7.624,36 Ha. Luas kerentanan gerakan tanah Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 Luas Kerentanan Gerakan Tanah di Kecamatan Songgon

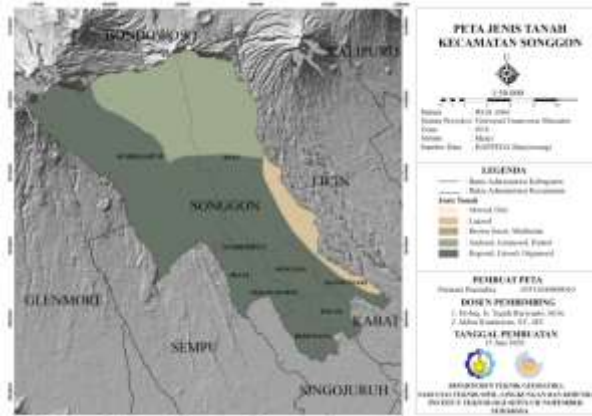
Kelas	Luas (Ha)
Zona V	4.811,14
Zona IV	7.624,36
Zona III	0
Zona II	8.214,22
Zona I	570,79

vi. Jenis Tanah

Jenis tanah (*soil*) merupakan lapisan teratas dari bumi. Tanah terbentuk dari bebatuan yang mengalami pelapukan. Proses pelapukan ini terjadi dalam waktu yang lama bahkan hingga ratusan tahun. Jenis tanah di suatu daerah tergantung dari komponen yang ada di dalam daerah tersebut. Pada penelitian kali ini, skoring jenis tanah yang digunakan yaitu seperti Tabel 4.48.

Tabel 4.48 Skoring Jenis Tanah

Kelas	Skor
Aluvial, Glei	1
Latosol	2
<i>Brown forest</i> , Mediteran	3
Andosol, Grumosol, Podsol	4
Regosol, Litosol, Organosol	5



Gambar 4.34 Peta Jenis Tanah di Kecamatan Songgón

Dari hasil tersebut dapat diketahui besaran luas pada masing-masing klasifikasi jenis tanah. Pada Gambar 4.33, sebagian besar jenis Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh jenis tanah regosol, litosol dan organosol dengan luas sebesar 262.087,55 Ha sedangkan sebagian kecil Kabupaten Banyuwangi memiliki jenis tanah latosol dengan luas sebesar 7.574,64 Ha. Bisa dilihat pada Tabel 4.29 besaran luas jenis tanah di Kabupaten Banyuwangi.

Tabel 4.49 Luas Jenis Tanah di Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
Aluvial, Glei	33.653,10
Latosol	7.574,64
<i>Brown forest</i> , Mediteran	8.808,48
Andosol, Grumosol, Podsol	48.255,48
Regosol, Litosol, Organosol	262.087,55

Pada Gambar 4.34, hasil skoring jenis tanah di daerah penelitian, Kecamatan Songgon didominasi oleh jenis tanah regosol, litosol dan organosol dengan luas sebesar 14.307,04 Ha. Sedangkan, jenis tanah di Kecamatan Songgon sebagian kecil terdiri dari latosol dengan luas sebesar 1.126,01 Ha. Tabel 4.50 merupakan hasil perhitungan luas jenis tanah di Kecamatan Songgon.

Tabel 4.50 Luas Jenis Tanah di Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)
Aluvial, Glei	0
Latosol	1.126,01
<i>Brown forest</i> , Mediteran	0
Andosol, Grumosol, Podsol	5.787,46
Regosol, Litosol, Organosol	14.307,04

vii. Jenis Batuan

Jenis batuan merupakan salah satu gaya pendorong terjadinya tanah longsor. Batuan yang tidak kuat seperti batuan sedimen yang berukuran sebesar pasir dan juga *clay shale* yang berukuran lempung, umumnya rentan terhadap tanah longsor. Pada penelitian kali ini klasifikasi jenis batuan yang digunakan yaitu sebagai tabel berikut.

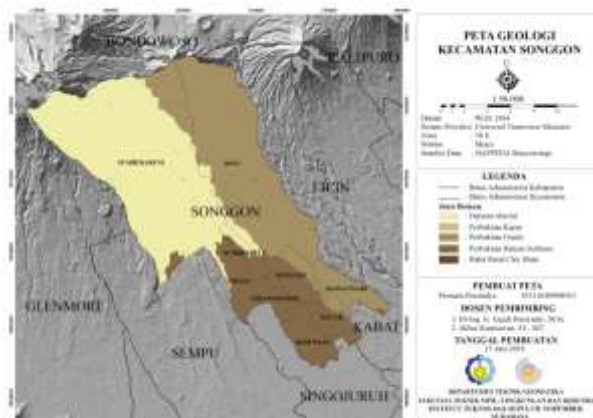
Tabel 4.51 Skoring Jenis Batuan

Kelas	Skor
Dataran Aluvial	1
Perbukitan Kapur	2
Perbukitan Granit	3
Perbukitan Batuan Sedimen	4
Bukit Basal <i>Clay-Shale</i>	5

Data jenis batuan yang didapat dari Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Banyuwangi, selanjutnya dilakukan proses skoring sesuai dengan klasifikasi Tabel 4.51. Hasil skoring jenis batuan di Kabupaten Banyuwangi ditunjukkan pada Gambar 4.35, sedangkan untuk daerah penelitian yaitu Kecamatan Songgon ditunjukkan pada Gambar 4.36.



Gambar 4.35 Peta Geologi di Kabupaten Banyuwangi



Gambar 4.36 Peta Geologi di Kecamatan Songgong

Pada Gambar 4.35 sebagian besar jenis batuan di Kabupaten Banyuwangi didominasi oleh batuan sedimen yang umumnya seperti batu kapur, batu pasir dan lempung. Hasil perhitungan luas pada jenis batuan sedimen di Kabupaten Banyuwangi sebesar 228.544,34 Ha sedangkan sebagian kecil wilayah Kabupaten Banyuwangi memiliki jenis batuan aluvial dengan luas sebesar 58.981,11 Ha. Berikut hasil perhitungan luas jenis batuan di Kabupaten Banyuwangi.

Tabel 4.52 Luas Jenis Batuan di Kabupaten Banyuwangi

Kelas	Luas (Ha)
Dataran Aluvial	58.981,11
Perbukitan Kapur	0
Perbukitan Granit	72.526,40
Perbukitan Batuan Sedimen	228.544,34
Bukit Basal <i>Clay-Shale</i>	0

Pada Gambar 4.36, hasil skoring jenis batuan di Kecamatan Songgon didominasi oleh dataran aluvial yang dicirikan dengan adanya material endapan aluvium. Dataran aluvial di Kecamatan Songgon memiliki luas sebesar 9.341,62 Ha dan sebagian kecil Kecamatan Songgon terdiri dari batuan sedimen dengan luas sebesar 3.776,38 Ha. Tabel 4.53 merupakan hasil perhitungan luas jenis batuan di Kecamatan Songgon.

Tabel 4.53 Luas Jenis Batuan di Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)
Dataran Aluvial	9.341,62
Perbukitan Kapur	0
Perbukitan Granit	8.102,51
Perbukitan Batuan Sedimen	3.776,38
Bukit Basal <i>Clay-Shale</i>	0

b. *Overlay*

Proses *overlay* yang digunakan yaitu metode *intersect* dan selanjutnya dilakukan perhitungan skor total. Perhitungan ini menggunakan hasil skoring dan pembobotan metode AHP. Rumus yang digunakan yaitu persamaan 3.4 dengan hasil akhir bobot yang ditunjukkan pada Tabel 4.30.

Hasil akhir pengolahan ini yaitu peta potensi tanah longsor dengan dua kondisi. Kondisi I dengan parameter curah hujan tertinggi bulan januari dan kondisi II dengan parameter curah hujan terendah bulan oktober. Peta potensi ini diklasifikasikan menjadi tiga , yaitu potensi rendah, sedang dan tinggi dengan interval tiap kelas ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.11.

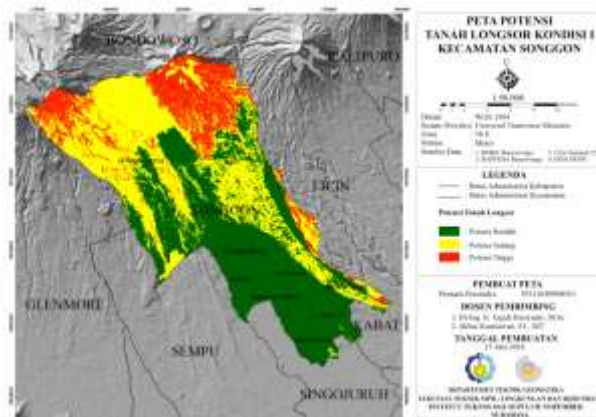
i. Potensi Tanah Longsor Kondisi I

Berikut ini merupakan hasil perhitungan interval klasifikasi tiap kelas sesuai dengan persamaan 2.11, sehingga didapatkan hasil klasifikasi potensi tanah longsor seperti Tabel 4.54.

Tabel 4.54 Klasifikasi Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi I

Interval	Tingkat Potensi
2,18 – 2,93	Rendah
2,94 – 3,69	Sedang
3,70 – 4,45	Tinggi

Setelah didapatkan nilai interval, maka dapat diketahui wilayah yang mempunyai tingkat potensi rendah, sedang dan tinggi. Berikut ini merupakan hasil dari peta potensi tanah longsor di Kecamatan Songgon kondisi I dengan parameter curah hujan tingkat pada bulan januari.



Gambar 4.37 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I

Berdasarkan hasil peta tersebut, dapat dilihat bahwa tingkat potensi tinggi ditunjukkan dengan warna merah, tingkat potensi sedang dengan warna kuning dan tingkat potensi rendah dengan warna hijau. Hasil pengolahan Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I di Kecamatan Songgon pada Gambar 4.37, didominasi oleh tingkat potensi rendah dengan luas sebesar 9.527,09 Ha atau 44,90%, tingkat potensi sedang dengan luas sebesar 8.410,19 Ha atau 39,63% serta tingkat potensi tinggi dengan luas area sebesar 3.283,23 Ha atau 15,47%.

Tabel 4.55 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi I

Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Persen (%)
Rendah	9.527,09	44,90
Sedang	8.410,19	39,63
Tinggi	3.283,23	15,47
Total	21.220,51	100

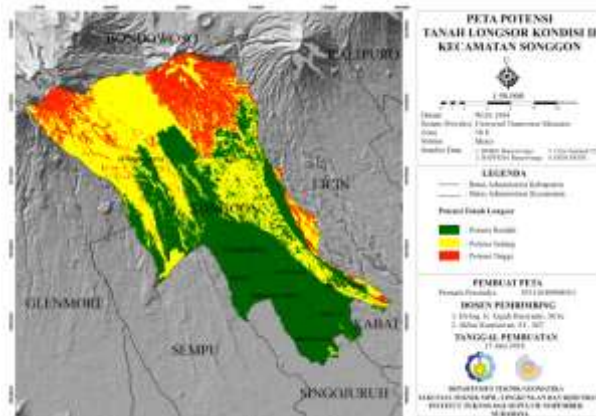
ii. Potensi Tanah Longsor Kondisi II

Berikut ini merupakan hasil perhitungan interval klasifikasi tiap kelas sesuai dengan persamaan 2.11, sehingga didapatkan hasil klasifikasi potensi tanah longsor seperti pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56 Klasifikasi Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II

Interval	Tingkat Potensi
1,62 – 2,37	Rendah
2,38– 3,13	Sedang
3,14 – 3,89	Tinggi

Setelah didapatkan nilai interval, maka dapat diketahui wilayah yang mempunyai tingkat potensi rendah, sedang dan tinggi. Berikut ini merupakan hasil dari peta potensi tanah longsor di Kecamatan Songgon kondisi II dengan parameter curah hujan rendah pada bulan oktober.



Gambar 4.38 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II

Hasil pengolahan Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II di Kecamatan Songgon pada Gambar 4.38, didominasi oleh tingkat potensi rendah dengan luas area sebesar 9.527,09 Ha atau 44,90%, potensi sedang sebesar 8.410,19 Ha atau 39,63% serta potensi tinggi 3.283,23 Ha atau 15,47%.

Tabel 4.57 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II

Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Persen (%)
Rendah	9.527,09	44,90
Sedang	8.410,19	39,63
Tinggi	3.283,23	15,47
Total	21.220,51	100

4.2 Analisa

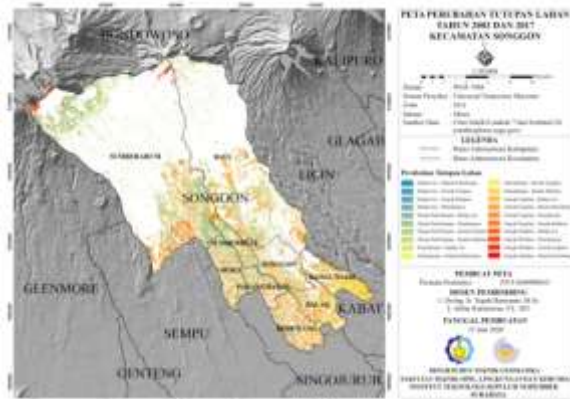
4.2.1 Perubahan Tutupan Lahan

Perubahan tutupan lahan Kecamatan Songgon tahun 2002 dan 2017 yang mengalami kenaikan yaitu semak belukar sebesar 2.378,48 Ha dan yang mengalami penurunan terbesar yaitu kelas hutan dan perkebunan sebesar 2.331,91 Ha. Tabel 4.58 menunjukkan besaran luas perubahan tutupan lahan tahun 2002 dan 2017.

Tabel 4.58 Perbandingan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2017 Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)		Selisih (Ha)
	2002	2017	
Badan Air	26,14	49,14	23
Pemukiman	1479	1.163,78	-315,22
Hutan dan Perkebunan	15.881,57	13.549,66	-2.331,91
Semak Belukar	416,72	2.795,2	2.378,48
Sawah dan Tegalan	3.013,12	3.077,62	64,5

Perubahan tutupan lahan tahun 2002 dan 2017 diperoleh dari hasil *overlay* dengan menggunakan metode *union* sehingga diperoleh daerah yang mengalami perubahan tutupan lahan. Hasil *overlay* seperti Gambar 4.39.



Gambar 4.39 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgón Tahun 2002 dan 2017

Luas perubahan tutupan lahan pada Gambar 4.39 diuraikan pada Tabel 4.59. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa hutan dan perkebunan menjadi semakin belukar mengalami peningkatan terbesar dengan luas 1.711,73 Ha dan yang memiliki penurunan terkecil yaitu badan air menjadi hutan dan perkebunan dengan luas 3,45 Ha.

Tabel 4.59 Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2017

No	Perubahan Tutupan Lahan	Luas (Ha)
1.	Badan Air - Hutan Perkebunan	3,45
2.	Badan Air - Pemukiman	5,72
3.	Badan Air - Sawah Tegalan	12,05
4.	Badan Air - Semak Belukar	4,07
5.	Hutan Perkebunan - Badan Air	20,31
6.	Hutan Perkebunan – Pemukiman	314,37
7.	Hutan Perkebunan – Sawah Tegalan	1.501,69
8.	Hutan Perkebunan – Semak Belukar	1.711,73

Lanjutan Tabel 4.59.

No	Perubahan Tutupan Lahan	Luas (Ha)
9.	Pemukiman – Badan Air	7,66
10.	Pemukiman – Hutan Perkebunan	389,50
11.	Pemukiman – Sawah Tegalan	417,72
12.	Pemukiman – Semak Belukar	257,44
13.	Sawah Tegalan – Badan Air	16,63
14.	Sawah Tegalan – Hutan Perkebunan	885,72
15.	Sawah Tegalan – Pemukiman	408,31
16.	Sawah Tegalan – Semak Belukar	667,64
17.	Semak Belukar – Badan Air	3,76
18.	Semak Belukar – Hutan Perkebunan	91,46
19.	Semak Belukar - Pemukiman	42,54
20.	Semak Belukar – Sawah Tegalan	85,65

Perubahan tutupan lahan tahun 2002 ke 2019 ditujukan untuk melihat perubahan luas tutupan lahan jauh sebelum dan sesudah terjadinya tanah longsor di Kecamatan Songgon. Kelas tutupan lahan yang mengalami peningkatan terbesar yaitu sawah dan tegalan dengan luas 1.248 Ha dan yang mengalami penurunan terbesar yaitu pemukiman dengan luas sebesar 1.167,55 Ha. Tabel 4.60 menunjukkan perbandingan luas tutupan lahan tahun 2002 ke 2019.

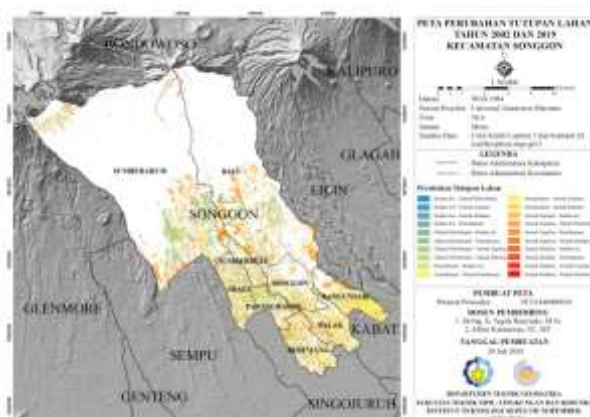
Tabel 4.60 Perbandingan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2019 Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)		Selisih (Ha)
	2002	2019	
Badan Air	26,14	108,3	82,16
Pemukiman	1479	311,45	-1.167,55
Hutan dan Perkebunan	15.881,57	15.189,46	-692,11

Lanjutan Tabel 4.60.

Kelas	Luas (Ha)		Selisih (Ha)
	2002	2019	
Semak Belukar	416,72	1.137,66	720,94
Sawah dan Tegalan	3.013,12	4.261,12	1.248

Hasil *overlay* perubahan tutupan lahan tahun 2002 dan tahun 2019 ditunjukkan pada Gambar 4.40.



Gambar 4.40 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002 dan 2019

Pada Tabel 4.61 menunjukkan perubahan luasan tutupan lahan tahun 2002 ke tahun 2019. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa kelas yang mempunyai luas terbesar yaitu hutan dan perkebunan menjadi sawah dan tegalan dengan luas 1.715,28 Ha dan yang memiliki luas terkecil yaitu badan air menjadi pemukiman dengan luas 1,13 Ha.

Tabel 4.61 Luas Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2002 dan 2019

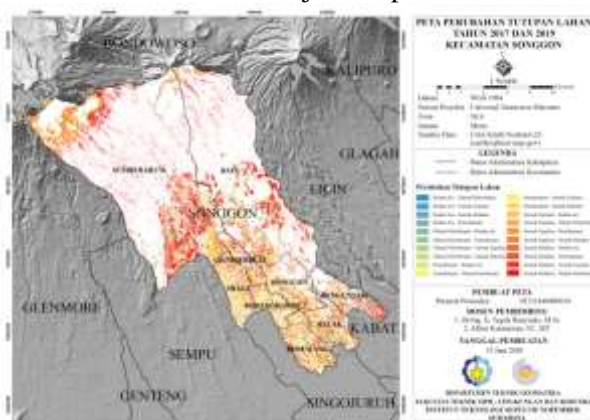
No	Perubahan Tutupan Lahan	Luas (Ha)
1.	Badan Air - Hutan Perkebunan	2,28
2.	Badan Air - Pemukiman	1,13
3.	Badan Air - Sawah Tegalan	15,19
4.	Badan Air - Semak Belukar	4,47
5.	Hutan Perkebunan - Badan Air	35,88
6.	Hutan Perkebunan – Pemukiman	51,68
7.	Hutan Perkebunan – Sawah Tegalan	1.715,28
8.	Hutan Perkebunan – Semak Belukar	383,52
9.	Pemukiman – Badan Air	21,86
10.	Pemukiman – Hutan Perkebunan	309,3
11.	Pemukiman – Sawah Tegalan	754,18
12.	Pemukiman – Semak Belukar	208,07
13.	Sawah Tegalan – Badan Air	47,66
14.	Sawah Tegalan – Hutan Perkebunan	953,62
15.	Sawah Tegalan – Pemukiman	84,68
16.	Sawah Tegalan – Semak Belukar	299,23
17.	Semak Belukar – Badan Air	1,73
18.	Semak Belukar – Hutan Perkebunan	87,62
19.	Semak Belukar - Pemukiman	12,41
20.	Semak Belukar – Sawah Tegalan	63,12

Sedangkan, untuk perubahan tutupan lahan tahun 2017 ke tahun 2019 yang mengalami peningkatan terbesar yaitu kelas hutan dan perkebunan dengan luas 1.639,80 Ha dan yang mengalami penurunan terbesar berada pada kelas semak belukar, yaitu sebesar 1.657,54 Ha.

Tabel 4.62 Perbandingan Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2017 dan 2019 Kecamatan Songgon

Kelas	Luas (Ha)		Selisih (Ha)
	2017	2019	
Badan Air	49,14	108,3	59,16
Pemukiman	1.163,78	311,45	-852,33
Hutan dan Perkebunan	13.549,66	15.189,46	1.639,80
Semak Belukar	2.795,2	1.137,66	-1.657,54
Sawah dan Tegalan	3.077,62	4.261,12	1.183,50

Hasil *overlay* perubahan tutupan lahan tahun 2017 dan tahun 2019 ditunjukkan pada Gambar 4.41.



Gambar 4.41 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017 dan 2019

Pada Tabel 4.63 menunjukkan perubahan luasan tutupan lahan tahun 2017 ke tahun 2019. Pada tabel tersebut dapat diketahui bahwa luasan terbesar berada pada kelas semak belukar menjadi hutan dan perkebunan dengan luas sebesar 1.377,41 Ha dan

kelas yang memiliki luasan terkecil yaitu badan air menjadi pemukiman dengan luas sebesar 2,61 Ha.

Tabel 4.63 Luas Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017 dan 2019

No	Perubahan Tutupan Lahan	Luas (Ha)
1.	Badan Air - Hutan Perkebunan	11,21
2.	Badan Air - Pemukiman	2,61
3.	Badan Air - Sawah Tegalan	18,44
4.	Badan Air - Semak Belukar	12,36
5.	Hutan Perkebunan - Badan Air	10,33
6.	Hutan Perkebunan – Pemukiman	10,41
7.	Hutan Perkebunan – Sawah Tegalan	845,73
8.	Hutan Perkebunan – Semak Belukar	160,98
9.	Pemukiman – Badan Air	25,99
10.	Pemukiman – Hutan Perkebunan	134,35
11.	Pemukiman – Sawah Tegalan	559,35
12.	Pemukiman – Semak Belukar	208,79
13.	Sawah Tegalan – Badan Air	51,15
14.	Sawah Tegalan – Hutan Perkebunan	882,54
15.	Sawah Tegalan – Pemukiman	84,88
16.	Sawah Tegalan – Semak Belukar	362,43
17.	Semak Belukar – Badan Air	16,02
18.	Semak Belukar – Hutan Perkebunan	1.377,41
19.	Semak Belukar - Pemukiman	16,90
20.	Semak Belukar – Sawah Tegalan	1.190,06

4.2.2 Pembobotan *Analytical Hierarchy Process*

Hasil pembobotan metode AHP yang diperoleh dari wawancara dan pengisian kuesioner oleh pegawai Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Banyuwangi dan Dosen Teknik Geofisika, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember yang ditunjukkan pada Tabel 4.64, menunjukkan bahwa aspek geologi memiliki pengaruh lebih besar terhadap potensi bencana tanah longsor dengan bobot sebesar 60% dari aspek fisik. Dari aspek geologi, faktor yang mempunyai pengaruh lebih besar yaitu kerentanan gerakan tanah sebesar 34%, sedangkan dari aspek fisik yaitu faktor kemiringan lereng dengan bobot 17%. Faktor yang mempunyai pengaruh kecil terhadap potensi tanah longsor yaitu tutupan lahan sebesar 4% dan kerapatan sungai sebesar 5%.

Tabel 4.64 Bobot Parameter Metode AHP

Keterangan	Parameter	Bobot
Aspek Geologi (60%)	Kerentanan Gerakan Tanah	34 %
	Jenis Tanah	14 %
	Jenis Batuan	12 %
Aspek Fisik (40%)	Kemiringan Lereng	17 %
	Curah Hujan	14 %
	Kerapatan Sungai	5 %
	Tutupan Lahan	4 %

4.2.3 Potensi Tanah Longsor

Tanah longsor merupakan salah satu bencana yang menimbulkan banyak kerugian, untuk meminimalisir dampak tersebut maka dilakukan pemetaan potensi tanah longsor. Pada penelitian kali ini, daerah yang diteliti yaitu Kecamatan Songgon yang merupakan daerah terjadinya tanah longsor tepatnya di kawasan Gunung Pendil. Bencana tanah longsor ini mengakibatkan banjir bandang yang terjadi pada tanggal 22 Juni 2018. Peta potensi tanah longsor nantinya bisa dimanfaatkan oleh masyarakat maupun pemerintah wilayah tersebut.

Hasil pengolahan peta potensi tanah longsor dibagi menjadi dua kondisi. Kondisi I dengan parameter curah hujan tertinggi bulan januari dan kondisi II dengan parameter curah hujan terendah bulan oktober. Menurut hasil pengolahan potensi tanah longsor kondisi I di Kecamatan Songgon yang ditunjukkan pada Gambar 4.37, daerah ini didominasi oleh tingkat potensi rendah, akan tetapi pada lokasi terjadinya tanah longsor pada tahun 2018 memiliki potensi tingkat tinggi yaitu di Desa Sumberarum, Kecamatan Songgon. Berikut adalah tingkat potensi tanah longsor kondisi I tiap desa di Kecamatan Songgon.

Tabel 4.65 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi I Tiap Desa di Kecamatan Songgon

Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
Balak	Rendah	732,88	740,83
	Sedang	7,95	
	Tinggi	0,00	
Bangunsari	Rendah	356,31	787,22
	Sedang	382,37	
	Tinggi	48,54	
Bayu	Rendah	1.946,17	6,281,21
	Sedang	2.712,72	
	Tinggi	1.622,32	
Badewang	Rendah	881,54	897,42
	Sedang	15,88	
	Tinggi	0,00	
Parangharjo	Rendah	478,82	478,82
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	

Lanjutan Tabel 4.65.

Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
Songgon	Rendah	867,04	971,08
	Sedang	104,04	
	Tinggi	0,00	
Sragi	Rendah	796,71	796,71
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Sumberarum	Rendah	3.063,47	9.862,29
	Sedang	5.186,45	
	Tinggi	1.612,37	
Sumberbulu	Rendah	404,15	404,93
	Sedang	0,78	
	Tinggi	0,00	
Total (Ha)		21.220,51	

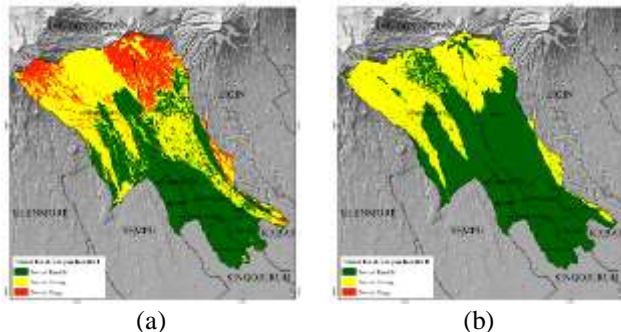
Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa desa yang memiliki tingkat potensi tinggi yang besar yaitu Desa Bayu dengan luas sebesar 1.622,32 Ha dan Desa Sumberarum dengan luas 1.612,37 Ha. Sedangkan, untuk tingkat potensi sedang dan rendah juga didominasi oleh kedua desa tersebut. Kedua desa tersebut merupakan desa terluas di Kecamatan Songgon. Sedangkan untuk hasil pengolah potensi tanah longsor kondisi II di Kecamatan Songgon yang ditunjukkan pada Gambar 4.38, daerah ini juga didominasi oleh potensi tanah longsor rendah. Berikut adalah tingkat potensi tanah longsor kondisi II tiap desa di Kecamatan Songgon yang ditunjukkan pada Tabel 4.66.

Tabel 4.66 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II Tiap Desa di Kecamatan Songgon

Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
Balak	Rendah	732,88	740,83
	Sedang	7,95	
	Tinggi	0,00	
Bangunsari	Rendah	356,31	787,22
	Sedang	382,37	
	Tinggi	48,54	
Bayu	Rendah	1.946,17	6,281,21
	Sedang	2.712,72	
	Tinggi	1.622,32	
Badewang	Rendah	881,54	897,42
	Sedang	15,88	
	Tinggi	0,00	
Parangharjo	Rendah	478,82	478,82
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Songgon	Rendah	867,04	971,08
	Sedang	104,04	
	Tinggi	0,00	
Sragi	Rendah	796,71	796,71
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Sumberarum	Rendah	3.063,47	9.862,29
	Sedang	5.186,45	
	Tinggi	1.612,37	
Sumberbulu	Rendah	404,15	404,93
	Sedang	0,78	
	Tinggi	0,00	
Total (Ha)		21.220,51	

Dari Tabel 4.66 tersebut dapat dilihat bahwa desa yang memiliki tingkat potensi tinggi yang besar yaitu Desa Bayu dengan luas sebesar 1.622,32 Ha

dan Desa Sumberarum dengan luas 1.612,37 Ha. Sedangkan, untuk tingkat potensi sedang dan rendah juga didominasi oleh kedua desa tersebut. Jika dilihat pada Tabel 4.65 dan Tabel 4.66, luas potensi tanah longsor pada kondisi I maupun kondisi II tidak ada perbedaan. Hal ini dikarenakan, klasifikasi peta potensi tanah longsor mengacu pada skor total masing-masing peta, mengingat rumus klasifikasi adalah selisih skor total tinggi dengan skor total rendah dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan. Otomatis setiap peta akan mempunyai potensi rendah, sedang dan tinggi. Jika interval klasifikasi potensi tanah longsor kondisi II (musim kering) mengacu pada interval klasifikasi kondisi I (musim hujan) maka hasil kedua peta akan berbeda, bisa dilihat pada Gambar 4.42.



Gambar 4.42 (a) Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I (b) Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi II Baru

Pada Gambar 4.42 (b), peta potensi tanah longsor kondisi II yang baru mempunyai hasil luasan sebesar 13.737,08 Ha pada potensi tinggi, 7.481,76 Ha pada potensi sedang dan 1,67 Ha pada potensi tinggi. Sehingga kedua peta menghasilkan perbedaan yang cukup besar yang ditunjukkan pada Tabel 4.67.

Tabel 4.67 Perbandingan Luasan Potensi Tanah Longsor Kondisi I dan Kondisi II Baru

Tingkat Potensi	Luas (Ha)		Selisih (Ha)
	Kondisi I	Kondisi II Baru	
Rendah	9.527,09	13.737,08	-4.209,99
Sedang	8.410,19	7.481,76	928,43
Tinggi	3.283,23	1,67	3.281,56
Total	21.220,51		0

Sedangkan, untuk luasan tiap desa pada kondisi II yang baru ditunjukkan pada Tabel 4.68. Tabel tersebut menunjukkan bahwa desa yang mempunyai potensi tinggi yaitu Desa Bangunsari dengan luas sebesar 1,67 Ha. Sedangkan, potensi sedang dan rendah didominasi oleh Desa Bayu dan Desa Sumberarum.

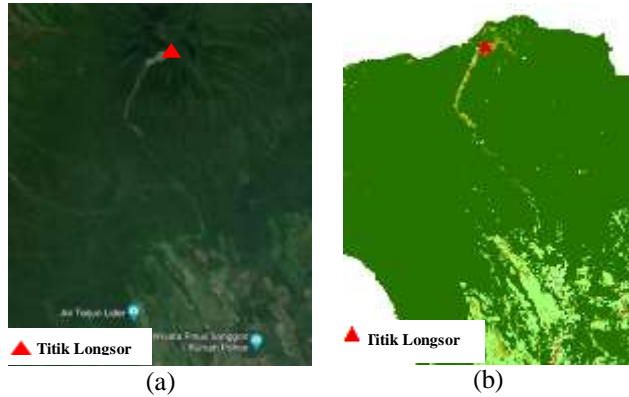
Tabel 4.68 Luas Tingkat Potensi Tanah Longsor Kondisi II Baru Tiap Desa di Kecamatan Songgon

Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
Balak	Rendah	740,83	740,83
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Bangunsari	Rendah	647,89	787,22
	Sedang	137,66	
	Tinggi	1,67	
Bayu	Rendah	4.044,05	6.281,21
	Sedang	2.237,16	
	Tinggi	0,00	
Badewang	Rendah	897,42	897,42
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	

Lanjutan Tabel 4.68.

Desa	Tingkat Potensi	Luas (Ha)	Total Luas (Ha)
Parangharjo	Rendah	478,82	478,82
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Songgon	Rendah	971,08	971,08
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Sragi	Rendah	796,71	796,71
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Sumberarum	Rendah	4.755,37	9.862,29
	Sedang	5.106,92	
	Tinggi	0,00	
Sumberbulu	Rendah	404,93	404,93
	Sedang	0,00	
	Tinggi	0,00	
Total (Ha)		21.220,51	

Disisi lain, kedua peta yang menghasilkan bahwa Desa Bayu dan Desa Sumberarum memiliki potensi yang tinggi terhadap tanah longsor, didukung dengan kejadian bencana tanah longsor pada tanggal 22 Juni 2018 yang terjadi di kawasan Gunung Raung, tepatnya di Bukit Pendil, Desa Sumberarum. Titik puncak tanah longsor bisa dilihat pada Gambar 4.43.



Gambar 4.43 (a) Titik Longsor tampak di *Google Maps* (b) Titik Longsor tampak di Hasil Pengolahan Tutupan Lahan

Sedangkan untuk kejadian tanah longsor di Desa Bayu terjadi pada tanggal 4 Februari 2018 tepatnya di Dusun Sambungreji RT 02 RW 03. Kejadian ini mengakibatkan dua korban meninggal akibat tertimbun longsor dan satu selamat (Memontum.com 2018). Suasana kejadian tanah longsor di Dusun Sambungreji bisa dilihat pada Gambar 4.44.



Gambar 4.44 Kejadian Tanah Longsor di Dusun Sambungreji, Desa Bayu (sumber: Memontum.com 2018)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari penelitian terkait kejadian potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Songgon, Kabupaten Banyuwangi adalah:

1. Parameter penyebab tanah longsor pada penelitian kali ini berjumlah tujuh yang digolongkan lagi menjadi dua aspek, yaitu aspek fisik meliputi: (1) tutupan lahan, (2) kemiringan lereng, (3) curah hujan dan (4) kerapatan sungai. Sedangkan dari aspek geologi meliputi: (1) jenis tanah, (2) jenis batuan dan (3) kerentanan gerakan tanah.
2. Hasil dari pembobotan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang diperoleh dari wawancara dan pengisian kuesioner didapatkan bahwa aspek geologi merupakan faktor yang lebih berpengaruh terhadap bencana tanah longsor dengan bobot yaitu 60%. Secara keseluruhan pada pembobotan metode ini parameter yang mempunyai pengaruh besar terhadap bencana tanah longsor yaitu kerentanan gerakan tanah dengan bobot 34% lalu diikuti dengan parameter kemiringan lereng dari aspek fisik dengan bobot 17%.
3. Pemetaan potensi bencana tanah longsor di Kecamatan Songgon menggunakan analisis spasial SIG dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan kriteria berdasarkan PU No. 22/PRT/M/2007, terbagi menjadi tiga kelas potensi dengan dua kondisi, yaitu kondisi I dengan menggunakan parameter curah hujan tinggi di bulan januari dan kondisi II dengan menggunakan curah hujan rendah di bulan oktober. Kedua peta tersebut menghasilkan luas yang sama pada setiap tingkat

potensi. Hal ini dikarenakan, klasifikasi peta potensi tanah longsor mengacu pada skor total masing-masing peta, mengingat rumus klasifikasi potensi tanah longsor adalah selisih skor total tinggi dengan skor total rendah dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan. Otomatis setiap peta akan mempunyai potensi rendah, sedang dan tinggi, untuk potensi rendah memiliki luas sebesar 9.527,09 Ha, potensi sedang sebesar 8.410,19 Ha dan potensi tinggi sebesar 3.238,23 Ha. Sehingga, peta potensi tanah longsor kondisi I maupun kondisi II tidak ada perbedaan.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Ketersediaan data dasar (parameter) yang terbaru sehingga memudahkan bagi peneliti untuk membuat peta dengan keadaan geografi yang paling baru.
2. Penggunaan data citra sebaiknya menggunakan data perekaman terbaru yang dekat dengan waktu terjadinya bencana tanah longsor. Selain itu, menggunakan data citra yang mempunyai sedikit awan dan citra yang mempunyai resolusi spasial tinggi sehingga membuat proses interpretasi dan klasifikasi tutupan lahan menjadi lebih mudah.
3. Menambahkan jumlah narasumber dan keterlibatan narasumber diperkuat sesuai dengan kasus yang diteliti untuk meningkatkan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasi, dkk.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.
- Aronoff, Stan.1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- BPBD.2012. Peta Rawan Bencana Kerentanan Gerakan Tanah. <http://bpbd.banyuwangikab.go.id/>. Tanggal akses 23 November 2019.
- BMKG. 2016. Peta Curah Hujan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Malang.
- Burrough, O. A, and McDonnell, R. A. 1998. *Principels of Geographical Information Systems*. New York: *Oxford University Press*.
- Bhowmik, Avit Kumar.2012. *Evaluation of Spatial Interpolation Techniques for Mapping Climate Variables with Low Sample Density*. Disertasi. Portugal: *University Nova de Lisboa*.
- Canada Centre for Remote Sensing.2008. *Fundamentals of Remote Sensing*. Canada: Natural Resources Canada.
- Danoedoro, P.1996. *Pengolahan Citra Digital Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
- Dengsheng Lu et al. 2003. *Comparison of Land-Cover Classification Methods in the Brazilian Amazon Basin*. Anchorage: Alaska.
- ESA.2012. *Sentinel-1 ESA's Radar Observatory Mission for GMES Operational Services*. Oleh: K. Fletcher NoordwijkL *ESA Communications*.
- ESA.2015. *Sentinel-2 User Handbook*. *ESA Standard Document 2 (1):1-64*
- ESDM.2006.Pengenalan Gerakan Tanah. <https://www.esdm.go.id/>. Tanggal akses 8 November 2019.

- ESRI. 2011. How Kriging Works. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/3d-analyst-toolbox/how-kriging-works.htm>. Tanggal akses 17 Maret 2020.
- ESRI.2015. How Spline Works. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-spline-works.htm>. Tanggal akses 17 Maret 2020.
- ESRI.2016. What is a TIN Surface. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/manage-data/tin/fundamentals-of-tin-surfaces.htm>. Tanggal akses Tanggal 05 Agustus 2020.
- Fahlefi, Rizha. 2018. *Analisis Potensi Wilayah Tanah Longsor di Kawasan Lereng Gunung Wilis dengan Menggunakan Data DEM TERRASAR-X*. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Guntara, I.2013. Pengertian Overlay Dalam Sistem Informasi Geografi. <https://www.guntara.com/>. Tanggal akses 23 November 2019.
- Hadi, B. S. 2013. “Metode Interpolasi Spasial dalam Studi Geografi”. *Geomedia* 11 (2) : 235 – 252.
- Hindarto, Yugo. 2018. Banjir Bandang Banyuwangi, Ratusan Warga Mengungsi. <https://www.cnnindonesia.com/nasional/20180622200710-20-308198/banjir-bandang-banyuwangi-ratusan-warga-mengungsi>. Tanggal akses 10 Januari 2020.
- Irwansyah, Edy.2013. *Sistem Informasi Geografis: Prinsip Dasar dan Pengembangan Aplikasi*. Yogyakarta: Penerbit Digibooks
- Isaaks, E.H. and R.M Srivastava.1989. *Applied Geostatistics*. Oxford University Press, New York.
- Jimmy.2006. *Visualisasi Peta Kontur Dalam Sudut Pandang Tiga Dimensi*.Surabaya: Jurusan Teknik Informatika, Universitas Surabaya.
- Kadarsyah, Suryadi dan Ali Ramdani. 1998. *Sistem Pendukung Keputusan*. Bandung: PT Remaja Rasdakarya.

- Karnawati, D.2003. *Manajemen Bencana Gerakan Tanah*. Diklat Kuliah. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada.
- Karnawati, D.2005.*Bencana Alam Gerakan Massa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Kushardono, Dony.2017. *Klasifikasi Digital pada Penginderaan Jauh*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Kusumowidagdo, dkk.2007.*Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Jakarta: LAPAN dan UNES.
- Lillesand, T.M., R. W. Kiefer dan J. W. Chipman. 2015. *Remote sensing and Image Interpretation Seventh Edition*. United States of America: John Willey and Sons
- Memontum.com.2018. Dusun Bayu Longsor, 2 Tewas. <https://memontum.com/24358-dusun-bayu-longsor-2-tewas?view-original-redirect=1>. Tanggal akses 16 Juni 2020.
- Maulana, Muhammad Ridho. 2019. *Analisa Perubahan Lingkungan Fisik Lahan Akibat Bencana Tanah Longsor Menggunakan Citra Satelit Sentinel (Studi Kasus: Tanah Longsor di Kabupaten Banyuwangi)*. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mahmudi, M., S. Subiyanto, dan B. Darmo.2015. *Analisis Ketelitian DEM Aster GDEM , SRTM, dan LIDAR untuk Identifikasi Area Pertanian Tebu Berdasarkan Parameter Kelerengan (Studi Kasus: Distrik Tubang, Kabupaten Merauke, Provinsi Papua)*. Semarang: Universitas Diponegoro
- NCGIA.2007.Interpolation: Inverse Distance Weighting. <http://www.ncgia.ucsb.edu/>. Tanggal akses 21 November 2019.

- Nirwansyah, Anang Widhi. 2017. *Dasar Sistem Informasi Geografi & Aplikasinya Menggunakan ArcGIS 9.3*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish
- Noor, D.2009. *Pengantar Geologi*. Bogor: CV Graha Ilmu.
- Nugraha, Arief Laila.2017. *Pemodelan Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Analisis SIG Di Kabupaten Semarang*. Semarang: Program Studi Teknik Geodesi, Universitas Diponegoro.
- Parangtritis Geomaritime Science Park*.2016. Perkembangan Landsat. <https://pgsp.big.go.id/>. Tanggal akses 15 Februari 2020.
- Pemerintah Kabupaten Banyuwangi. 2016. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Banyuwangi Tahun 2016-2021*. Banyuwangi: Pemerintah Kabupaten Banyuwangi
- Peraturan Direktur Jenderal Nomor P.3/V-SET/2013 dalam Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 22/PRT/M/2007 Tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor.
- Pramono, G.H.2008.”Akurasi Metode IDW dan Krigging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi di Maros, Sulawesi Selatan”. Forum Geografi, Vol. 22 (1): 145-158
- Pratomo.2008. *Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis*.Surakarta: Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Purwandhi,S.H. 2011. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: Grasindo.
- Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2015. Gerakan Tanah. <http://www.vsi.esdm.go.id/>. Tanggal akses 8 November 2019
- Puslittanak.2004. *Laporan Akhir Pengkajian Potensi Bencana Kekeringan, Banjir dan Longsor di Kawasan Satuan*

Wilayah Sungai Citarum-Ciliwung, Jawa Barat Bagian Barat Berbasis Sistem Informasi Geografi. Bogor: Puslittanak.

- Ramdan, Hikmat. 2004. *Prinsip Dasar Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Sumedang: Universitas Winaya Mukti.
- Ridlo, Muhamad. 2019. Curah Hujan Tinggi, Berikut Wilayah Rawan Pergerakan Tanah dan Longsor di Lebak. <https://www.liputan6.com/regional/read/4123770/curah-hujan-tinggi-berikut-wilayah-rawan-pergerakan-tanah-dan-longsor-di-lebak>. Tanggal akses 04 Agustus 2020.
- Rofiq, Ainur. 2018. *Identifikasi Potensi Daerah Bencana Tanah Longsor di Kawasan Gunung Wilis*. Surabaya: Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Saaty, Thomas L. 1993. *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin Proses Hirarki Analitik untuk Pengambilan Keputusan dalam Situasi yang Kompleks*. Jakarta: PT Pustaka Binaman Pressindo
- Satellite Imaging Corporation*. 2015. Sentinel-2A Satellite Sensor (10m). <https://www.satimagingcorp.com/satellite-sensors/other-satellite-sensors/sentinel-2a/>. Tanggal akses 15 Maret 2020.
- Setianto, Agung dan Tamia. 2013. "Comparison of Kriging and Inverse Distance Weighted (IDW) Interpolation Methods in Lineament Extraction and Analysis". *Journal SE Asian Application Geology* 5 (1) : 21 – 29.
- Sobatnu, F. 2014. "Permodelan Elevasi Digital Pada Lahan Rawa". *Jurnal INTEKNA* (2), 102-109.
- Suherlan, E. 2001. *Zonasi Tingkat Kerentanan Banjir Kabupaten Bandung Menggunakan Sistem Informasi Geografis*. Skripsi Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor.
- Sukmawati, A. 2006. *Hubungan Antara Curah Hujan dngan Titik Panas (Hotspot) sebagai Indikator Terjadinya Kebakaran Hutan dan Lahan di Kabupaten Pontianak Provinsi Kalimantan Barat*. Bogor: Institut Pertanian Bogor

- Sukojo, Bangun Muljo.2012. *Penginderaan Jauh (Dasar Teori dan Terapan)*. Surabaya.
- Suprayogi, Andri.2017. “Analisis Tingkat Kerawanan Banjir di Kabupaten Sampang Menggunakan Metode Overlay Dengan Scoring Berbasis Sistem Informasi Geografis”.*Jurnal Geodesi Undip* 6 (1): 31-40
- Supriadi, dkk.2018. *Analytical Hierarchy Process (AHP) Teknik Penentuan Strategi Daya Saing Kerajinan Bordir*. Yogyakarta: Penerbit Deepublish
- Sutanto.1994. *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taufik, M., Akbar Kurniawan dan Alfi Rohmah P.2016.”Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). *Jurnal Teknik ITS* 5 (2): C78-C82.
- Undang-Undang Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.
- USGS.2018. Landsat 7. <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat/landsat-7?>. Tanggal akses 15 Maret 2020.
- Yasrebi, dkk. 2009. “Evaluation and Comparison of Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting Method for Prediction of Spatial Variability of Some Soil Chemical Parameters”. *Research Journal of Biological Science* 4 (1): 93-102
- Zakaria, Zulfiadi.2009. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Universitas Padjajaran.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Lembar Kuesioner Pak Yusuf Pegawai BPBD Kabupaten Banyuwangi

KUESIONER PENELITIAN

I. Umum

Bapak/Ibu yang terhormat,

Bersama ini saya menghampirkan kesediaan waktu Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. Pertanyaan yang ada di kuesioner ini bertujuan untuk melengkapi data penelitian dalam rangka penyusunan tugas akhir dengan judul:

EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)

Atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu, saya ucapkan terima kasih.

II. Identitas

Nama : YUSUF ERIF S.Ju

Pekerjaan : PHS

Tanda Tangan : [Signature]

III. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom skala kriteria A atau pada kolom skala kriteria B begitu juga dengan kriteria aspek fisik A dan kriteria aspek fisik B dan seterusnya sesuai dengan pendapat anda. Berikut tabel skala penilaian perbandingan.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertimbangan-pertimbangan yang berdekatan

Contoh:

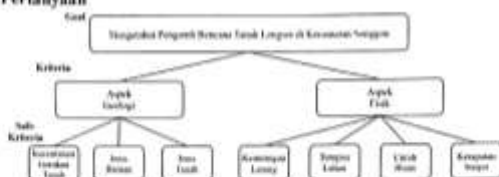
Dalam mengambil keputusan penentuan kawasan potensi tanah longsor maka diperlukan penilaian skala terhadap faktor yang menyebabkan tanah longsor. Berikut tabel pengisian skala perbandingan:

Kriteria A	SKALA									Kriteria B
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Curah hujan				✓						

Jika anda memberi tanda centang (✓) pada skala 3 di kolom kriteria A, maka artinya kriteria A yaitu curah hujan mempunyai pengaruh sedikit lebih penting dari kriteria B yaitu kemiringan lereng. Akan tetapi jika kriteria B yaitu kemiringan lereng mempunyai pengaruh sedikit lebih penting dibanding dengan kriteria A yaitu curah hujan maka pengisian kolomnya adalah sebagai berikut.

Kriteria A	SKALA									Kriteria B
	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Curah hujan						✓				

IV. Daftar Pertanyaan



Gambar 1. Diagram Hirarki Pembobotan AHP

Gambar diatas merupakan diagram hirarki untuk memudahkan responden dalam mengambil keputusan. Pengisian kuesioner ini dilakukan sebagai penentuan penyebab tanah longsor di kawasan Gunung Pendil, Kecamatan Songgon yang menyebabkan banjir bandang pada tanggal 22 Juni 2018 serta penentuan potensi tanah longsor di Kabupaten Banyuwangi dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Berikut tabel pengambilan keputusan kriteria.

Tabel 1 Daftar Pertanyaan Pengisian Kuesioner Kriteria

Kriteria	SKALA									Kriteria	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Aspek Fisik						√					Aspek Geologi

Berikut tabel pengambilan keputusan sub-kriteria

Tabel 2 Daftar Pertanyaan Kuisisioner Sub-kriteria Aspek Fisik

Kriteria Aspek Fisik	SKALA									Kriteria Aspek Fisik	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Kemiringan Lereng				√							Tutupan Lahan
Kemiringan Lereng					√						Curah Hujan
Kemiringan Lereng				√							Kerapatan Sungai
Tutupan Lahan							√				Curah Hujan
Tutupan Lahan							√				Kerapatan Sungai
Curah Hujan				√							Kerapatan Sungai

Tabel 3 Daftar Pertanyaan Kuisisioner Sub-kriteria Aspek Geologi

Kriteria Aspek Geologi	SKALA									Kriteria Aspek Geologi	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Kerentanan Gerakan Tanah			√								Jenis Batuan
Kerentanan Gerakan Tanah				√							Jenis Tanah
Jenis Batuan					√						Jenis Tanah

LAMPIRAN 2 Lembar Kuesioner Pak Anas Pegawai BPBD Kabupaten Banyuwangi

KUESIONER PENELITIAN

I. Umum

Bapak/Ibu yang terhormat,

Bersama ini saya mengharapkan kesediaan waktu Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. Pertanyaan yang ada di kuesioner ini bertujuan untuk melengkapi data penelitian dalam rangka penyusunan tugas akhir dengan judul:

EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)

Atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu, saya ucapkan terima kasih!

II. Identitas

Nama : *ANAS ALIFAH*

Pekerjaan : *KEPADA* *PE*

Tanda Tangan 

III. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom skala kriteria A atau pada kolom skala kriteria B begitu juga dengan kriteria aspek fisik A dan kriteria aspek fisik B dan seterusnya sesuai dengan pendapat anda. Berikut tabel skala penilaian perbandingan.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih mutlak penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertambahan-pertimbangan yang berdekatan

Contoh:

Dalam mengambil keputusan penentuan kawasan potensi tanah longsor maka diperlukan penilaian skala terhadap faktor yang menyebabkan tanah longsor. Berikut tabel pengisian skala perbandingan:

Kriteria A	SKALA									Kriteria B	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Curah hujan					✓						Kemiringan Lereng

Jika anda memberi tanda centang (✓) pada skala 3 di kolom kriteria A, maka artinya kriteria A yaitu curah hujan mempunyai pengaruh sedikit lebih penting dari kriteria B yaitu kemiringan lereng. Akan tetapi jika kriteria B yaitu kemiringan lereng mempunyai pengaruh sedikit lebih penting dibanding dengan kriteria A yaitu curah hujan maka pengisian kolomnya adalah sebagai berikut.

Kriteria A	SKALA									Kriteria B	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Curah hujan						✓					Kemiringan Lereng

IV. Daftar Pertanyaan



Gambar 1. Diagram Hirarki Pembobotan AHP

Gambar diatas merupakan diagram hirarki untuk memudahkan responden dalam mengambil keputusan. Pengisian kuisioner ini dilakukan sebagai penentuan penyebab tanah longsor di kawasan Gunung Pendil, Kecamatan Songgon yang menyebabkan banjir bandang pada tanggal 22 Juni 2018 serta pemetaan potensi tanah longsor di Kabupaten Banyuwangi dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Berikut tabel pengambilan keputusan kriteria.

Tabel 1 Daftar Pertanyaan Pengisian Kuisioner Kriteria

Kriteria	SKALA									Kriteria	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Aspek Fisik					✓						Aspek Geologi

Berikut tabel pengambilan keputusan sub-kriteria

Tabel 2 Daftar Pertanyaan Kuisioner Sub-kriteria Aspek Fisik

Kriteria Aspek Fisik	SKALA									Kriteria Aspek Fisik	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Kemiringan Lereng				✓							Tutupan Lahan
Kemiringan Lereng					✓						Curah Hujan
Kemiringan Lereng			✓								Kerapatan Sungai
Tutupan Lahan								✓			Curah Hujan
Tutupan Lahan					✓						Kerapatan Sungai
Curah Hujan			✓								Kerapatan Sungai

Tabel 3 Daftar Pertanyaan Kuisiner Sub-kriteria Aspek Geologi

Kriteria Aspek Geologi	SKALA									Kriteria Aspek Geologi	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Kerestanan Gerakan Tanah					√						Jenis Batuan
Kerestanan Gerakan Tanah					√						Jenis Tanah
Jenis Batuan					√						Jenis Tanah

LAMPIRAN 3 Lembar Kuesioner Pak Amien Dosen Teknik Geofisika ITS

KUESIONER PENELITIAN

I. Umum


Bapak/Ibu yang terhormat,

Bersama ini saya mengharapkan kesediaan waktu Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner sesuai dengan penilaian Bapak/Ibu. Pertanyaan yang ada di kuesioner ini bertujuan untuk melengkapi data penelitian dalam rangka penyusunan tugas akhir dengan judul:

EVALUASI POTENSI TANAH LONGSOR DI KAWASAN KABUPATEN BANYUWANGI MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DAN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) (STUDI KASUS: KECAMATAN SONGGON)

Atas bantuan dan perhatian Bapak/Ibu, saya ucapkan terima kasih:

II. Identitas

Nama : Amien Widodo
Pekerjaan : Dosen
Tanda Tangan : 

III. Petunjuk Pengisian

Berilah tanda centang (✓) pada kolom skala kriteria A atau pada kolom skala kriteria B begitu juga dengan kriteria aspek fisik A dan kriteria aspek fisik B dan seterusnya sesuai dengan pendapat anda. Berikut tabel skala penilaian perbandingan.

Intensitas Kepentingan	Keterangan
1	Kedua elemen sama pentingnya. Dua elemen mempunyai pengaruh yang sama besar
3	Elemen yang satu sedikit lebih penting daripada elemen yang lainnya
5	Elemen yang satu lebih penting daripada yang lainnya
7	Satu elemen jelas lebih penting daripada elemen lainnya
9	Satu elemen mutlak penting daripada elemen lainnya
2,4,6,8	Nilai-nilai antara dua nilai pertengahan-pertimbangan yang berdekatan

Contoh:

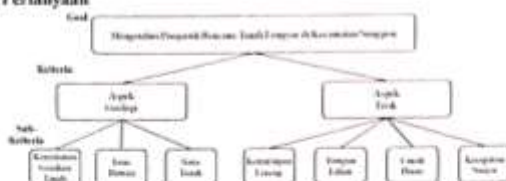
Dalam mengambil keputusan penentuan kawasan potensi tanah longsor maka diperlukan penilaian skala terhadap faktor yang menyebabkan tanah longsor. Berikut tabel pengisian skala perbandingan:

Kriteria A	SKALA									Kriteria B	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Curah hujan				✓							Kemiringan Lereng

Jika anda memberi tanda centang (✓) pada skala 3 di kolom kriteria A, maka artinya kriteria A yaitu curah hujan mempunyai pengaruh sedikit lebih penting dari kriteria B yaitu kemiringan lereng. Akan tetapi jika kriteria B yaitu kemiringan lereng mempunyai pengaruh sedikit lebih penting dibanding dengan kriteria A yaitu curah hujan maka pengisian kolomnya adalah sebagai berikut.

Kriteria A	SKALA									Kriteria B	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Curah hujan						✓					Kemiringan Lereng

IV. Daftar Pertanyaan



Gambar 1. Diagram Hirarki Pembobotan AHP

Gambar diatas merupakan diagram hirarki untuk memulihkan responden dalam mengambil keputusan. Pengisian kuesioner ini dilakukan sebagai penentuan penyebab tanah longsor di kawasan Gunggung Pendil, Kecamatan Songgong yang menyebabkan banjir bandang pada tanggal 22 Juni 2018 serta pemetaan potensi tanah longsor di Kabupaten Banyuwangi dengan metode *Analytical Hierarchy Process (AHP)*. Berikut tabel pengambilan keputusan kriteria.

Tabel 1 Daftar Pertanyaan Pengisian Kuesioner Kriteria

Kriteria	SKALA									Kriteria	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Aspek Fisik					✓						Aspek Geologi

Berikut tabel pengambilan keputusan sub-kriteria

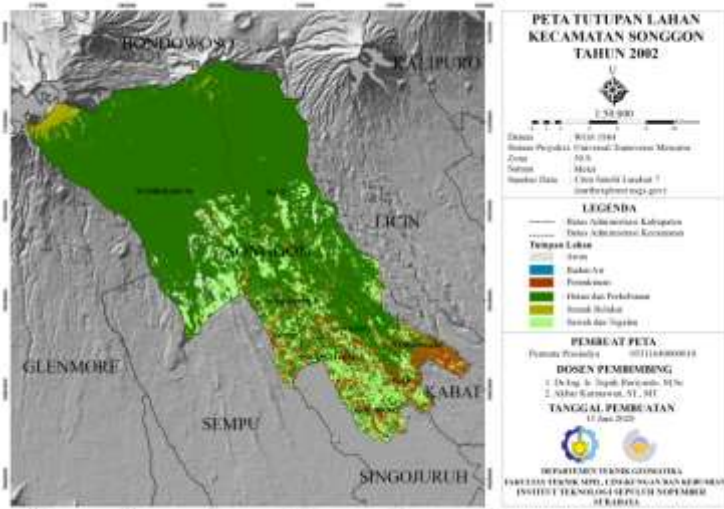
Tabel 2 Daftar Pertanyaan Kuisisioner Sub-kriteria Aspek Fisik

Kriteria Aspek Fisik	SKALA									Kriteria Aspek Fisik	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Kemiringan Lereng			✓								Tutupan Lahan
Kemiringan Lereng				✓							Curah Hujan
Kemiringan Lereng			✓								Kerapatan Sungai
Tutupan Lahan									✓		Curah Hujan
Tutupan Lahan							✓				Kerapatan Sungai
Curah Hujan				✓							Kerapatan Sungai

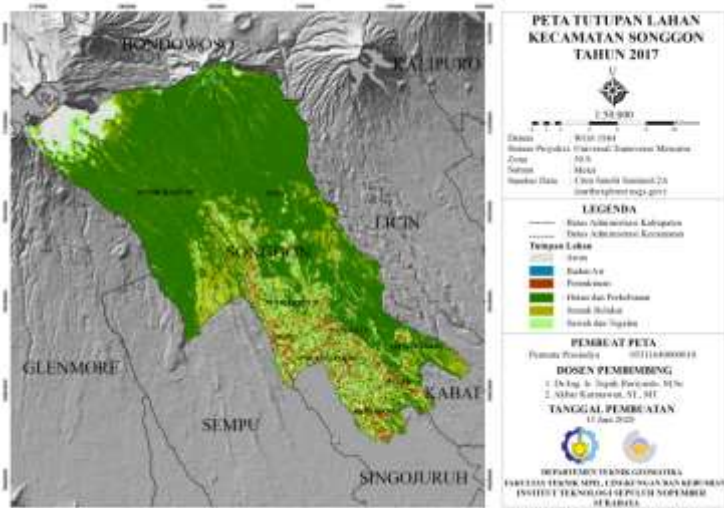
Tabel 3 Daftar Pertanyaan Kuisisioner Sub-kriteria Aspek Geologi

Kriteria Aspek Geologi	SKALA									Kriteria Aspek Geologi	
	9	7	5	3	1	3	5	7	9		
Kerentanan Gerakan Tanah				√							Jenis Batuan
Kerentanan Gerakan Tanah				√							Jenis Tanah
Jenis Batuan					√						Jenis Tanah

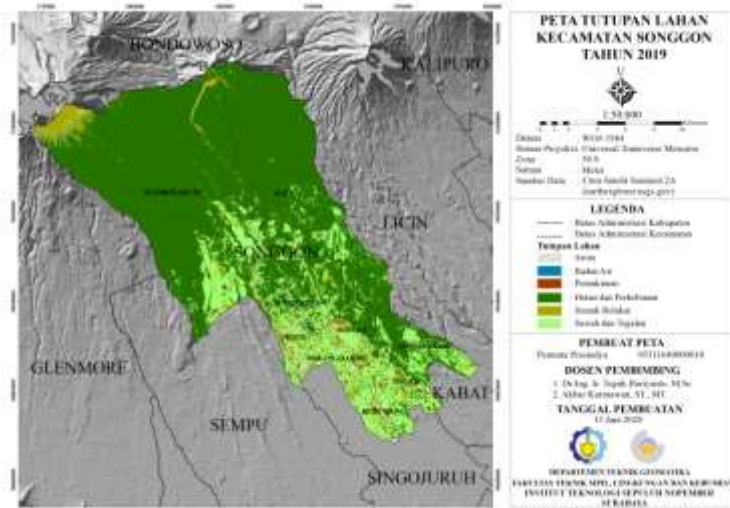
LAMPIRAN 4 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002



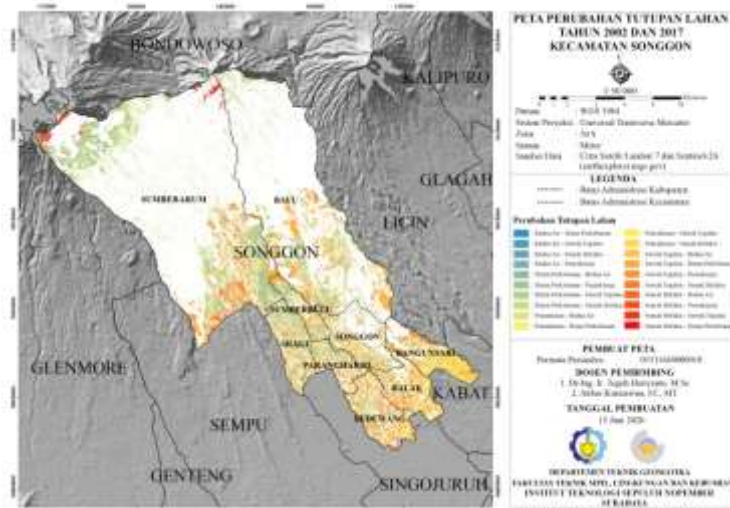
LAMPIRAN 5 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017



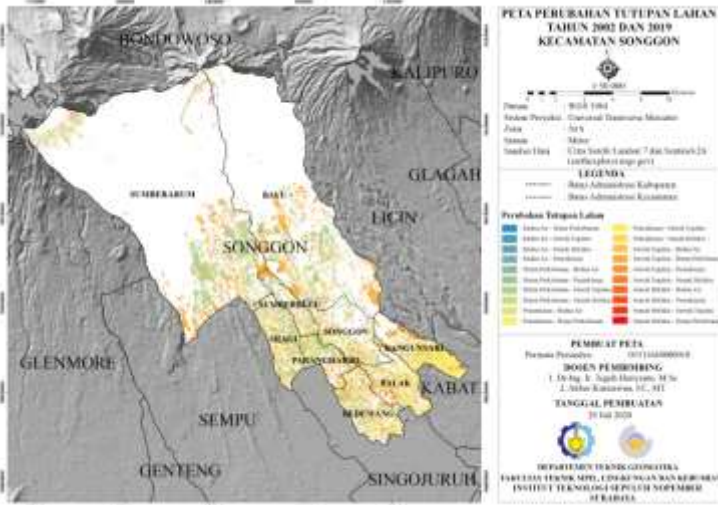
LAMPIRAN 6 Peta Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2019



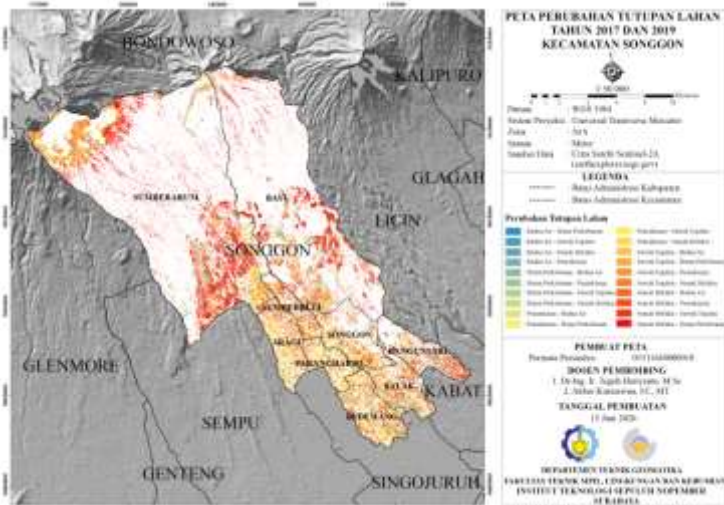
LAMPIRAN 7 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002-2017



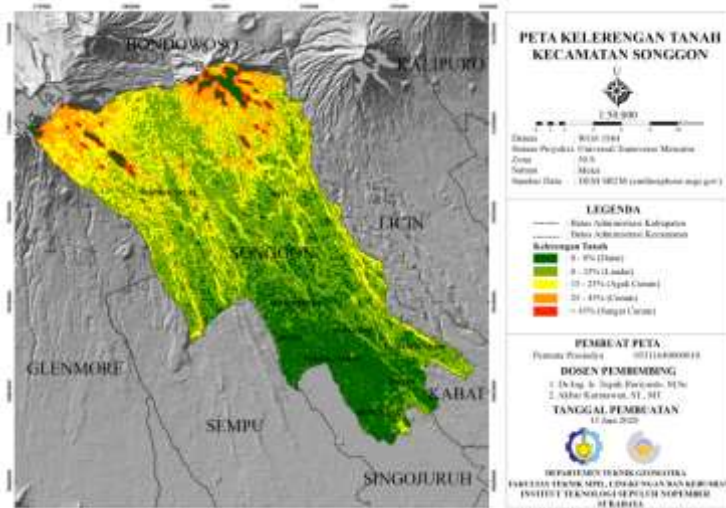
LAMPIRAN 8 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2002-2019



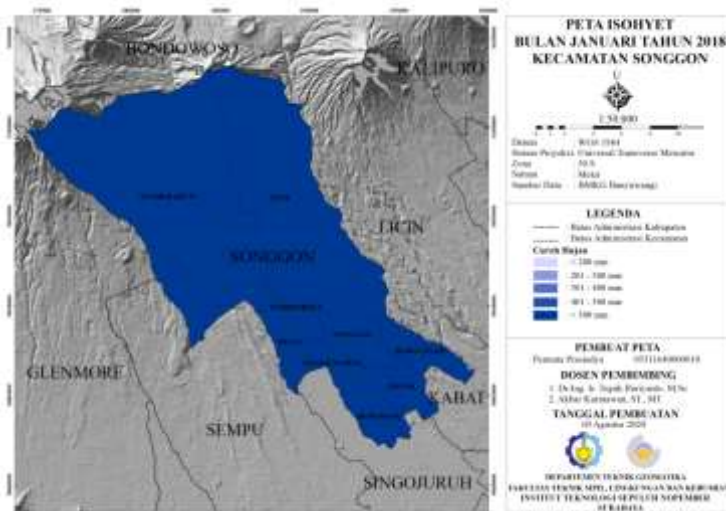
LAMPIRAN 9 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kecamatan Songgon Tahun 2017-2019



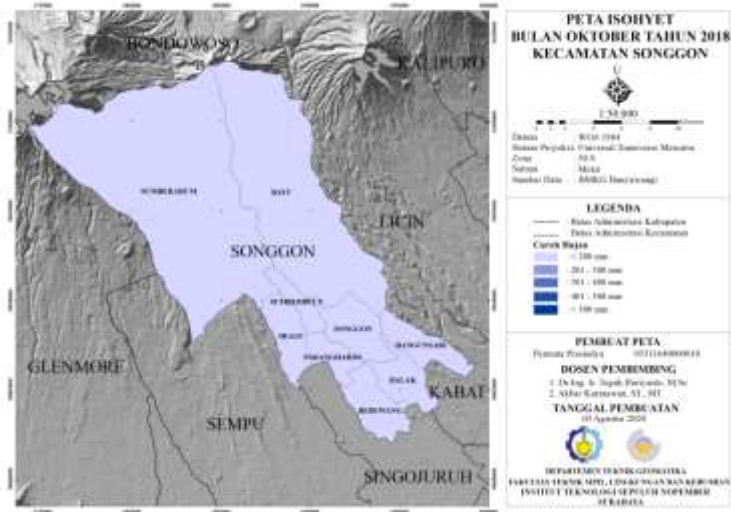
LAMPIRAN 10 Peta Kelerengan Tanah Kecamatan Songgon



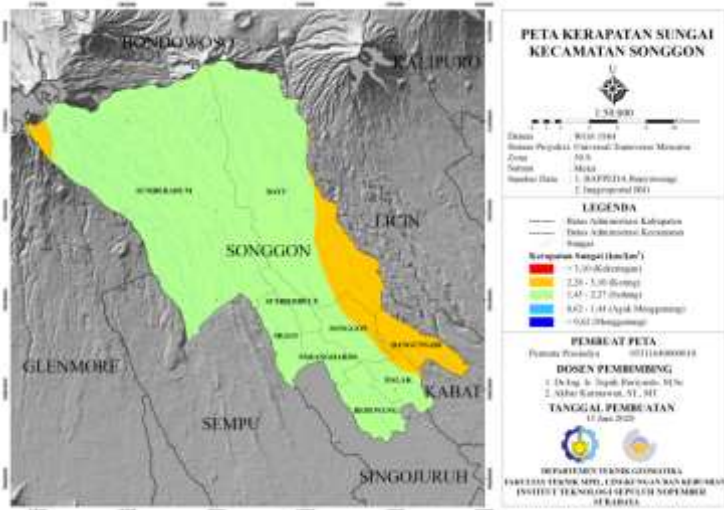
LAMPIRAN 11 Peta Isohyet Bulan Januari Kecamatan Songgon Tahun 2018



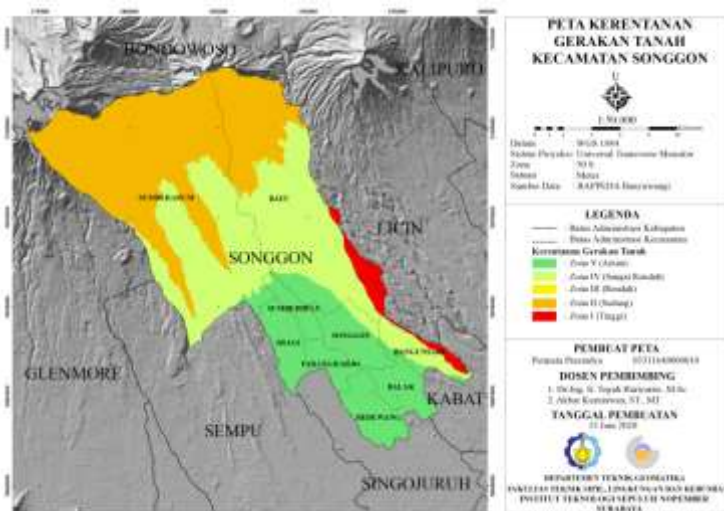
LAMPIRAN 12 Peta Isohyet Bulan Oktober Tahun 2018 Kecamatan Songgon



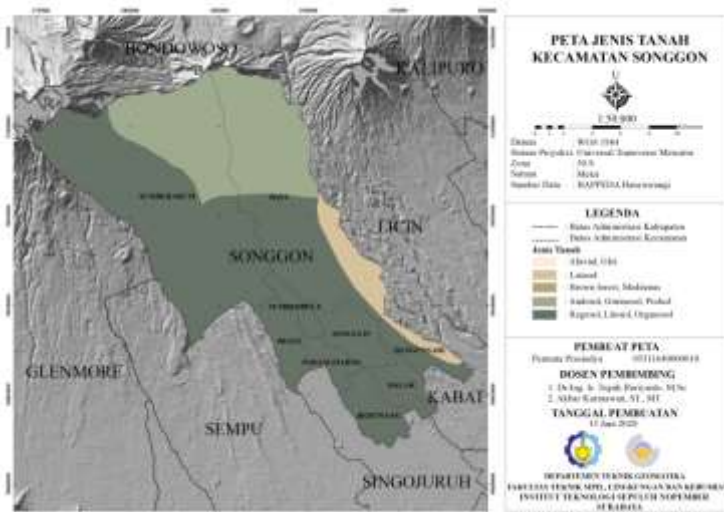
LAMPIRAN 13 Peta Kerapatan Sungai Kecamatan Songgon



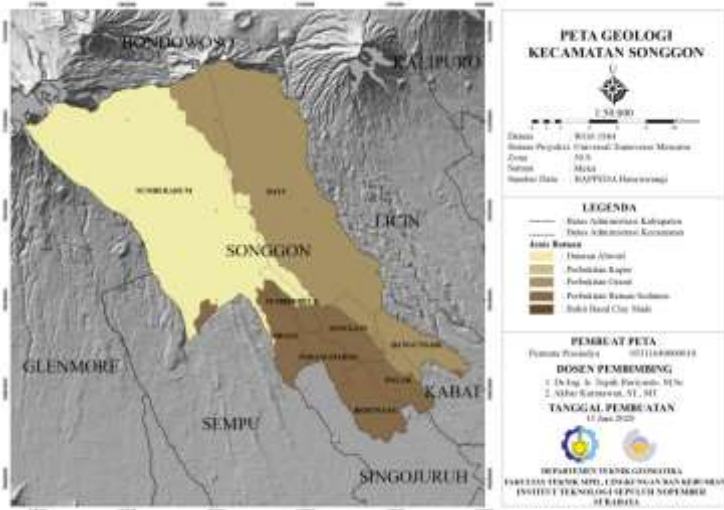
LAMPIRAN 14 Peta Kerentanan Gerakan Tanah Kecamatan Songgon



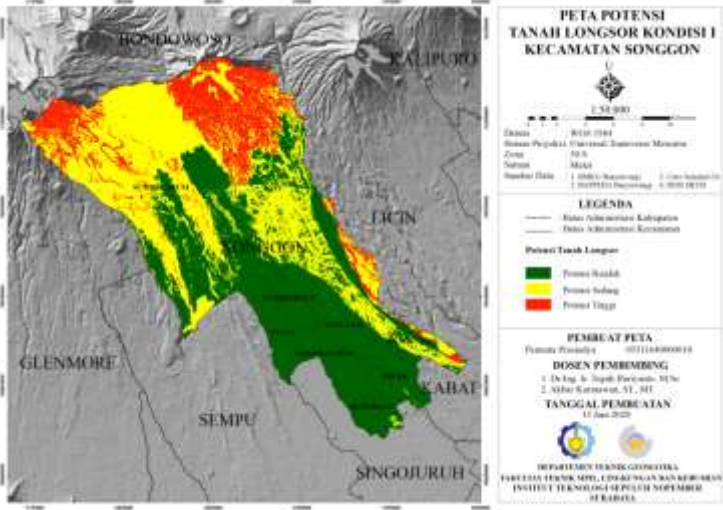
LAMPIRAN 15 Peta Jenis Tanah Kecamatan Songgon



LAMPIRAN 16 Peta Geologi Kecamatan Songgon



LAMPIRAN 17 Peta Potensi Tanah Longsor Kondisi I Kecamatan Songgon



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Banyuwangi, 10 Desember 1998, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Kartini Boyolangu, TK Islam Darul Falah, SDN Model, SMPN 1 Giri dan SMAN 1 Giri Kabupaten Banyuwangi. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di jenjang perguruan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan mengikuti jalur SNMPTN dan diterima di Teknik Geomatika pada tahun 2016, terdaftar dengan NRP 0331164000010. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif dalam kegiatan kemahasiswaan sebagai pengurus dari Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE) yaitu sebagai staff Divisi *Big Event* HIMAGE-ITS tahun 2017/2018 dan pengurus dari Unit Kegiatan Mahasiswa Tari dan Karawitan (UKTK) sebagai staff Departemen Tim Pusaka UKTK-ITS tahun 2017/2018. Selain itu, penulis juga cukup aktif dalam mengikuti pelatihan seperti PKTI, LKMW-TD, LKMM Pra-TD serta dalam bidang kepanitiaan, baik dalam kegiatan mahasiswa maupun seminar. Penulis juga memiliki pengalaman magang di Badan Pertanahan Nasional Banyuwangi dan Kerja Praktik di PT. Pertamina EP, Jakarta Pusat di fungsi ICT (*Information and Communication Technology*). Sebagai bentuk ketertarikannya pada Sistem Informasi Geografis serta sebagai syarat dalam penyelesaian studi jenjang Strata-1, penulis membuat judul Tugas Akhir yaitu “Evaluasi Potensi Tanah Longsor di Kawasan Kabupaten Banyuwangi Menggunakan Sistem Informasi Geografis dan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Studi Kasus: Kecamatan Songgon)”. Jika ada sesuatu yang ingin disampaikan, baik mengenai Tugas Akhir maupun saran dapat disampaikan kepada penulis melalui *e-mail* permata.prasindya@gmail.com.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”