



TUGAS AKHIR - RM184831

**PEMANFAATAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL UNTUK
IDENTIFIKASI POTENSI TANAH LONGSOR DI
LERENG GUNUNG BROMO
KABUPATEN PASURUAN**

RIZQI MALIK AKBAR
NRP 03311540000075

Dosen Pembimbing
Akbar Kurniawan ST., MT.

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



TUGAS AKHIR - RM184831

**PEMANFAATAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL UNTUK
IDENTIFIKASI POTENSI TANAH LONGSOR DI
LERENG GUNUNG BROMO
KABUPATEN PASURUAN**

RIZQI MALIK AKBAR
NRP 0331154000075

Dosen Pembimbing
Akbar Kurniawan ST., MT.

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RM184831

**IDENTIFICATION OF POTENTIAL LANDSLIDE
ON BROMO HILLSIDE IN PASURUAN USING
MULTI-TEMPORAL SATELIT IMAGERY
DATA**

RIZQI MALIK AKBAR
NRP 03311540000075

Supervisor
Akbar Kurniawan ST., MT.

GEOMATICS ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil, Planning, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMANFAATAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL UNTUK IDENTIFIKASI POTENSI
TANAH LONGSOR DI LERENG GUNUNG BROMO
KABUPATEN PASURUAN**

Nama Mahasiswa : Rizqi Malik Akbar
NRP : 0331154000075
Departemen : Teknik Geomatika
Dosen Pembimbing : Akbar Kurniawan ST., MT.

ABSTRAK

Tanah longsor merupakan sebuah bencana alam sering terjadi Indonesia. Tanah longsor disebabkan oleh gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Bencana tanah longsor. Bencana tanah longsor juga telah banyak merenggut korban jiwa yang dikarenakan lokasi tanah longsor yang biasanya tidak jauh dai pemukiman masyarakat. Minimnya informasi akan potensi bahaya tanah longsor juga menjadi penyebab masih banyaknya korban jiwa yang disebabkan oleh tanah longsor. Maka dari itu diperlukannya pemetaan wilayah yang berpotensi tanah longsor untuk mengurangi resiko bencana yang ditimbulkan oleh tanah longsor. Pada penelitian ini, penulis menawarkan pemetaan potensi bencana tanah longsor di lereng gunung bromo Kabupaten Pasuruan dengan memaanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis. Peta potensi tanah longsor diperoleh diperoleh dari pengolahan peta jenis tanah, peta kelerengan, peta curah hujan, peta indeks vegetasi yang merupakan parameter dari peta potensi tanah longsor. Parameter peta potensi tanah longsor diolah dan dianalisis menggunakan ilmu sistem informasi geografis. Metode yang digunakan adalah metode pembobotan dengan menggunakan 4 data parameter yang akan diklasifikasikan 5 kelas interval. Pada

penelitian ini menggunakan 3 periode waktu berbeda, yaitu tahun 2002, 2013, dan 2018 untuk mengindetikasi perubahan luasan potensi tanah longsor antar periodenya. Peta potensi tanah longsor nantinya akan diklasifikasikan kedalam 3 kelas interval yang diantaranya rendah, sedang, tinggi. Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari pemanfaatan ilmu penginderaan jauh dan instansi pemerintah. Pemanfaatan ilmu penginderaan jauh digunakan untuk mengolah peta indeks vegetasi yang berasal dari data citra satelit landsat 7 dan 8. Sedangkan, peta curah hujan, kelerengan, jenis tanah berasal dari data yang diperoleh dari instansi pemerintah.

Kata kunci: Tanah Longsor, Pembobotan, Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis

IDENTIFICATION OF POTENTIAL LANDSLIDE ON BROMO HILLSIDE IN PASURUAN USING MULTI TEMPORAL SATELIT IMAGERY DATA

Name : Rizqi Malik Akbar
NRP : 0331154000075
Department : Teknik Geomatika
Supervisor : Akbar Kurniawan ST., MT.

ABSTRACT

Landslides are a natural disaster that often occurs in Indonesia. Landslides are caused by the movement of soil or rock mass, or the mixing of both, down or out of the slope due to disruption of the stability of the soil or rocks making up the slope. Landslides. Landslides have also claimed many lives because of the location of landslides which are usually not far from community settlements. The lack of information about the potential for landslides is also the cause of many fatalities caused by landslides. Therefore a mapping of areas with potential landslides is needed to reduce the risk of disasters caused by landslides. In this study, the authors offer a mapping of potential landslides on the slopes of Mount Bromo Pasuruan Regency by utilizing remote sensing technology and geographic information systems. Landslide potential map obtained obtained from processing soil type maps, slope maps, rainfall maps, vegetation index maps which are parameters of a landslide potential map. Parameters of landslide potential maps are processed and analyzed using geographic information systems science. The method used is the scoring method using 4 parameter data which will be classified into 5 class intervals. In this study, using 3 different time periods, namely in 2002, 2013 and 2018 to indicate changes in the area of potential landslides between periods. Landslide potential map will be classified into 3 class intervals, including low, medium, high. The data used in this study were

obtained from the use of remote sensing and government agencies. Utilization of remote sensing is used to process vegetation index maps derived from Landsat 7 and 8 satellite imagery data. Meanwhile, maps of rainfall, slope, soil type are derived from data obtained from government agencies.

Keywords: Landslide, Scoring, Remote Sensing, Geographic Information System,

**PEMANFAATAN DATA CITRA SATELIT
MULTITEMPORAL UNTUK IDENTIFIKASI POTENSI
TANAH LONGSOR DI LERENG GUNUNG BROMO
KABUPATEN PASURUAN**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

RIZQI MALIK AKBAR
NRP. 0331154000075

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

I. Akbar Kurniawan ST., MT.

NIP. 1986 0518 2012 12 1002



SURABAYA, 10 AGUSTUS 2020

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur senantiasa saya haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang selalu melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Pemanfaatan Data Citra Satelit Multitemporal Untuk Identifikasi Potensi Tanah Longsor Di Lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan”** dengan lancar dan tepat pada waktunya. Laporan Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu prasyarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Sarjana Strata-1 di Departemen Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Tersusunnya Laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis Dradjat Latih Sutikno dan Siti Utami yang selalu memotivasi, mendoakan, memberikan dukungan baik secara moril maupun finansial selama menjalani masa perkuliahan dan pengerjaan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dinar Guruh Pratomo, ST, MT, Ph.D selaku Kepala Departemen Teknik Geomatika ITS.
3. Bapak Akbar Kurniawan, ST, MT sebagai dosen pembimbing dan dosen wali yang telah memberikan banyak pengarahan, bimbingan, ilmu, kesempatan, dan waktu, untuk membantu penulis.
4. Instansi Pemerintah Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur dan Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur. Terima kasih atas Bantuan untuk memperoleh data dalam menunjang Tugas Akhir penulis.
5. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta karyawan Teknik Geomatika ITS, yang telah memberikan semangat, harapan, dukungan, ilmu dan bimbingannya.

6. Seluruh teman-teman yang selalu memberikan semangat dan dukungan serta masukan yang membangun.
7. Serta berbagai pihak yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Laporan Tugas Akhir (TA) ini disusun sebagai penunjang untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan kepada para pembaca. Penulis mohon maaf jika masih terdapat kekurangan dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik maupun saran dari pembaca untuk perbaikan yang semestinya.

Surabaya, 10 Agustus 2020

Rizqi Malik Akbar

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II.....	5
2.1. Tanah Longsor.....	5
2.2. Penginderaan Jauh.....	7
2.3. Sistem Informasi Geografis	9
2.4. Citra Landsat	10
2.5. Koreksi Radiometrik	13
2.5. Koreksi Geometrik	14
2.7. Klasifikasi Citra.....	14
2.8. <i>Normalized Difference Vegetation Index (NVDI)</i>	15
2.8. Kemiringan Lereng.....	17
2.9. Curah Hujan.....	18
2.10. Jenis Tanah	18
2.10. Digitasi	18
2.11. Pembobotan.....	19
2.12. Analisis Spasial	21
2.13. Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Daerah Potensi Tanah Longsor	22
2.14. Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III	25

3.1.	Lokasi Penelitian	25
3.2	Data dan Peralatan	26
3.2.1.	Data	26
3.2.2.	Peralatan	26
3.2.	Metode Penelitian	27
3.3.1.	Tahapan Penelitian	27
BAB IV	.....	35
4.1.	Hasil.....	35
4.1.1.	Peta Klasifikasi Indeks Vegetasi	35
4.1.2.	Peta Klasifikasi Kelerengan	41
4.1.3.	Peta Klasifikasi Jenis Tanah.....	43
4.1.4.	Peta Klasifikasi Curah Hujan	44
4.1.5.	Peta Potensi Tanah Longsor	48
4.2.	Analisa Potensi Tanah Longsor	53
4.2.1.	Analisa Perubahan Luas Klasifikasi Indeks Vegetasi.....	53
4.2.2.	Analisa Perubahan Luas Klasifikasi Potensi Tanah Longsor.....	54
BAB V	.....	55
5.1.	Kesimpulan.....	55
5.2.	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA	.....	57
LAMPIRAN	.....	61
BIODATA PENULIS	.....	73

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh	8
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	25
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian	27
Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Peta Potensi Rawan Bencana Tanah Longsor	29
Gambar 4.1 Citra Landsat di Lokasi Penelitian Tahun 2002	36
Gambar 4.2 Citra Landsat di Lokasi Penelitian Tahun 2013	37
Gambar 4.3 Citra Landsat di Lokasi Penelitian Tahun 2018	37
Gambar 4.4 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2002	38
Gambar 4.5 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2013	39
Gambar 4.6 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2018	40
Gambar 4.7 DEMNAS Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.8 Peta Kelerengan.....	42
Gambar 4.9 Peta Jenis Tanah	43
Gambar 4.10 Peta Curah Hujan Tahun 2002.....	46
Gambar 4.11 Peta Curah Hujan Tahun 2013.....	47
Gambar 4.12 Peta Curah Hujan Tahun 2018.....	48
Gambar 4.13 Peta Potensi Tanah Longsor 2002	49
Gambar 4.14 Peta Potensi Tanah Longsor 2013	50
Gambar 4.15 Peta Potensi Tanah Longsor 2002	50
Gambar 4.16 Validasi Peta Potensi Longsor Tahun 2013.....	52

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Citra Landsat 7 dan Citra Landsat 8	12
Tabel 2.2 Parameter Pembobotan Tanah Longsor	20
Tabel 2.3 Tingkat Potensi Tanah Longsor	21
Tabel 4. 1 Luasan Indeks Vegetasi.....	40
Tabel 4.2 Luasan Jenis Tanah di Lokasi Penelitian	44
Tabel 4.3 Data Curah Hujan di Lokasi Penelitian	45
Tabel 4.4 Luasan Tingkat Potensi Tanah Longsor	51
Tabel 4.5 Data Kejadian Tanah Longsor Tahun 2013	51
Tabel 4.6 Data Hasil Nilai Pembobotan Parameter	53
Tabel 4.7 Tabel Perubahan Luasan Klasifikasi Indeks Vegetasi.	53
Tabel 4.8 Tabel Perubahan Luasan Klasifikasi Potensi Tanah Longsor.....	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Peta Indeks Vegetasi Tahun 2002	45
Lampiran 2	Peta Indeks Vegetasi Tahun 2013	45
Lampiran 3	Peta Indeks Vegetasi Tahun 2018	45
Lampiran 4	Peta Jenis Tanah	45
Lampiran 5	Peta Kelerengan	45
Lampiran 6	Peta Curah Hujan Tahun 2002	45
Lampiran 7	Peta Curah Hujan Tahun 2013	45
Lampiran 8	Peta Curah Hujan Tahun 2018	45
Lampiran 9	Peta Potensi Tanah Longsor Tahun 2002.....	45
Lampiran 10	Peta Potensi Tanah Longsor Tahun 2013.....	45
Lampiran 11	Peta Potensi Tanah Longsor Tahun 2018.....	45

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bencana alam adalah suatu peristiwa alam yang mengakibatkan dampak besar bagi populasi manusia. Peristiwa alam dapat berupa banjir, letusan gunung berapi, gempa bumi, tsunami, tanah longsor, dsb. Lemahnya informasi terhadap bencana alam mengakibatkan penduduk di daerah tersebut tidak mengetahui kondisi daerah yang mereka tempati. Selain itu perubahan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah-kaidah rencana tata ruang dapat mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan, degradasi lingkungan/kerusakan lingkungan serta berkurangnya sumberdaya alam (Rofiq 2018).

Tanah Longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Tanah longsor salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Tanah longsor terjadi karena ada gangguan kestabilan pada tanah/batuan penyusun lereng (Putri 2016). Lereng Gunung Bromo memiliki karakteristik jenis tanahnya berpasir, Sehingga di daerah lereng Gunung Bromo memiliki potensi terhadap bencana tanah longsor. Oleh karena itu perlu dilakukan analisa terhadap daerah yang berpotensi terjadi bencana alam tanah longsor. Kemudian dilakukan analisis spasial untuk mendapatkan hasil berupa peta daerah potensi bencana tanah longsor.

Bahaya tanah longsor dapat diidentifikasi melalui penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) (Isnawati, dkk 2009). Dengan melakukan pengolahan terhadap parameter penyebab longsor seperti curah hujan, jenis tanah, kelerengan, dan indeks vegetasi, nantinya akan diperkuat dengan menggunakan citra satelit resolusi menengah Landsat 7 dan Landsat 8 yang diperoleh dengan

memanfaatkan ilmu penginderaan jauh. Parameter tanah longsor beserta data pendukungnya diolah dan dianalisis menggunakan teknologi berbasis sistem informasi geografis. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah pembobotan dari setiap parameter yang digunakan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui wilayah yang berpotensi terhadap bencana tanah longsor, serta perubahan luasan potensi tanah longsor dengan luaran berupa peta potensi tanah longsor yang diharapkan mampu memberi informasi dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait dalam mengantisipasi dan mengurangi resiko akibat bencana alam. Oleh karena itu, penulis akan melakukan penelitian tugas akhir untuk menganalisis daerah potensi bencana tanah longsor lereng Gunung Bromo di Kabupaten Pasuruan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana proses memetakan potensi tanah longsor di lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan?
- b. Bagaimana perubahan luasan potensi tanah longsor antara tahun 2002, 2013, dan 2018 di lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Wilayah yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kecamatan Tosari, Tukur, Puspo, dan Lumbang di Kabupaten Pasuruan
- b. Data yang digunakan adalah Citra Landsat 7 tahun 2002, Landsat 8 tahun 2013 dan 2018, Data Curah Hujan tahun (2002, 2013, 2018), Data DEM Kabupaten Pasuruan, Peta

Jenis Tanah Kabupaten Pasuruan di lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan.

- c. Menggunakan metode pembobotan untuk analisa spasial dari parameter yang digunakan (Kelerengan, Jenis Tanah, Curah Hujan, dan Indeks Vegetasi) untuk mengetahui daerah yang berpotensi terjadi bencana tanah longsor.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir ini adalah sebagai berikut yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- a. Memetakan potensi tanah longsor di lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan.
- b. Menghitung perubahan luasan potensi tanah longsor antara tahun 2002, 2013, dan 2018 di lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah mampu memberikan informasi mengenai tingkat daerah yang berpotensi terjadi bencana tanah longsor lereng Gunung Bromo di Kabupaten Pasuruan serta dapat digunakan sebagai pertimbangan masyarakat dan instansi terkait dalam penanggulangan bencana tanah longsor yang terjadi di Lereng Gunung Bromo.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah Longsor

Tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau keluar lereng. Proses terjadinya tanah longsor dapat diterangkan sebagai berikut : air yang meresap ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai tanah kedap air yang berperan sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah pelapukan di atasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar lereng (Badan Geologi 2010)

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. Adapun beberapa faktor-faktor penyebab terjadinya tanah longsor diantaranya adalah hujan, lereng terjal, tanah yang kurang padat dan tebal, batuan yang kurang kuat, jenis tata lahan, getaran, susut muka air danau atau bendungan, adanya beban tambahan, pengikisan/erosi, adanya material timbunan pada tebing, bekas longsor lama, adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung), penggundulan hutan, dan daerah pembuangan sampah (Badan Geologi 2010).

Gejala umum terjadinya tanah longsor berupa munculnya retakan-retakan pada lereng yang sejajar dengan arah tebing, setelah hujan, munculnya mata air baru, perapuhan tebing dan kerikil yang mulai berjatuhan. Adapun penyebab terjadinya tanah longsor yaitu :

1. Hujan
2. Lereng terjal
3. Tanah yang kurang padat dan tebal

4. Batuan yang kurang kuat
5. Jenis tata lahan
6. Getaran
7. Susut muka air danau atau bendungan
8. Adanya beban tambahan diatas tanah
9. Pengikisan/erosi
10. Adanya material timbunan pada tebing
11. Longsoran lama yang tidak ada tindak lanjut
12. Adanya bidang diskontinuitas (bidang tidak sinambung)
13. Penggundulan hutan
14. Daerah pembuangan sampah
15. Dan adanya pemotongan lereng

Longsor dibagi menjadi 6 jenis antara lain pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah, dan aliran bahan rombakan. Jenis longsoran translasi dan rotasi paling banyak terjadi di Indonesia. Sedangkan longsoran yang paling banyak menimbulkan korban jiwa manusia adalah aliran bahan rombakan (PVMBG 2005).

- a. Longsoran translasi
Longsoran translasi merupakan massa tanah dan batuan yang bergerak pada bidang gelincir dalam bentuk rata atau menggelombang landai.
- b. Longsoran rotasi
Longsoran rotasi merupakan massa tanah dan batuan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk cekung.
- c. Pergerakan blok
Pergerakan blok merupakan batuaan yang bergerak pada bidang gelincir berbentuk rata. Longsoran ini juga disebut longsoran translasi batu.
- d. Runtuhan batu
Jenis longsoran ini terjadi ketika sejumlah besar batuan atau material lain bergerak ke bawah dengan cara jatuh bebas. Longsoran runtuhan batu biasa terjadi pada lereng yang terjal hingga menggantung terutama di daerah

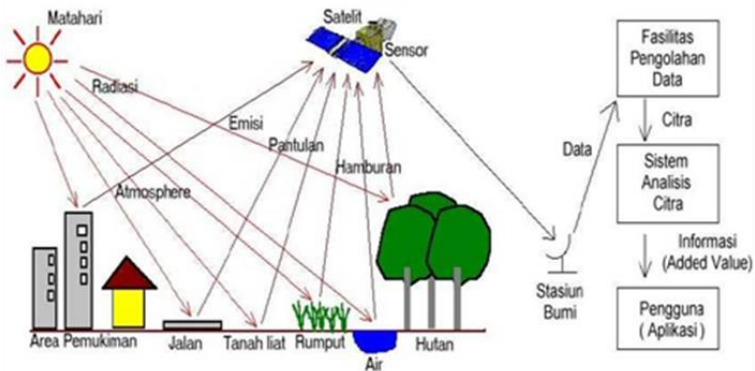
- pantai. Batu-batu besar yang jatuh dapat menyebabkan kerusakan yang parah
- e. Rayapan tanah
Rayapan tanah merupakan kejadian longsor yang bergerak lambat. Jenis materialnya berupa tanah kasar dan halus. Jenis longsor ini dapat menyebabkan tiang listrik, pohon dan rumah menjadi miring ke bawah.
 - f. Aliran bahan rombakan
Jenis tanah longsor ini terjadi ketika massa tanah bergerak didorong oleh air. Kecepatan gerakannya tergantung pada kemiringan lereng, volume dan tekanan air, dan jenis materialnya.

2.2. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu subjek, daerah, atau fenomena melalui analisa data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand dan Kiefer 1997). Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah penggunaan gelombang radiasi elektromagnetik untuk memperoleh informasi tentang lautan, daratan dan atmosfer tanpa kontak langsung dengan obyek, permukaan atau fenomena yang dikaji (Martin 2004). Data penginderaan jauh dapat berupa citra, grafik dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek daerah atau fenomena yang diteliti. Interpretasi citra atau penafsiran citra penginderaan jauh dilakukan untuk mengidentifikasi obyek yang tergambar dalam citra dan menilai arti pentingnya obyek tersebut.

Empat komponen dasar dari sistem penginderaan jauh adalah obyek, sumber energi, alur transmisi, dan sensor. Komponen dalam sistem ini berkerja bersama untuk mengukur dan mencatat informasi mengenai target tanpa menyentuh obyek tersebut. Sumber energi yang menyinari

atau memancarkan energi elektromagnetik pada target mutlak diperlukan. Energi berinteraksi dengan target dan sekaligus berfungsi sebagai media untuk meneruskan informasi dari target kepada sensor. Sensor adalah sebuah alat yang mengumpulkan dan mencatat radiasi elektromagnetik. Setelah dicatat, data akan dikirimkan ke stasiun penerima dan diproses menjadi format yang siap pakai, diantaranya berupa citra. Citra ini kemudian diinterpretasi untuk menyarikan informasi mengenai target.



Gambar 2.1 Sistem Penginderaan Jauh
(Sumber : Purwadhi dan Tjaturahono 2008)

Penginderaan jauh yang merupakan teknik perekaman data menggunakan sensor sebagai alat perekam obyek bumi. Sensor dipasang pada wahana (platform) dan letaknya jauh dari obyek yang diamati, maka diperlukan tenaga elektromagnetik yang dipancarkan atau dipantulkan oleh obyek tersebut. Sensor terbatas kemampuannya untuk mengidentifikasi obyek kecil. Batas kemampuan memisahkan setiap obyek dinamakan resolusi. Resolusi citra satelit merupakan indikator tentang kemampuan sensor atau kualitas sensor dalam merekam obyek. Resolusi satelit terbagi

menjadi lima (5), yang biasa digunakan sebagai parameter kemampuan sensor satelit (Purwadhi 2001), yaitu:

1. Resolusi Spasial
Merupakan ukuran obyek terkecil yang masih dapat disajikan, dibedakan dan dikenali pada citra. Semakin kecil ukuran obyek yang dapat terekam, maka semakin baik kualitas sensornya.
2. Resolusi Spektral Merupakan daya pisah obyek berdasarkan besarnya spectrum elektromagnetik yang digunakan untuk perekaman data.
3. Resolusi Radiometrik
Kemampuan sistem sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil kekuatan sinyal.
4. Resolusi Temporal
Perbedaan kenampakan yang masih dapat dibedakan dalam waktu perekaman ulang
5. Resolusi Termal
Yaitu keterbatasan sensor penginderaan jauh yang merekam pancaran tenaga termal atau perbedaan suhu yang masih dapat dibedakan oleh sensor penginderaan jauh secara termal.

2.3. Sistem Informasi Geografis

SIG merupakan suatu sistem yang mengorganisir perangkat keras (*Hardware*), perangkat lunak (*Software*), dan data, serta dapat mendaya-gunakan sistem penyimpanan, pengolahan, maupun analisis data secara simultan, sehingga dapat diperoleh informasi yang berkaitan dengan aspek keruangan. Juga merupakan manajemen data spasial dan non-spasial yang berbasis komputer dengan tiga karakteristik dasar, yaitu: (i) mempunyai fenomena aktual (variabel data non-lokasi) yang berhubungan dengan topik permasalahan di lokasi bersangkutan; (ii) merupakan suatu kejadian di suatu lokasi; dan (iii) mempunyai dimensi waktu. (Husein 2006).

Didalam SIG, terdapat 2 jenis data, yaitu: data geografis (spasial dimensi) dan data atribut (non spasial dimensi). SIG merupakan penggabungan data spasial dan data atribut yang ditampilkan secara bersama-sama, sehingga memberikan kemudahan dalam melakukan analisa. Data spasial merupakan data yang paling penting dalam SIG. Data spasial dapat direpresentasikan dalam dua format yaitu:

1. Data vektor Pada sistem vektor (*vektor based system*), semua unsur-unsur geografi disajikan dalam 3 konsep topologi yaitu : titik (*point*), garis (*line*) dan area (*polygon*). Unsur-unsur geografi tersebut disimpan dalam bentuk pasangan koordinat, sehingga letak titik, garis, dan area dapat digambar sedemikian akurat. Bentuk kenampakan (*feature*) titik, garis, dan area dihubungkan dengan data atribut dengan menggunakan suatu pengenal (*identity/user-ID*). Bentuk dasar representasi data spasial didalam model data vektor, didefinisikan oleh sistem koordinat kartesian dua dimensi (x,y).
2. Data raster Pada sistem raster, fenomena geografi disimpan dalam bentuk *pixel (grid/raster/cell)* yang sesuai dengan kenampakan. Setiap pixel mempunyai referensi pada kolom baris yang berisi satu nilai yang mewakili satu fenomena geografi. Pada sistem ini titik dinyatakan dalam bentuk grid atau sel tunggal, garis dinyatakan dengan beberapa sel yang mempunyai arah dan poligon dinyatakan dalam beberapa sel. Contoh data raster adalah citra satelit. (Prahasta 2009).

2.4. Citra Landsat

Landsat 1 yang awalnya bernama *Earth Resources Technology Satellite* 1 diluncurkan 23 Juli 1972 dan mulai beroperasi sampai 6 Januari 1978. Generasi penerusnya, Landsat 2 diluncurkan 22 Januari 1975 yang beroperasi

sampai 22 Januari 1981. Landsat 3 diluncurkan 5 Maret 1978 berakhir 31 Maret 1983. Landsat 4 diluncurkan 16 Juli 1982. dihentikan 1993. Landsat 5 diluncurkan 1 Maret 1984 masih berfungsi sampai dengan saat ini namun mengalami gangguan berat sejak November 2011, akibat gangguan ini, pada tanggal 26 Desember 2012, USGS (*United States Geological Surveys*) mengumumkan bahwa Landsat 5 akan dinonaktifkan. Berbeda dengan 5 generasi pendahulunya, Landsat 6 yang telah diluncurkan 5 Oktober 1993 gagal mencapai orbit. Sementara Landsat 7 yang diluncurkan April 15 Desember 1999, masih berfungsi walau mengalami kerusakan sejak Mei 2003. Sebenarnya landsat 8 lebih cocok disebut sebagai satelit dengan misi melanjutkan landsat 7 dari pada disebut sebagai satelit baru dengan spesifikasi yang baru pula. Ini terlihat dari karakteristiknya yang mirip dengan landsat 7, baik resolusinya (spasial, temporal, spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Hanya saja ada beberapa tambahan yang menjadi titik penyempurnaan dari landsat 7 seperti jumlah kanal, rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang dapat ditangkap sensor serta nilai bit (rentang nilai *Digital Number*) dari tiap piksel citra (LAPAN 2013). Berikut ini adalah gambar tabel perbandingan kanal dan rentang spektrum gelombang pada landsat 7 dengan landsat 8.

Tabel 2.1 Spesifikasi Citra Landsat 7 dan Citra Landsat 8 (LAPAN 2013)

OLI (Landsat 8)			ETM+ (Landsat 7)		
Nomer Kanal Spectral	Panjang Gelombang (μm)	GSD (m)	Nomer Kanal Spectral	Panjang Gelombang (μm)	GSD (m)
8 (PAN)	0.500 - 0.680	15	8 (PAN)	0.52 - 0.90	15
1	0.433 - 0.453	30			
2	0.450 - 0.515	30	1	0.45 - 0.52	30
3	0.525 - 0.600	30	2	0.53 - 0.61	30
4	0.630 - 0.680	30	3	0.63 - 0.69	30
			4	0.78 - 0.90	30
5	0.845 - 0.885	30			
9	1.360 - 1.390	30			
6	1.560 - 1.660	30	5	1.55 - 1.75	30
7	2.100 - 2.300		7	2.09 - 2.35	30
Kemampuan Pecitraan OLI Tidak Termasuk Thermal			6 (TIR)	10.40 - 12.50	60

Satelit landsat 8 memiliki sensor Onboard Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS) dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Diantara kanal-kanal tersebut, 9 kanal (kanal 1-9) berada pada OLI dan 2 lainnya (kanal 10 dan 11) pada TIRS. Seperti dipublikasikan oleh USGS, satelit landsat 8 terbang dengan ketinggian 705 km dari permukaan bumi dan memiliki area scan seluas 170 km x 183 km (mirip dengan landsat versi sebelumnya). NASA (National Aeronautics and Space Administration) sendiri menargetkan satelit landsat versi terbarunya ini mengemban misi selama 5 tahun beroperasi (sensor OLI dirancang 5 tahun dan sensor TIRS 3 tahun). Tidak menutup kemungkinan umur produktif landsat 8 dapat lebih panjang dari umur yang dicanangkan sebagaimana terjadi pada landsat 5 (TM) yang awalnya ditargetkan hanya beroperasi 3 tahun namun ternyata sampai tahun 2012 masih bias

berfungsi. Satelit ini mulai menyediakan produk citra open access sejak tanggal 30 Mei 2013, menandai perkembangan baru dunia antariksa. NASA (National Aeronautics and Space Administration) lalu menyerahkan satelit LDCM (Landsat Data Continuity Mission) kepada USGS (United States Geological Surveys) sebagai pengguna data terhitung 30 Mei tersebut. Satelit ini kemudian lebih dikenal sebagai Landsat 8. Pengelolaan arsip data citra masih ditangani oleh EROS (Earth Resources Observation and Science) Center. Landsat 8 hanya memerlukan waktu 99 menit untuk mengorbit bumi dan melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari sekali. Resolusi temporal ini tidak berbeda dengan landsat versi sebelumnya. Landsat 8 merupakan kelanjutan dari misi Landsat yang untuk pertama kali menjadi satelit pengamat bumi sejak 1972 (LAPAN 2013).

2.5. Koreksi Radiometrik

Kesalahan radiometrik adalah kesalahan berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar pada citra, agar mendekati nilai yang sebenarnya (Purwadhi 2001). Faktor dari kesalahan radiometrik antara lain :

1. Kesalahan pada sistem optik disebabkan oleh bagian optik pembentuk citra buram atau perubahan kekuatan sinyal
2. Kesalahan karena gangguan radiasi elektromagnetik pada atmosfer bisa berupa pengaruh hamburan dan serapan, amplitude yang tidak linier, terjadinya noise saat transmisi data
3. Faktor sudut elevasi matahari menyebabkan perubahan pencahayaan pada permukaan bumi dan perubahan radiasi dari permukaan objek karena perubahan sudut pengamatan sensor.

2.5 Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik merupakan suatu koreksi yang dilakukan untuk mengeliminasi distorsi atau kesalahan geometrik pada suatu citra. Distorsi geometrik pada citra dikelompokkan menjadi dua yaitu distorsi sistematis dan distorsi acak. Kesalahan sistematis merupakan kesalahan yang dapat diperkirakan sebelumnya, seperti kesalahan akibat sudut pandang sensor, gerakan satelit, kelengkungan bumi dan rotasi bumi. Kesalahan acak merupakan kesalahan yang tidak dapat diperkirakan sebelumnya, seperti gerakan sensor dan beda tinggi objek (Ginting 2004). Adapun tujuan koreksi geometrik adalah :

1. Melakukan rektifikasi (perbaikan) dan restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografi.
2. Registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau melakukan transformasi koordinat citra pada sistem koordinat yang ditentukan.

2.7. Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra merupakan suatu proses pengolahan citra yang bertujuan untuk mengelompokkan atau melakukan segmentasi terhadap kenampakan yang homogen dengan metode kuantitatif (Purwadhi 2001). Prosedur klasifikasi digital bertujuan untuk mengklasifikasi secara otomatis dari semua nilai piksel citra ke dalam kelas tutupan lahan atau tema tertentu. Ada tiga cara dalam melakukan klasifikasi citra secara digital, yaitu :

1. Klasifikasi terselia Melakukan klasifikasi dengan pemilihan kategori yang diinginkan dan membuat *training area* untuk setiap kategori tutupan lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. Proses klasifikasi ini digunakan pada data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik. Identifikasi polanya secara

otomatik dengan bantuan komputer. Klasifikasi terselia dibagi menjadi tiga, yaitu klasifikasi berdasarkan jarak minimum rata-rata kelas, klasifikasi berdasarkan strategi *parallelepiped* dan klasifikasi berdasarkan fungsi normal Gauss.

2. Klasifikasi tak terselia Klasifikasi ini dilakukan dengan menggunakan algoritma untuk menganalisis sejumlah piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Adapun kelas yang dihasilkan berupa kelas spektral.
3. Klasifikasi hibrida Teknik klasifikasi hibrida merupakan analisis klasifikasi tak terselia dengan kategori informasi yang cocok dengan referensi. Pendekatan ini menyertakan analisis terselia dan tak terselia dengan menggunakan analisis *training sample* yang diambil dari kluster hasil klasifikasi tak terselia dan menghasilkan kluster terselia (*controlled clustering*). Teknik hibrida juga dapat dilakukan dengan dua macam teknik terselia. Pendekatan teknik hibrida biasanya lebih sulit sebab ditemukan beberapa kelas spektral yang tercampur (Purwadhi 2001).

2.8. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Kerapatan vegetasi adalah satu aspek yang mempengaruhi karakteristik vegetasi dalam citra. Kerapatan vegetasi umumnya diwujudkan dalam bentuk persentase untuk mengetahui tingkat suatu kerapatan vegetasi. Dalam sebuah penelitian untuk mengetahui sejauh mana hubungan kerapatan vegetasi terhadap pantulan spektralnya dengan analisis digital pada data Landsat ditemukan korelasi positif sebesar $> 0,9$ antar indeks vegetasi dengan kerapatan vegetasi hutan daerah penelitian (Fadhly 2010).

Nilai indeks vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil dari pengolahan citra menggunakan

transformasi Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). Nilai indeks vegetasi ini dihitung sebagai rasio antara pantulan yang terukur dari band merah (R) dan band infra-merah (didekati oleh band NIR). Penggunaan kedua band ini banyak dipilih sebagai parameter indeks vegetasi karena hasil ukuran dari band ini dipengaruhi oleh penyerapan klorofil, peka terhadap biomassa vegetasi, serta memudahkan dalam pembedaan antara lahan bervegetasi, lahan terbuka, dan air. Hasil antara band merah dan infra-merah menghasilkan perbedaan yang maksimum antara vegetasi dan tanah. Nilai-nilai asli yang dihasilkan NDVI selalu berkisar antara -1 hingga +1 (Danoedoro 2012).

Nilai-nilai asli antara -1 hingga +1 hasil dari transformasi NDVI ini mempunyai presentasi yang berbeda pada penggunaan lahanya. Nilai-nilai NDVI disekitar 0.0 biasanya mempresentasikan penggunaan lahan yang mengandung unsur vegetasi sedikit sampai tidak mempunyai vegetasi sama sekali. NDVI ini merupakan nilai yang diperoleh dari gabungan beberapa spektral band spesifik dari citra penginderaan jauh. Gelombang indeks vegetasi diperoleh dari energi yang dipancarkan oleh vegetasi pada citra penginderaan jauh untuk menunjukkan ukuran kehidupan dan jumlah dari suatu tanaman. Transformasi NDVI mengikuti persamaan (2.1)

$$NDVI = \frac{NIR-red}{NIR+red} \quad (2.1)$$

NIR = Nilai Indeks Band Merah

Red = Band Infra Merah

Oleh karena itu spektrum NIR merupakan wilayah berkarakteristik *high reflectance* dan *red* adalah wilayah maksimum absorsi (*minimum reflectance*) dedaunan, maka nilai NDVI vegetasi akan selalu positif dan berbanding langsung dengan biomassa daun per satuan luas. Indeks vegetasi merupakan suatu algoritma yang ditetapkan

terhadap citra (biasanya pada citra multisaluran) untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi ataupun aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan, misalnya biomassa, Leaf Area Index (LAI), konsentrasi klorofil, dan sebagainya. Secara praktis, indeks vegetasi ini merupakan suatu transformasi matematis yang melibatkan beberapa saluran sekaligus, dan menghasilkan citra baru yang lebih representative dalam menyajikan fenomena vegetasi (Danoedoro 2012).

2.8. Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan perbandingan presentasi antara jarak vertikal (ketinggian lahan) dengan jarak horisontal (panjang jarak datar) (Suherlan 2001).

Kemiringan lereng dinyatakan dalam derajat atau persen. Dua titik yang berjarak horisontal seratus meter mempunyai selisih tinggi sepuluh meter membentuk lereng 10%. Kecuraman lereng seratus persen sama dengan kecuraman lereng 45⁰. Selain memperbesar jumlah aliran permukaan, makin curam lereng makin memperbesar kecepatan aliran permukaan. Selain dari itu semakin curam lereng juga akan memperbesar jumlah butiran tanah yang terangkut ke bawah (Sugiharyanto, dkk 2009).

Penentuan nilai kemiringan lereng (slope) mulai dari nol sampai tak hingga. Dalam menentukan angka persen dari kemiringan lereng yaitu beda tinggi dari suatu tempat dibagi jarak di lapangan (jarak horisontal) dikalikan 100% yang dinyatakan dalam persamaan (2.2).

$$Slope(\%) = \frac{\text{Beda Tinggi}}{\text{Jarak di Lapangan}} \times 100\% \quad (2.2)$$

Kemiringan lereng sangat berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor. Semakin besar nilai kemiringan lereng suatu tempat maka semakin rentan pula akan timbulnya tanah longsor.

2.9. Curah Hujan

Curah hujan adalah tinggi permukaan air hujan yang jatuh pada permukaan datar dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap dan tidak mengalir. Nilai satu millimeter curah hujan adalah tinggi air hujan yang jatuh dalam bidang datar seluas satu meter persegi dengan asumsi tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Indonesia yang berpulau-pulau dan terletak di wilayah tropis memiliki curah hujan tahunan yang tinggi, akan semakin tinggi nilai curah hujan di wilayah pegunungan. Curah hujan yang tinggi ini umumnya merupakan produk dari proses konveksi dan pembentukan awan hujan panas (Mulyono 2014).

2.10. Jenis Tanah

Tanah (soil) merupakan lapisan teratas dari bumi. Tanah sangat penting bagi manusia karena kehidupan manusia berada di atasnya. Tanah terbentuk dari bebatuan yang mengalami pelapukan. Proses pelapukan ini terjadi dalam waktu yang lama bahkan hingga ratusan tahun. Pelapukan batuan menjadi tanah juga dibantu dengan beberapa mikroorganisme, perubahan suhu dan air. Jenis tanah dari satu daerah dengan daerah lainnya berbeda tergantung dari komponen yang ada di dalam daerah tersebut.

Adapun jenis-jenis tanah yang ada di Indonesia adalah sebagai berikut : Organosol (Tanah Gambut/Tanah Organik), alluvial, regosol, litosol, latosol, grumosol, podsolik merah kuning, podsol, andosol, mediteran merah kuning, hodmurf kelabu (gleisol), dan tanah sawah (Sugiharyanto, dkk 2009).

2.10. Digitasi

Digitasi adalah proses pengubahan data grafis analog menjadi data grafis digital, dalam struktur vektor. Pada struktur vektor ini data disimpan dalam bentuk titik (*point*),

garis (*lines*) atau segmen, data poligon (*area*) secara matematis-geometris (Lo 1986). Contoh tipe data titik adalah kota, lapangan terbang, pasar. Tipe data garis diantaranya adalah sungai, jalan, kontur topografik. Tipe data poligon/area antara lain ditunjukkan oleh bentuk-bentuk penggunaan lahan, klasifikasi tanah, daerah aliran sungai. Tipe-tipe data geografis tersebut dapat saling berinteraksi atau berinteraksi dengan data lain. Misal, data penggunaan lahan dapat berinteraksi dengan data jenis tanah. Pada beberapa perangkat lunak SIG berbasis *Windows*, seperti *Map Info* dan *ArcView*, digitasi dapat dilakukan pada tampilan peta screen monitor komputer, yang merupakan display data hasil penyiaman. Digitasi dalam hal ini lebih dikenal dengan istilah *stretching*.

2.11. Pembobotan

Pembobotan 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 pembobotan/skor pada setiap paramater bencana tanah longsor di daerah penelitian.

Pembobotan dilakukan untuk setiap data yang telah diolah (indeks vegetasi, kelerengan, curah hujan, dan jenis tanah). Setiap data diberi skor masing-masing untuk menentukan nilai akhir potensi longsor.

Tabel 2.2 Parameter Pembobotan Tanah Longsor (Khoiri, dkk 2017)

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Kelerengan (<i>Slope</i>)	< 8%	1	30%
	8 - 15%	2	
	15 - 25%	3	
	25 - 45%	4	
	> 45%	5	
Curah Hujan Tahunan (mm/tahun)	< 1000	1	20%
	1000 - 2000	2	
	2000 - 2500	3	
	2500 - 3000	4	
	> 3000	5	
Jenis Tanah	Aluvial, Gleisol, Planosol, Hidromorf kelabu, Laterik air tanah	1	30%
	Latosol	2	
	Brown forest soil, Non calcik brown, Mideteranian	3	
	Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsolik	4	
	Regosol, Litosol, Renzina	5	
Indeks Vegetasi	0.19 s/d 1	1	20%
	0.03 s/d 0.19	2	
	-0.13 s/d 0.03	3	
	-0.29 s/d -0.13	4	
	-1 s/d -0.29	5	

$$\begin{aligned}
 \text{Tingkat Potensi Tanah Longsor} = & \\
 & (20 \% \times \text{faktor kelas curah hujan}) + \\
 & (30 \% \times \text{faktor kelas jenis tanah}) + \\
 & (20\% \times \text{faktor kelas indeks vegetasi}) + \\
 & (30 \% \times \text{faktor kelas kemiringan}) \qquad (2.3)
 \end{aligned}$$

Hasil skoring tingkat potensi tanah longsor yang dilakukan untuk mendapatkan interval kelas kerentanan

gerakan tanah yang diperoleh dari persamaan (2.3) selanjutnya di klasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu tinggi, sedang, dan rendah.

Tabel 2.3 Tingkat Potensi Tanah Longsor (DVMBG 2004)

No.	Tingkat Potensi Tanah Longsor	Nilai
1	Rendah	< 2,26
2	Sedang	2,26 - 3,53
3	Tinggi	> 3,53

2.12. Analisis Spasial

Analisis spasial adalah sekumpulan teknik yang dapat digunakan dalam pengolahan data SIG. Hasil analisis data spasial sangat bergantung pada lokasi objek yang bersangkutan (yang sedang dianalisis). Analisis spasial juga dapat diartikan sebagai teknik teknik yang digunakan untuk meneliti dan mengeksplorasi data dari perspektif keruangan. Semua teknik atau pendekatan perhitungan matematis yang terkait dengan data keruangan (spasial) dilakukan dengan fungsi analisis spasial tersebut. Pada Pelaksanaannya analisa spasial dapat dilakukan dengan jenis-jenis tertentu, Pada ArcGIS analisa spasial dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi Analysis Tools pada menu Arc Toolbox yang terdiri dari beberapa bagian utama yaitu:

- a. *Extract*, yang terdiri dari 4 fungsi yaitu: *clip*, *select*, *split*, dan Lampiran *select*.
- b. *Overlay*, terdiri dari *erase*, *identity*, *intersection*, *symmetrical*, *difference*, *union*, dan *update*.
- c. *Proximity*, terdiri dari *Buffer*, *multiple ring buffer*, *near*, dan *point distance*
- d. *Statistic* terdiri dari *frequency* dan *summary statistic*.

Analisa spasial yang dilakukan hanya menggunakan fungsi *Analysis Tools* berupa *Intersect* dan *Clip*.

1. *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.

2. *Clip*

Fungsi analisis spasial ini bertujuan untuk menghasilkan unsur spasial baru dengan cara memotongnya dari unsur spasial lainnya.

2.13. **Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Daerah Potensi Tanah Longsor**

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan suatu sistem yang mempunyai kemampuan analisis pada data spasial untuk keperluan manipulasi atau permodelan. Fungsi-fungsi analisis yang dimaksud adalah fungsi yang dapat memanfaatkan data yang telah dimasukkan dalam sistem dan telah mendapatkan berbagai manipulasi persiapan. Fungsi-fungsi tersebut antara lain adalah fungsi analisis atau pengolahan data atribut maupun spasial, serta integrasi analisis dari data atribut dan spasial (Arifin, dkk 2006). SIG sebagai suatu sistem yang mengelola data spasial telah banyak digunakan oleh peneliti untuk memetakan daerah rawan tanah longsor. Implementasi SIG untuk memetakan daerah potensi rawan longsor diperlukan beberapa data diantaranya data curah hujan, topografi (kelereng), tutupan lahan, data jenis tanah dan faktor-faktor lain seperti geomorfologi/bentuk lahan, litologi, tekstur tanah, geologi (Arifin, dkk 2006).

2.14. Penelitian Terdahulu

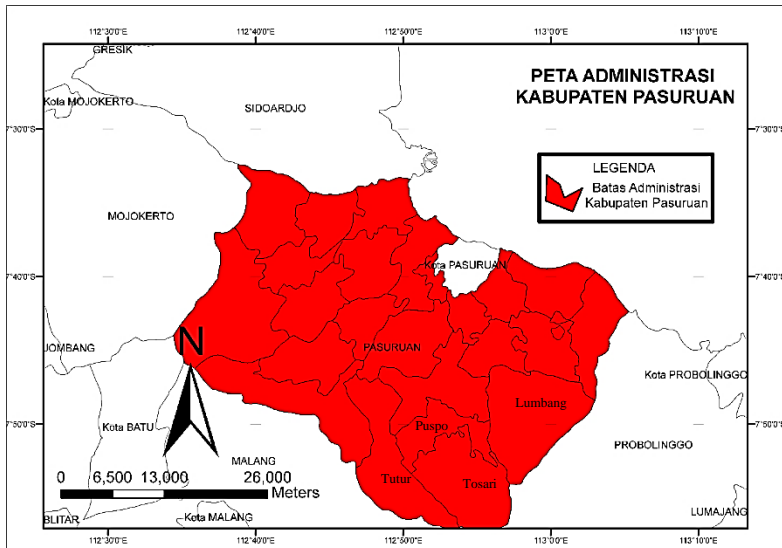
Rofiq (2018) melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “Identifikasi Potensi Daerah Bencana Tanah Longsor Di Kawasan Gunung Wilis”. Dalam pelaksanaannya digunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang mampu memberikan solusi dan kemudahan dalam analisis spasial. Penelitian tersebut menggunakan metode *intersection* atau *overlay* dalam identifikasi potensi daerah bencana tanah longsor. Adapun parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian tersebut antara lain curah hujan, jenis tanah, kemiringan lereng, kerapatan vegetasi dan tutupan lahan. Penelitian tersebut menggunakan situasi curah hujan rendah dan tinggi untuk mengidentifikasi potensi daerah bencana tanah longsor. Dari penelitian yang dilakukan dihasilkan peta tingkat kerawanan tanah longor yang dibagi menjadi 3 kelas kerawanan, diantaranya rendah, sedang, dan tinggi yang mencakup 8 daerah setingkat kota/ kabupaten yang wilayah administrasinya mencakup Kawasan Gunung Wilis.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi yang dijadikan studi kasus pada penelitian ini berada di Kecamatan Puspo, Tutar, Tosari, dan Lumbang yang terletak di Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian
(Sumber : Ina Geoportal 2020)

Adapun batas-batas secara administrasi Kota Palangkaraya adalah sebagai berikut:

- | | |
|-----------------|-------------------------|
| Sebelah Utara | : Kabupaten Pasuruan |
| Sebelah Timur | : Kabupaten Probolinggo |
| Sebelah Selatan | : Kabupaten Probolinggo |
| Sebelah Barat | : Kabupaten Malang |

3.2 Data dan Peralatan

Bagian ini menjelaskan mengenai data dan peralatan yang akan digunakan dalam melaksanakan penelitian.

3.2.1. Data

Pada penelitian ini, dibutuhkan beberapa data untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Berikut adalah data yang dibutuhkan dalam penelitian ini:

- a. Data Curah Hujan Tahun 2002, 2013, 2018 Kabupaten Pasuruan yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur.
- b. Citra Landsat 7 tahun 2002 path/row 118/65 yang diperoleh dari *website* USGS.
- c. Citra Landsat 8 tahun 2013 path/row 118/65 yang diperoleh dari *website* USGS.
- d. Citra Landsat 8 tahun 2018 path/row 118/65 yang diperoleh dari *website* USGS.
- e. Peta Jenis Tanah Kabupaten Pasuruan yang diperoleh dari Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur.
- f. Data *Digital Elevation Model* (DEM) Kabupaten Pasuruan yang diperoleh dari *website* DEMNAS.
- g. Peta batas administrasi wilayah Kabupaten Pasuruan yang diperoleh dari *website* Ina Geoportal.
- h. Data Kejadian Tanah Longsor di Kabupaten Pasuruan yang diperoleh dari *website* Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

3.2.2. Peralatan

Peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa perangkat lunak:

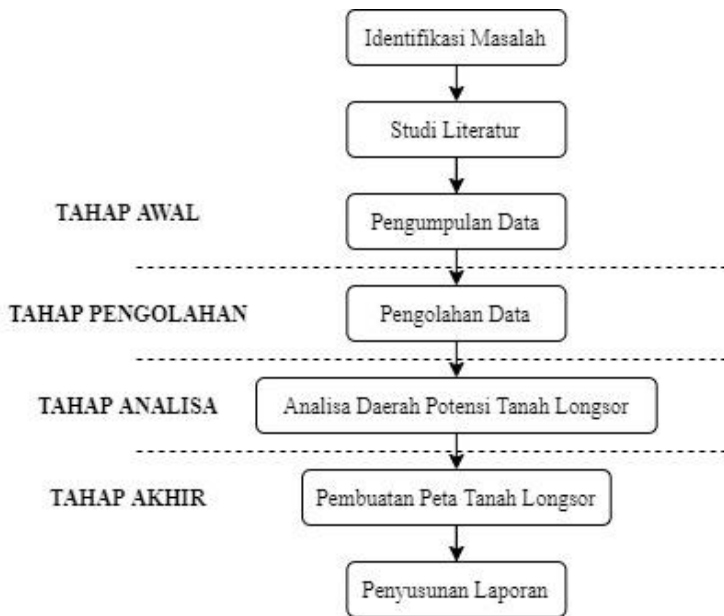
1. Perangkat lunak pengolah angka
2. Perangkat lunak pengolah kata
3. Perangkat lunak pengolah citra landsat
4. Perangkat lunak pengolah data spasial

3.2. Metode Penelitian

Pada bagian ini akan dibahas mengenai diagram alir metodologi yang akan dilaksanakan pada penelitian ini. Dalam penelitian ini akan dijelaskan diagram alir mengenai tahap pengolahan.

3.3.1. Tahapan Penelitian

Adapun tahapan pengolahan data pada penelitian ini dijelaskan pada diagram alir berikut:



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahapan penelitian diatas:

1. Tahap Awal

Merupakan tahap awal dari pekerjaan yang akan dilaksanakan terdiri dari penentuan masalah yang

berhubungan dengan rencana pekerjaan dan penetapan tujuan pelaksanaan kegiatan.

a. Identifikasi Masalah

Kegiatan ini untuk menentukan permasalahan yang akan diselesaikan, yaitu identifikasi potensi rawan tanah longsor daerah penelitian, serta metode yang akan digunakan pada penelitian ini. Pada tahap ini juga dilakukan identifikasi awal mengenai perumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian ini.

b. Studi Literatur

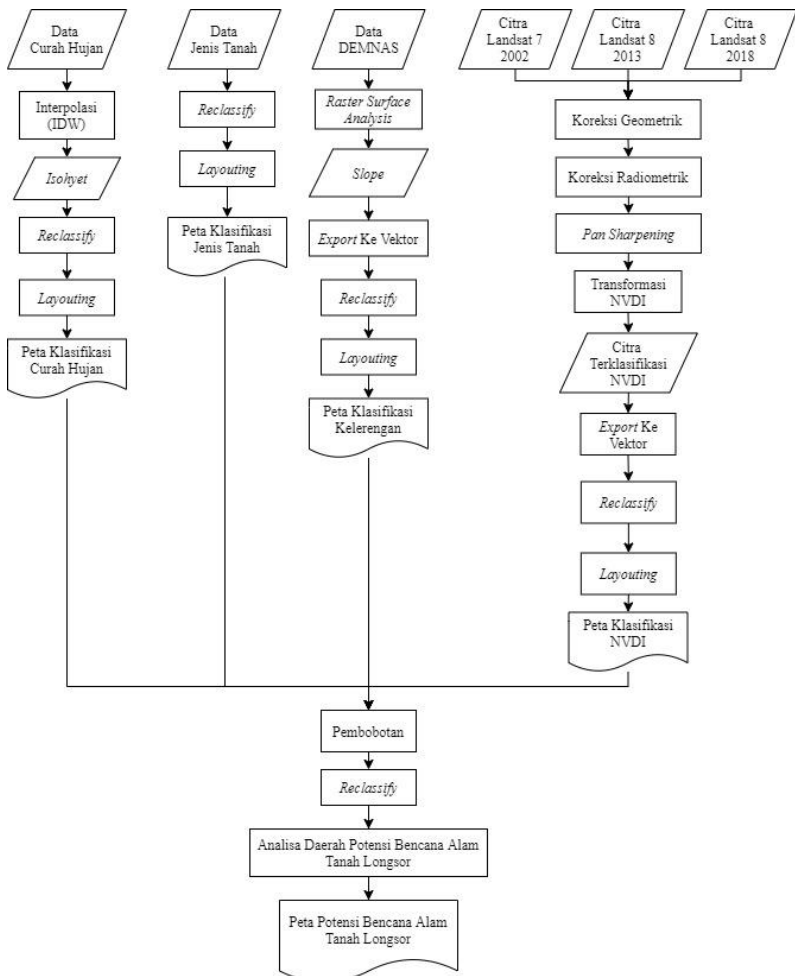
Kegiatan ini dilakukan untuk mencari informasi atau referensi yang menunjang penelitian ini, dapat berupa rumus, teori, maupun data dari buku jurnal, internet, majalah atau dari sumber lainnya.

c. Pengumpulan Data

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan data yang akan digunakan dalam penelitian. Pengumpulan data berupa data citra landsat 7 tahun 2002, citra landsat 8 tahun 2013 dan 2018, data curah hujan, data curah hujan, data jenis tanah, dan data DEM.

2. Tahap Pengolahan

Berikut alur pengolahan peta potensi tanah longsor disusun pada diagram alir berikut.



Gambar 3.3 Diagram Alir Pengolahan Peta Potensi Rawan Bencana Tanah Longsor

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahapan penelitian diatas:

a. Peta Klasifikasi Curah Hujan

Data curah hujan yang di gunakan dalam penelitian ini didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Jawa Timur berupa data curah hujan perbulan tahun 2002, 2013, dan 2018. Proses pembuatan peta klasifikasi curah hujan sebagai berikut :

- i. *Input Data Curah Hujan*
Input data curah hujan berupa koordinat stasiun pengamatan curah hujan dan nilai hujan tahunan di stasiun pengamatan curah hujan.
 - ii. *Interpolasi Data Curah Hujan*
Proses interpolasi data curah hujan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* dengan menghitung nilai berdasarkan kebalikan jarak antar titik.
 - iii. *Isohyet*
Isohyet adalah Garis pada peta yang menghubungkan tempat tempat yang mempunyai tingkat curah hujan yang sama di waktu tertentu yang terbentuk setelah proses interpolasi IDW.
 - iv. *Reclassify*
Hasil interpolasi selanjutnya diklasifikasin dalam 5 kelas interval curah hujan sesuai tabel 2.2.
 - v. *Peta Klasifikasi Curah Hujan*
Peta curah hujan yang masih dalam bentuk raster diubah ke dalam bentuk vektor yang digunakan untuk penyusunan peta klasifikasi curah hujan.
- b. *Peta Klasifikasi Jenis Tanah*
- i. *Input Data Jenis Tanah*
Input data jenis tanah yang telah berformat .shp ke eperangkat lunak pengolah data spsial
 - ii. *Reclassify*
Data jenis tanah selanjutnya diklasifikasin dalam 5 kelas interval jenis tanah sesuai tabel 2.2.
 - iii. *Peta Klasifikasi Jenis Tanah*

Setelah data jenis tanah diklasifikasikan, data jenis tanah disusun menjadi peta jenis tanah.

c. Peta Klasifikasi Kelerengan

Data yang digunakan adalah DEM yang diperoleh dari *website* DEMNAS. Proses pembuatan peta klasifikasi kelerengan sebagai berikut :

i. Pengaturan Sistem Koordinat

Data DEM yang didapatkan terlebih dahulu diatur sistem koordinat horizontal serta datum referensi ketinggiannya. Pengaturan awal sistem koordinat menyesuaikan dengan spesifikasi sistem koordinat yang digunakan data DEMNAS dalam situs BIG yaitu sistem koordinat geografis untuk horizontalnya, dan EGM 2008 untuk vertikalnya.

ii. *Raster Surface Analysis*

Raster Surface Analysis merupakan proses pembuatan lereng dengan memanfaatkan data nilai ketinggian yang terdapat di data DEM

iii. *Slope*

Slope merupakan data yang telah berbentuk lereng yang dihasilkan dari *Raster Surface Analysis*

iv. *Reclassify*

Hasil *Raster Surface Analysis* selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas interval kelerengan sesuai tabel 2.2.

v. Peta Klasifikasi Kelerengan

Peta kelerengan yang masih dalam bentuk raster diubah ke dalam bentuk vektor yang digunakan untuk penyusunan peta klasifikasi kelerengan.

d. Peta Klasifikasi Indeks Vegetasi

Pengolahan indeks vegetasi menggunakan citra landsat 7 tahun 2002, citra landsat 8 tahun 2013 dan 2018 yang diperoleh dari *website* USGS. Proses

pembuatan peta klasifikasi indeks vegetasi sebagai berikut :

- i. Koreksi Geometrik
Tujuan dari proses koreksi geometrik yaitu untuk mengeliminir kesalahan berupa pergeseran koordinat pada citra terhadap koordinat sesungguhnya di lapangan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolah citra landast.
- ii. Koreksi Radiometrik
Tujuan dari proses koreksi radiometrik yaitu untuk mengeliminir kesalahan berupa pergeseran nilai atau derajat keabuan elemen gambar pada citra, agar mendekati nilai yang sebenarnya. Proses ini dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pengolah citra landast.
- iii. *Pan Shrapening*
Pan Shrapening merupakan proses penajaman citra satelit landsat dengan meningkatkan resolusi spasial citra satelit landsat dari 30meter menjadi 15meter yang memanfaatkan band pankromatik yang terdapat dalam citra satelit landsat.
- iv. Transformasi NVDI
Citra yang telah terkoreksi radiometrik selanjutnya diproses tranformasi NVDI dengan menggunakan persamaan (2.1) yang menghasilkan nilai indeks vegetasi antara -1 dan +1.
- v. *Reclassify*
Hasil Transformasi NVDI selanjutnya diklasifikasin dalam 5 kelas interval indeks vegetasi sesuai tabel 2.2.
- vi. Peta Klasifikasi Indeks Vegetasi
Peta indeks vegetasi yang masih dalam bentuk raster diubah ke dalam bentuk vektor yang

digunakan untuk penyusunan peta klasifikasi indeks vegetasi.

e. Peta Potensi Tanah Longsor

Pembuatan peta tanah longsor menggunakan peta klasifikasi curah hujan, jenis tanah, kelerengan, indeks vegetasi yang telah dibuat yang kemudian dilakukan proses pembobotan. Nilai bobot yang diberikan pada tiap peta klasifikasi sesuai tabel 2.2. Setelah pemberian nilai bobot pada pada klasifikasi, selanjutnya diproses untuk menentukan tingkat potensi tanah longsor sesuai persamaan (2.3). Selanjutnya, nilai tingkat potensi tanah longsor diklasifikasikan dalam 3 kelas sesuai tabel 2.3.

3. Tahap Analisa

Pada tahap ini dilakukan analisa terhadap peta potensi tanah longsor dan perubahan luasan potensi tanah longsor pada tahun 2002, 2013, dan 2018.

4. Tahap Akhir

Pada tahap akhir merupakan penyusunan laporan dari penelitian tugas akhir dan pembuatan peta klasifikasi tingkat potensi tanah longsor di lokasi penelitian.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil

Dalam pembuatan peta potensi tanah longsor memerlukan pengolahan data yaitu citra satelit, DEM, data jenis tanah, dan curah hujan. Seluruh data tersebut diolah untuk memperoleh peta curah hujan, peta kelerengan, peta jenis tanah, dan peta indeks vegetasi yang berfungsi sebagai parameter penentu tingkat potensi tanah longsor.

4.1.1. Peta Klasifikasi Indeks Vegetasi

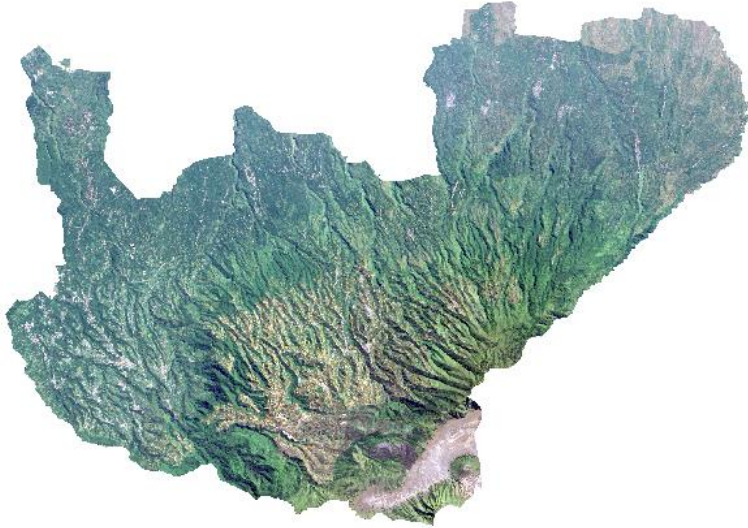
Peta indeks vegetasi merupakan hasil dari pengolahan data citra satelit landsat. Adapun citra satelit yang digunakan ada tiga dengan waktu akuisisi tahun 2002, 2013 dan 2018 pada lokasi yang sama. Penggunaan beberapa data citra satelit pada lokasi yang sama dengan waktu yang berbeda juga disebut data citra satelit multi temporal (Fanni 2014). Sebelum diklasifikasi, seharusnya data citra terlebih dahulu dilakukan koreksi geometrik dan koreksi radiometrik, tetapi pada citra satelit landsat 8 hanya dilakukan koreksi radiometrik karena data citra satelit Landsat yang telah dilepas untuk publik telah dikoreksi dan informasi RMSE (*root mean square error*) terdapat pada file metadata masing-masing citra, sehingga citra satelit landsat tidak perlu dilakukan koreksi geometrik. Data citra satelit landsat 7 tetap dilakukan proses koreksi geometrik dan radiometrik.

Citra yang terkoreksi geometrik dan radiometrik. Kemudian diproses *Pan Shrapening* yang bertujuan mempertajam citra satelit landsat dengan meningkatkan resolusi spasial citra satelit landsat dari 30meter menjadi 15meter yang memanfaatkan band pankromatik yang terdapat dalam citra satelit landsat. Selanjutnya citra

satelit landsat diproses transformasi NVDI untuk memperoleh nilai indeks vegetasi. Setelah diperoleh nilai indeks vegetasi, kemudian diklasifikasikan menjadi 5 kelas interval sesuai tabel 2.2. Gambar 4.1, 4.2, 4.3 merupakan citra landsat di lokasi penelitian tahun 2002, 2013, dan 2018 yang menghasilkan peta indeks vegetasi tahun 2002, 2013, dan 2018 yang dapat dilihat pada Gambar 4.4, 4.5, 4.6. Luas klasifikasi indeks vegetasi disajikan dalam tabel 4.1.



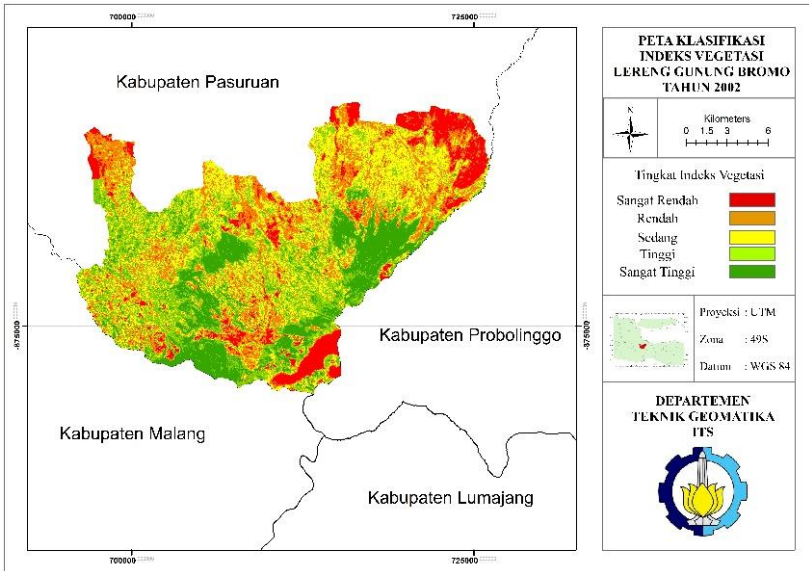
Gambar 4.1 Citra Landsat di Lokasi Penelitian Tahun 2002



Gambar 4.2 Citra Landsat di Lokasi Penelitian Tahun 2013

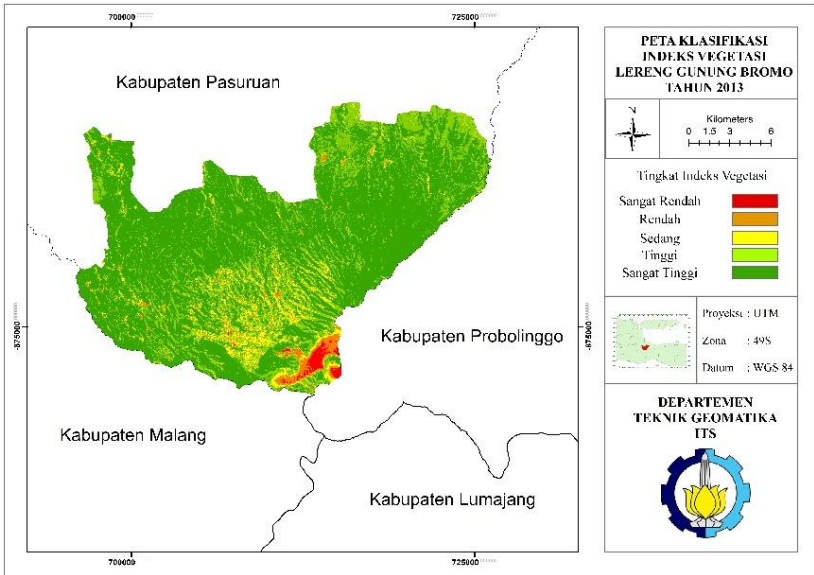


Gambar 4.3 Citra Landsat di Lokasi Penelitian Tahun 2018



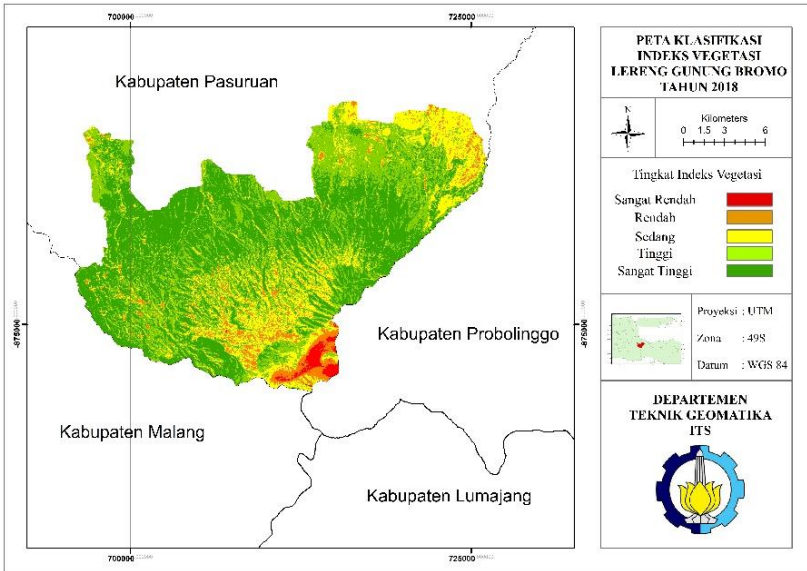
Gambar 4.4 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2002

Pada peta indeks vegetasi pada tahun 2002, pada lokasi penelitian didominasi oleh tingkat indeks vegetasi sedang. Tingkat indeks vegetasi sangat rendah merupakan klasifikasi indeks vegetasi dengan luasan terendah.



Gambar 4.5 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2013

Pada peta indeks vegetasi pada tahun 2013, pada lokasi penelitian didominasi oleh tingkat indeks vegetasi sangat tinggi. Tingkat indeks vegetasi sangat rendah merupakan klasifikasi indeks vegetasi dengan luasan terendah.



Gambar 4.6 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2018

Pada peta indeks vegetasi pada tahun 2018, lokasi penelitian didominasi oleh tingkat indeks vegetasi sangat tinggi. Tingkat indeks vegetasi sangat rendah merupakan klasifikasi indeks vegetasi dengan luasan terendah.

Tabel 4.1 Luasan Indeks Vegetasi

No.	Klasifikasi NVDI	Luas Area (Km ²)		
		2002	2013	2018
1	Sangat Tinggi	60,62246	249,316	156,7886
2	Tinggi	84,41238	81,22658	118,5115
3	Sedang	99,81822	22,33885	65,22261
4	Rendah	81,72013	8,304207	19,78126
5	Sangat Rendah	37,32105	2,704425	3,647259
Total Luas		363,8942	363,8901	363,9513

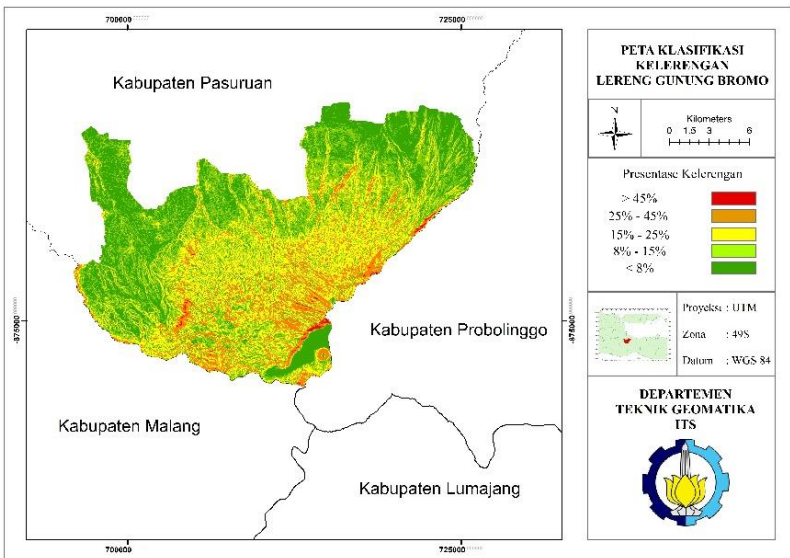
Pada tabel luasan indeks vegetasi, tingkat indeks vegetasi sangat rendah paling tinggi terjadi pada tahun 2002. Tingkat indeks vegetasi sangat tinggi paling rendah juga terjadi pada tahun 2002. Jika ditinjau dari peta klasifikasi indeks vegetasi, pada tahun 2002 memiliki tingkat potensi tanah longsor paling tinggi disbanding tahun 2013 dan 2018.

4.1.2. Peta Klasifikasi Kelerengan

Peta kelerengan merupakan hasil pengolahan dari data DEM. Data DEM yang digunakan diperoleh dari *website* DEMNAS. Pada penelitian ini menggunakan 2 lembar data DEMNAS. Data DEMNAS memiliki resolusi spasial 0.27 arc second. Datum yang digunakan dalam peta kelerengan ini mengikuti datum data DEMNAS yaitu EGM 2008. Sistem koordinat horizontal data ini yaitu sistem koordinat geografis WGS 84. Pembuatan kelerengan menggunakan proses *Raster Surface Analysis* yang memanfaatkan data tinggi yang terkandung di dalam data DEM. Kelerengan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan satuan persen (%). Untuk membuat peta kelerengan dengan satuan kelerengan dalam persen (%), sistem koordinat horizontalnya diproyeksikan dalam sistem koordinat UTM dengan zona 49S yang sesuai dengan zona lokasi penelitian. Kelerengan yang telah terbentuk dalam satuan persen (%), selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas interval sesuai tabel 2.2. Gambar 4.8 merupakan peta klasifikasi kelerengan lokasi penelitian.



Gambar 4.7 DEMNAS Lokasi Penelitian

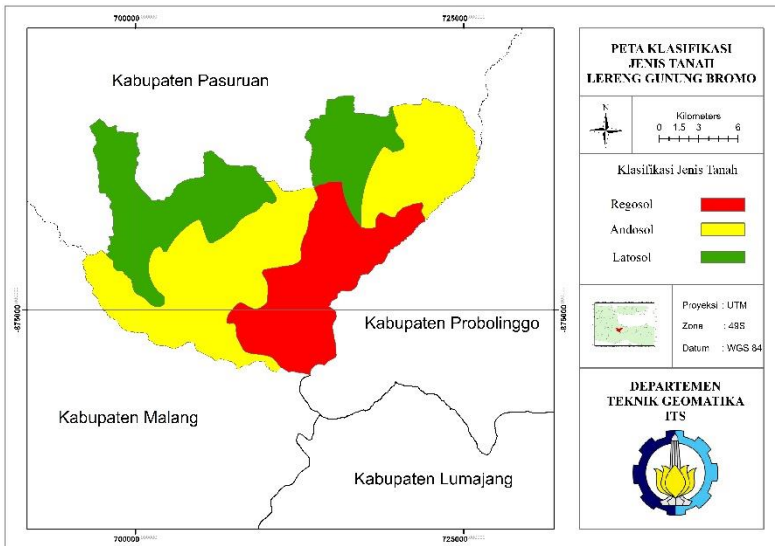


Gambar 4.8 Peta Kelerengan

Lokasi penelitian memiliki topografi yang bervariasi, sehingga memiliki presentase kelerengan yang beragam. Presentase kelerengan sangat memengaruhi tingkat potensi tanah longsor, semakin tinggi presentase kelerengan semakin rentan tanah dan batuan menuruni lereng.

4.1.3. Peta Klasifikasi Jenis Tanah

Data Jenis Tanah diperoleh dari Dinas Energi Sumber Daya Mineral Provinsi Jawa Timur. Data jenis tanah yang diperoleh selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas sesuai tabel 2.2. Gambar 4.9 merupakan peta klasifikasi jenis tanah lokasi penelitian. Luasan jenis tanah disajikan dalam tabel 4.2.



Gambar 4.9 Peta Jenis Tanah

Terdapat 3 jenis tanah yang medominasi persebaran jenis tanah di area lokasi penelitiannya, diantaranya Latosol, Andosol, dan Regosol

Tabel 4.2 Luasan Jenis Tanah di Lokasi Penelitian

No.	Jenis Tanah	Luas Area (Km ²)
1	Regosol	87,92946
2	Andosol	164,40184
3	Latosol	111,492333
Total Luas		363,823633

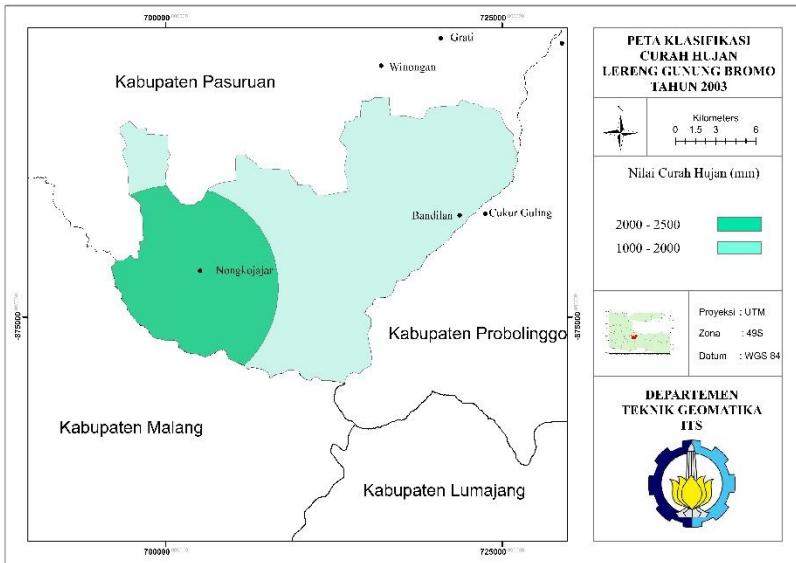
4.1.4. Peta Klasifikasi Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur. Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah koordinat stasiun pengamatan curah hujan di sekitar lokasi penelitian dan rata-rata curah hujan tahunan pada tahun 2002, 2013, dan 2018 di stasiun pengamatan curah hujan. Berikut merupakan data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini :

Tabel 4.3 Data Curah Hujan di Lokasi Penelitian

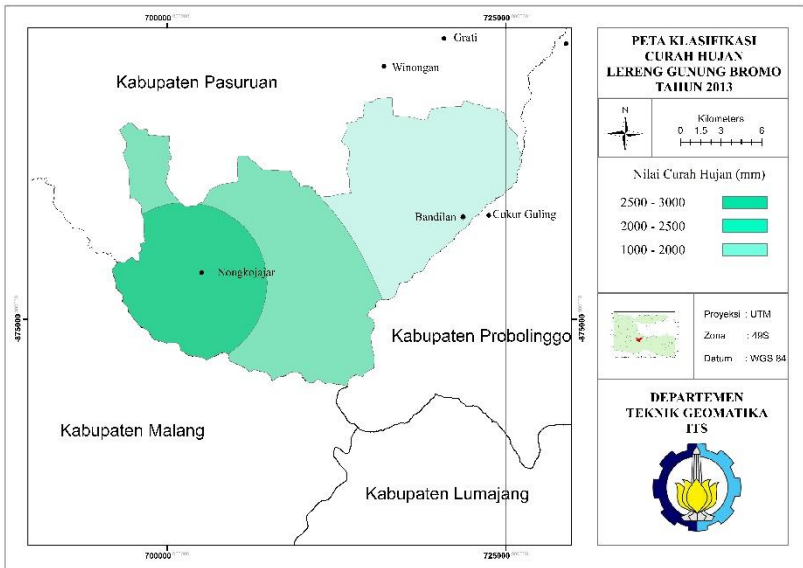
No.	Nama Stasiun	Koordinat UTM		Rata Rata Curah Hujan Tahunan (mm)		
		<i>Easting</i> (m)	<i>Northing</i> (m)	2002	2013	2018
1	Winongan	716011,4376	9143671,448	1036	1428	1632
2	Nongkojajar	702552,3831	9128430,783	2494	2752	3012
3	Grati	720434,3466	9145709,584	1097	1873	2234
4	Nguling	729443,7909	9145328,449	1114	2293	2593
5	Panditan	614721,3432	9134292,477	3194	3015	3032
6	Bandilan	721842,9446	9132551,584	1211	2002	2423
7	Cukurguling	723743,2871	9132665,347	1531	1799	1932
8	Kedawung	717989,2619	9147195,872	717	1818	2094

Peta curah hujan merupakan peta hasil interpolasi data curah hujan di lokasi penelitian. Interpolasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode IDW (*Inverse Distance Weighted*) dengan menghitung nilai berdasarkan kebalikan jarak antar titik. Hasil peta curah hujan diklasifikasi ke dalam 5 kelas interval nilai curah hujan yang disesuaikan dengan tabel 2.2. Gambar 4.10, 4.11, 4.12 merupakan peta curah hujan tahun 2002, 2013, dan 2018.



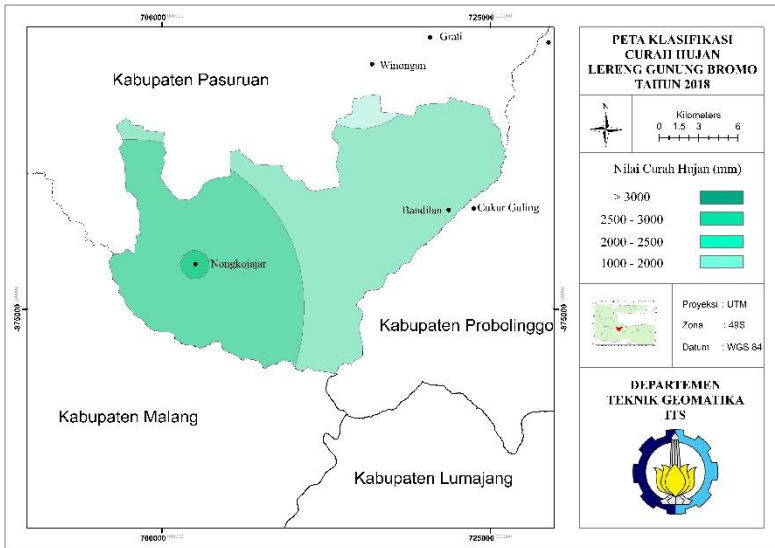
Gambar 4.10 Peta Curah Hujan Tahun 2002

Dari data curah hujan yang telah diperoleh, peta curah hujan pada tahun 2002 diklasifikasikan menjadi 2 klasifikasi yang disesuaikan dengan parameter pembobotan yang digunakan dalam penelitian ini tabel 2.2.



Gambar 4.11 Peta Curah Hujan Tahun 2013

Dari data curah hujan yang telah diperoleh, peta curah hujan pada tahun 2013 diklasifikasikan menjadi 3 klasifikasi yang disesuaikan dengan parameter pembobotan yang digunakan dalam penelitian ini tabel 2.2.



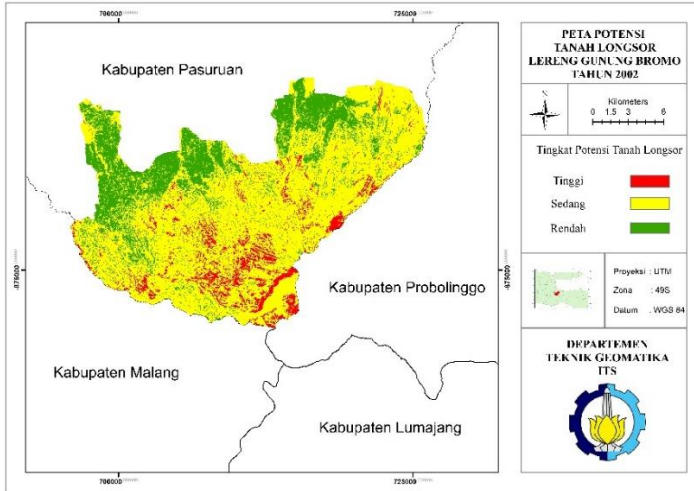
Gambar 4.12 Peta Curah Hujan Tahun 2018

Dari data curah hujan yang telah diperoleh, peta curah hujan pada tahun 2018 diklasifikasikan menjadi 4 klasifikasi yang disesuaikan dengan parameter pembobotan yang digunakan dalam penelitian ini tabel 2.2.

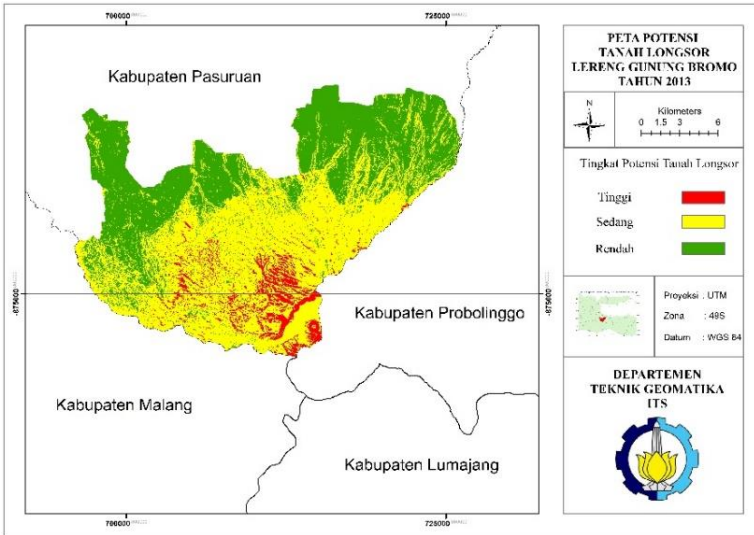
4.1.5. Peta Potensi Tanah Longsor

Peta Potensi Tanah Longsor terbuat dari peta klasifikasi curah hujan, jenis tanah, kelerengan, dan indeks vegetasi yang telah diproses pembobotan. Nilai bobot yang diberikan pada tiap peta klasifikasi sesuai tabel 2.2. Setelah pemberian nilai bobot pada pada klasifikasi, selanjutnya diproses analisa spasial berupa perhitungan nilai tingkat potensi tanah longsor sesuai persamaan (2.3). Selanjutnya, nilai tingkat potensi tanah longsor diklasifikasikan dalam 3 kelas sesuai tabel 2.3.

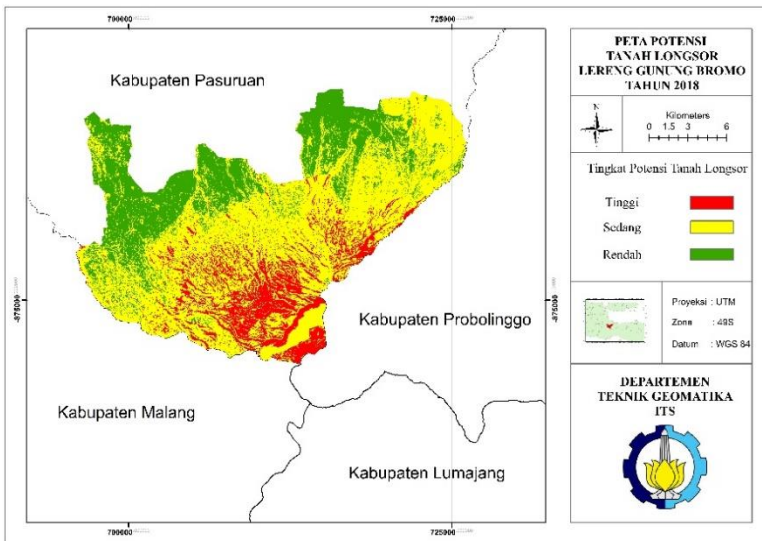
Gambar 4.13, 4.14, 4.15 merupakan peta klasifikasi indeks vegetasi tahun 2002, 2013, dan 2018. Luas klasifikasi potensi tanah longsor disajikan dalam tabel 4.4.



Gambar 4.13 Peta Potensi Tanah Longsor 2002



Gambar 4.14 Peta Potensi Tanah Longsor 2013



Gambar 4.15 Peta Potensi Tanah Longsor 2018

Tabel 4.4 Luasan Tingkat Potensi Tanah Longsor

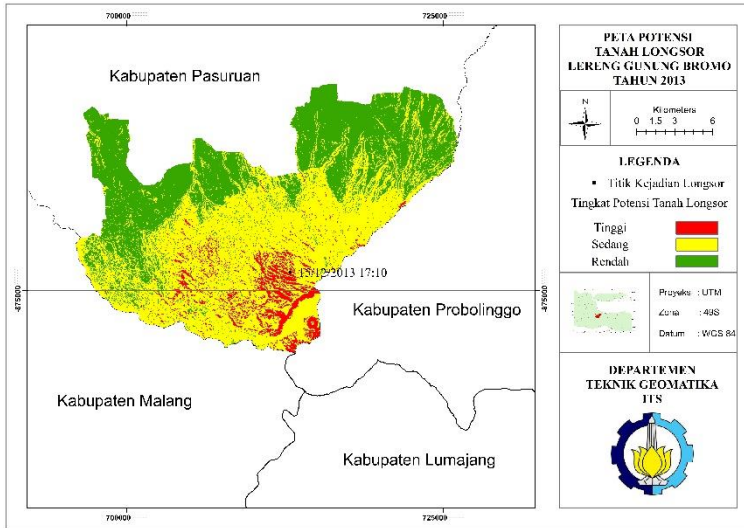
No.	Tingkat Potensi Tanah Longsor	Luas (Km ²)		
		2002	2013	2018
1	Rendah	87,2814	151,2093	102,9713
2	Sedang	246,3575	189,1483	208,6558
3	Tinggi	29,3726	22,6576	51,3918
Total Luas		363,0115	363,0152	363,0189

Pada peta potensi tanah longsor tahun 2002, 2013, dan 2018, dapat terlihat bahwa peta potensi tanah longsor tahun 2018 memiliki tingkat potensi tanah longsor tinggi terluas dibanding tahun 2002 dan 2013. Sedangkan tingkat potensi tanah longsor rendah terluas terjadi pada tahun 2013.

Peta potensi longsor kemudian divalidasi menggunakan data kejadian bencana longsor. karena data kejadian longsor yang tersedia tahun 2013, maka peta potensi longsor yang divalidasi terbatas pada peta potensi longsor tahun 2013. Data kejadian longsor yang digunakan berupa data titik koordinat. Rincian dari data kejadian longsor ada pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Kejadian Tanah Longsor Tahun 2013

No.	Jenis Kejadian	Waktu Kejadian	Alamat	Lintang	Bujur	Sumber
1	Tanah Longsor	15 Desember 2013 17:10	Desa Balendo, Kecamatan Tosari, Kabupaten Pasuruan	- 7,91684	112,904	BNPB



Gambar 4.16 Validasi Peta Potensi Longsor Tahun 2013

Dari gambar 4.16 terlihat titik bencana longsor terjadi pada daerah yang memiliki tingkat potensi tanah longsor tinggi. Dengan melakukan *join* atribut antara data titik kejadian longsor dan *polygon* peta potensi longsor diketahui bobot dari parameter dan nilai tingkat potensi tanah longsor di titik kejadian longsor tersebut.

Tabel 4.6 Data Hasil Nilai Pembobotan Parameter

No.	Jenis Kejadian	Alamat	Bobot Curah Hujan	Bobot Jenis Tanah	Bobot Kelerengan	Bobot Indeks Vegetasi	Tingkat Potensi Tanah Longsor
1	Tanah Longsor	Desa Balendo, Kecamatan Tosari, Kabupaten Pasuruan	3	5	4	3	3,9

4.2. Analisa Potensi Tanah Longsor

4.2.1. Analisa Perubahan Luas Indeks Vegetasi

Hasil perhitungan luasan indeks vegetasi disajikan dalam tabel 4.1. Besar luasan dari masing-masing klasifikasi tersebut kemudian dihitung perbedaannya. Nilai perbedaan berupa negatif menunjukkan adanya pengurangan luasan. Nilai perbedaan dalam positif menunjukkan adanya penambahan luasan. Hasil perhitungan perbedaan luasan tersebut disajikan dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Tabel Perubahan Luasan Indeks Vegetasi

No.	Klasifikasi NVDI	Luas Area (Km ²)	
		2002 - 2013	2013 - 2018
1	Sangat Tinggi	188,693584	-92,527443
2	Tinggi	-3,1857997	37,2849617
3	Sedang	-77,4793769	42,8837615
4	Rendah	-73,41592228	11,47704848
5	Sangat Rendah	-34,6166232	0,94283424
	Tota Perubahan	377,3913061	185,1160489

Perubahan luasan indeks vegetasi di lokasi penelitian di dominasi oleh klasifikasi indeks vegetasi sangat tinggi. Pada periode tahun 2002-2013 terjadi peningkatan indeks vegetasi sangat tinggi namun mengalami penurunan pada periode tahun 2013-2018.

4.2.2. Analisa Perubahan Luas Potensi Tanah Longsor

Hasil perhitungan luasan potensi tanah longsor disajikan dalam tabel 4.4. Besar luasan dari masing-masing klasifikasi tersebut kemudian dihitung perbedaannya. Nilai perbedaan berupa negatif menunjukkan adanya pengurangan luasan. Nilai perbedaan dalam positif menunjukkan adanya penambahan luasan. Hasil perhitungan perbedaan luasan tersebut disajikan dalam tabel 4.8.

Tabel 4.8 Tabel Perubahan Luasan Potensi Tanah Longsor

No.	Tingkat Potensi Tanah Longsor	Luas Area (Km ²)	
		2002 - 2013	2013 - 2018
1	Rendah	63,9279	-48,238
2	Sedang	-57,2092	19,5075
3	Tinggi	-6,715	28,7342
Total Perubahan		127,8521	96,4797

Di tabel 4.8 dapat dilihat bahwa luasan tingkat potensi tanah longsor di lokasi penelitian mengalami penurunan pada periode 2002-2013 namun mengalami peningkatan pada periode 2013-2018.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dihilaskan tiga peta potensi tanah longsor. Nilai tingkat potensi tanah longsor diklasifikasikan dalam 3 kelas interval. Kelas interval rendah dengan nilai tingkat potensi tanah longsor $<2,26$. Kelas interval sedang dengan nilai tingkat potensi tanah longsor $2,26 - 3,53$. Kelas interval Tinggi dengan nilai tingkat potensi tanah longsor $>3,53$.
2. Perubahan tingkat potensi tanah longsor terbesar terjadi antara periode tahun 2002-2013 dengan total perubahan $127,8521 \text{ Km}^2$ Sedangkan total perubahan periode 2013-2018 adalah $96,4797 \text{ Km}^2$.

5.2. Saran

Saran yang dapat disampaikan penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Sebaiknya mengguakan data curah hujan pada tanggal yang sesuai dengan tanggal perekaman data citra satelit agar menghasilkan data yang lebih akurat.

Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin S, Carolila I, dan Winarso C. 2006. Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor (Propinsi Lampung). Jakarta : LAPAN.
- Badan Geologi. 2010. “Gerakan Tanah”. Bandung. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi.
- BMKG. 2020. <URL: bmkg.go.id>. Dikunjungi tanggal 31 Januari 2020, jam 08:25
- Campbell, J. B., 1987. “Introduction to Remote Sensing. Virginia Polytechnic Institute”. The Guilford Press, New York, United States of America.
- Danoedoro, P. 2012. Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Yogyakarta: Andi Offset.
- Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi. 2004. Model Perhitungan Skor Kawasan Rawan Tanah Longsor, Bandung.
- Fadhly, A. 2010. Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh Untuk Identifikasi kerapatan Vegetasi Daerah Tangkapan Air Rawa Pening. Skripsi: Universitas Negeri Semarang.
- Fanni, A. N. M. 2014. Kajian Perubahan Tutupan Lahan Daerah Aliran Sungai Brantas Menggunakan Citra Satelit Multitemporal (Studi Kasus : Kali Porong, Kabupaten Sidoarjo). Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ginting, E. E. 2004. Pemantauan Liputan Vegetasi Menggunakan Citra Satelit NOAA-AVHRR (Studi Pulau Jawa dan Madura). Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Husein, Rahmat. 2006. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Yogyakarta: Komunitas Ilmu Komputer.
- Ina Geoportal. 2020. <URL: tanahair.indonesia.go.id>. Dikunjungi tanggal 1 Febuari 2020, jam 13:25.

- Isnawati, A. F., Sulistyanyingsih, R. Elliyati, Risanuri, dan I. H. Ayub. 2009. Penyusunan Peta Rentan Bencana Alam Longsor dengan Teknologi Penginderaan Jauh Melalui Interpretasi Citra Satelit Di Provinsi DIY. Institut Teknologi Telkom Purwokerto.
- Kementrian Kehutanan. 2012. Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.12/Menhut-Ii/2012, Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (Rtk Rhl-Das), Jakarta : Kemenhut.
- Khoiri M., Jaelani L. M., dan Widodo A. 2017. Landslides Hazard Mapping Using Remote Sensing Data in Ponorogo Regency, East Java. *Internet Journal of Society for Social Management Systems*:11.
- Kiefer, dan Lillesand. 1990. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra (Diterjemahkan oleh Dulbahri, Prpto Suharsono, Hartono, dan Suharyadi) Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- LAPAN. 2013. *Jurnal Berita Dirgantara* Vol. 11 No.2 Juni 2010 : 47-58. Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan : Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat-8). Bidang Pengembangan Bank Data Penginderaan Jauh Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. Jakarta.
- Lillesand and Kiefer, 1998. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra Penginderaan Jauh. Yogyakarta: Gadjah mada University Press.
- Lo, CP. 1986 *Applied Remote Sensing*, New York: Logman.Inc
- Martin, S. 2004. *An Introduction To Ocean Remote Sensing*. Cambridge University.
- Mulyono. 2014. Analisis Karakteristik Curah Hujan di Wilayah Kabupaten Garut Selatan. Vol. 13, No. 1 , pp. 1-9.

- Prahasta. 2009. Sistem Informasi Geografis: Konsep - Konsep Dasar Perspektif Geodesi & Geomatika. Bandung. Informatika.
- Purwadhi, S. H. 2001. Interpretasi Citra Digital. Jakarta : Grasindo.
- Purwadhi, Sri H. dan Tjaturrahono B.S. 2008. Pengantar Interpretasi Citra Penginderaan Jauh. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional dan UNNES.
- Putri, A.R. 2016. Identifikasi Daerah Rawan Tanah Longsor Menggunakan SIG (Sistem Informasi Geografis). Jurnal Teknik ITS: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PVMBG. 2005. “Pengenaln Gerakan Tanah.” ESDM. https://www.esdm.go.id/assets/media/content/Pengenaln_Gerakan_Tanah.pdf.
- Rofiq, A.R.J. 2018. Identifikasi Potensi Daerah Bencana Tanah Longsor Di Kawasan Gunung Wilis. Tugas Akhir: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sugiharyanto, dkk. 2009. “Studi Kerentanan Longsor Lahan (Landslide) di Perbukitan Menoreh dalam Upaya Mitigasi Bencana Alam”. Laporan Penelitian. Yogyakarta: Jurusan Pendidikan Geografi FISE UNY.
- Suherlan, E. 2001. Zonasi Tingkat Kerentanan Banjir Kabupaten Bandung Menggunakan Informasi Geografi. Skripsi. Jurusan Geofisika dan Meteorologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2002

Lampiran 2 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2013

Lampiran 3 Peta Indeks Vegetasi Tahun 2018

Lampiran 4 Peta Jenis Tanah

Lampiran 5 Peta Kelerengan

Lampiran 6 Peta Curah Hujan Tahun 2002

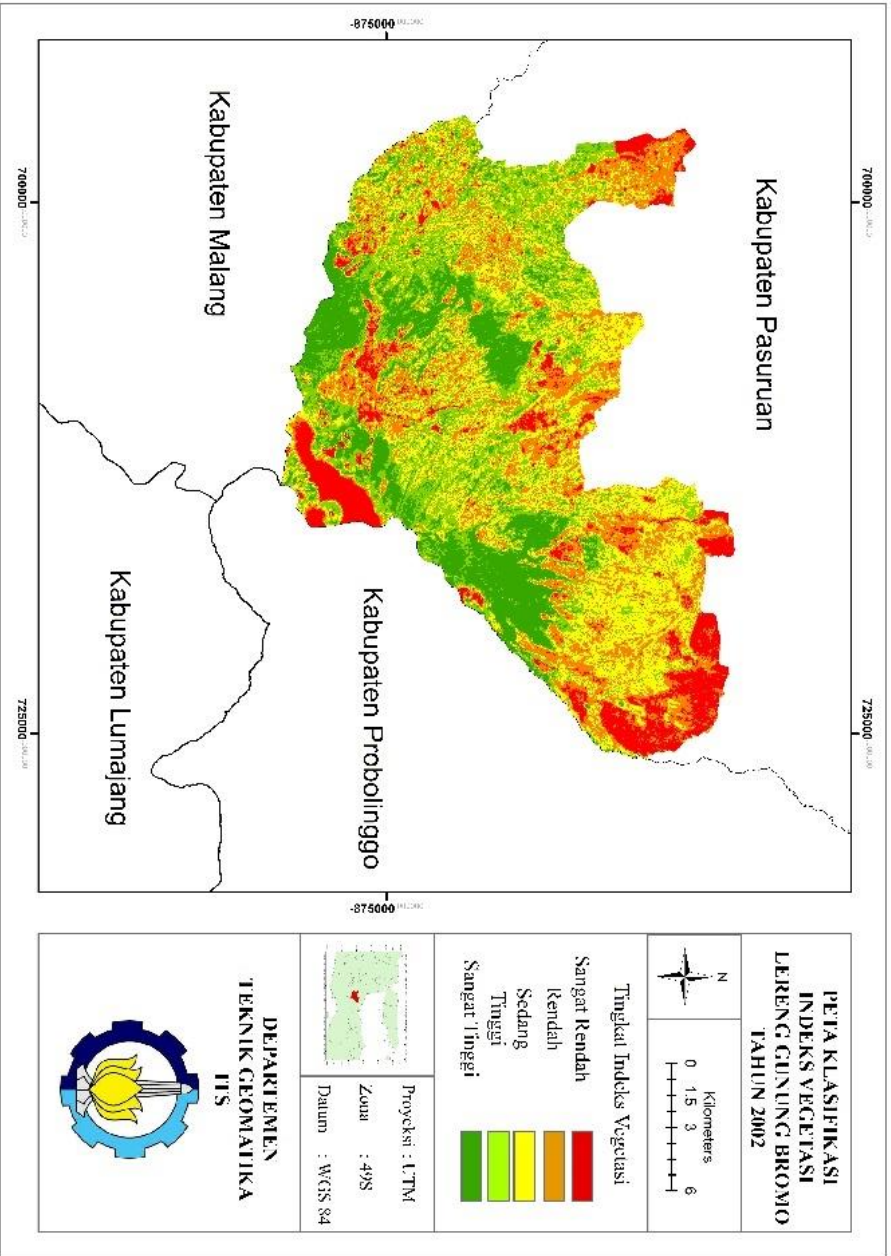
Lampiran 7 Peta Curah Hujan Tahun 2013

Lampiran 8 Peta Curah Hujan Tahun 2018

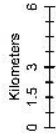
Lampiran 9 Peta Potensi Tanah Longsor Tahun 2002

Lampiran 10 Peta Potensi Tanah Longsor Tahun 2013

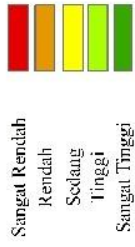
Lampiran 11 Peta Potensi Tanah Longsor Tahun 2018



**PETA KLASIFIKASI
INDEKS VEGETASI
LERENG GUNUNG BROMO
TAHUN 2013**

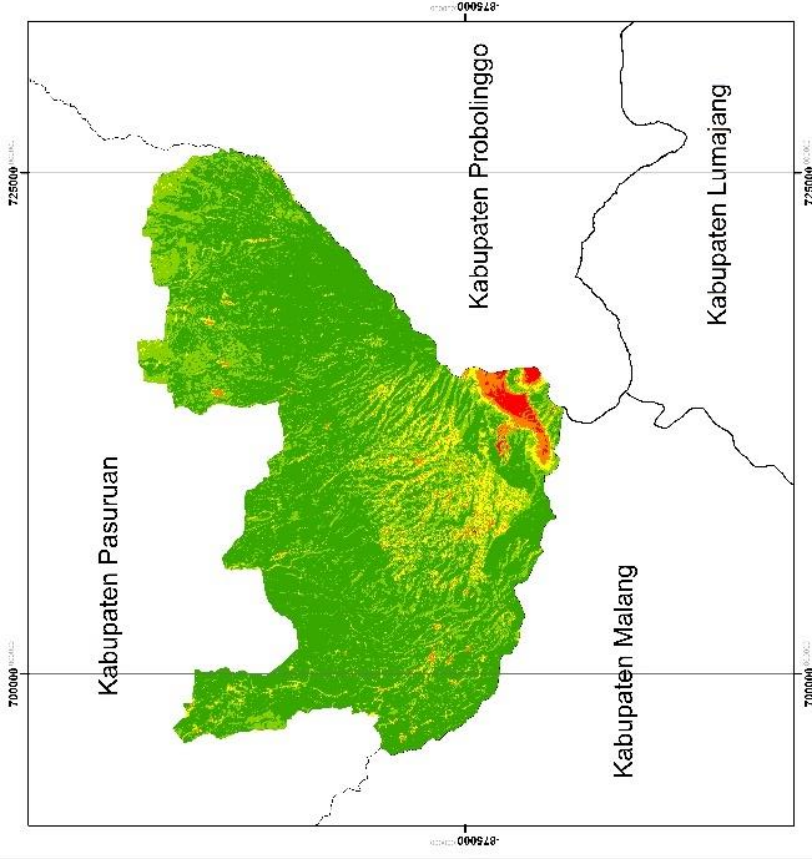


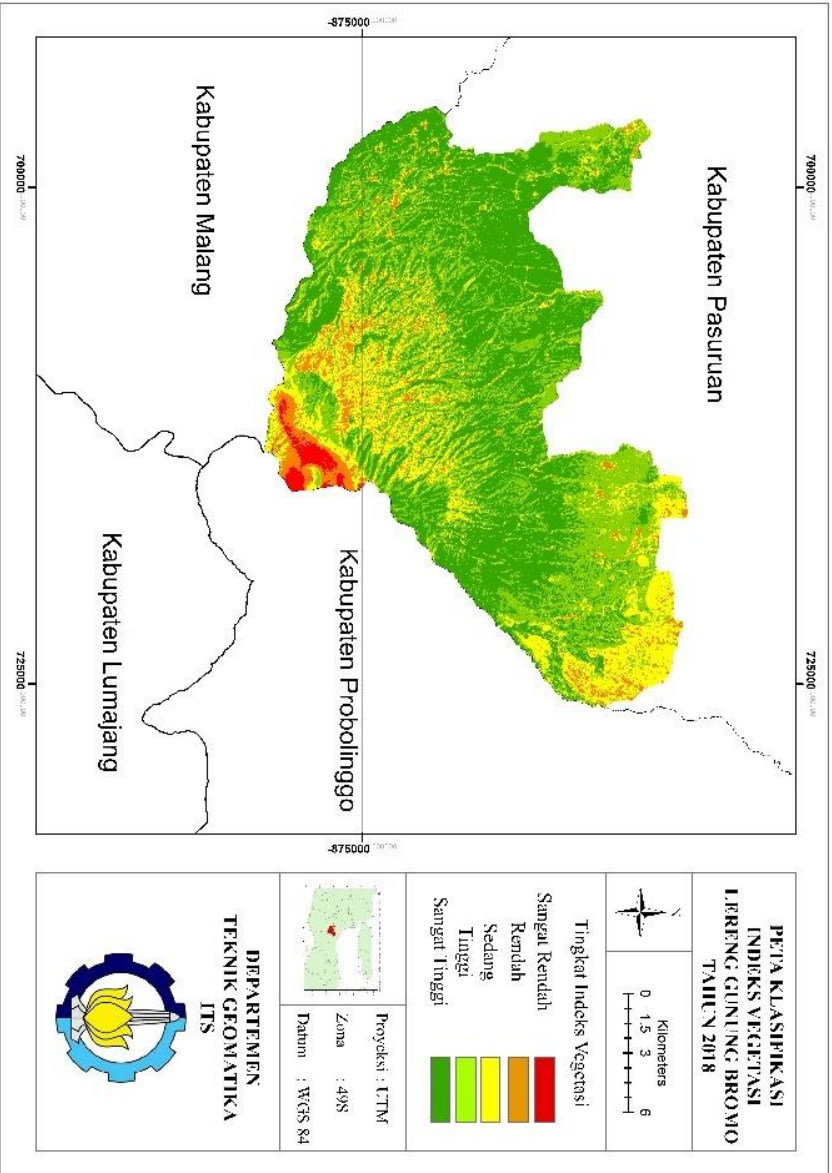
Tingkat Indeks Vegetasi

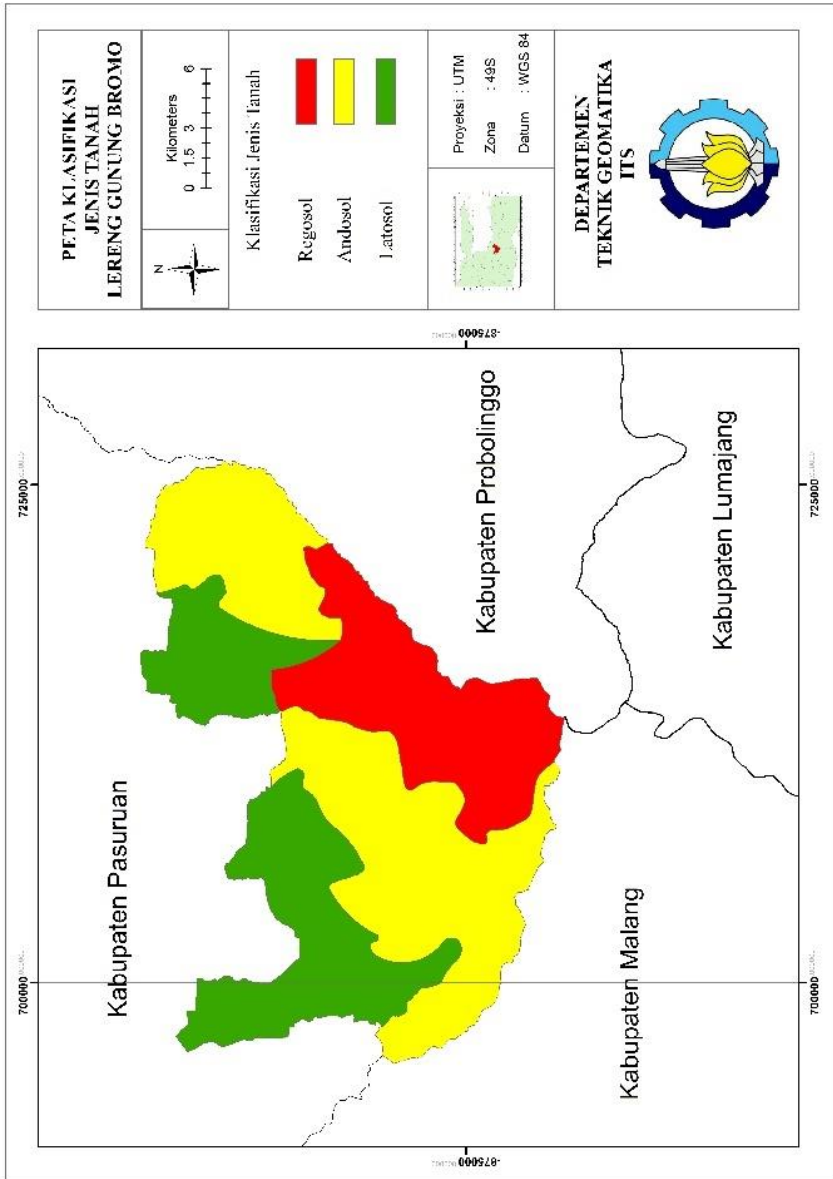


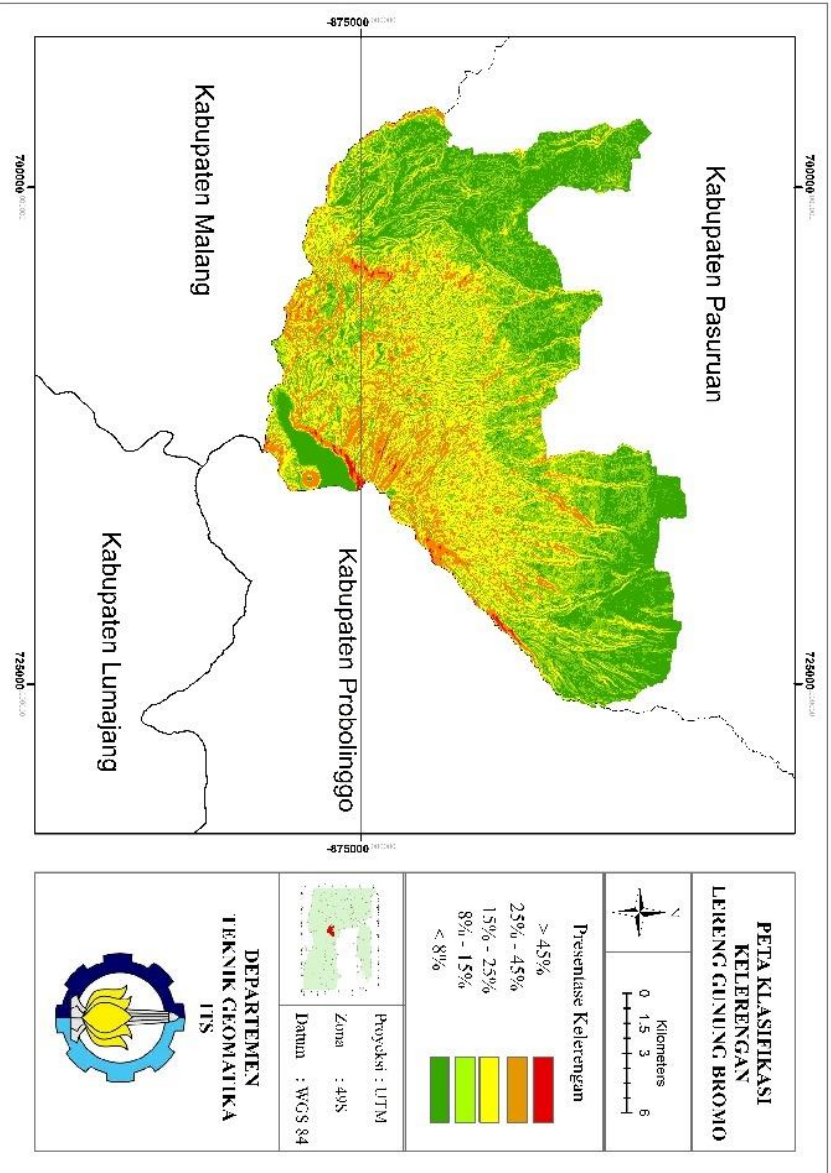
Proyeksi : UTM
Zona : 49S
Datum : WGS 84

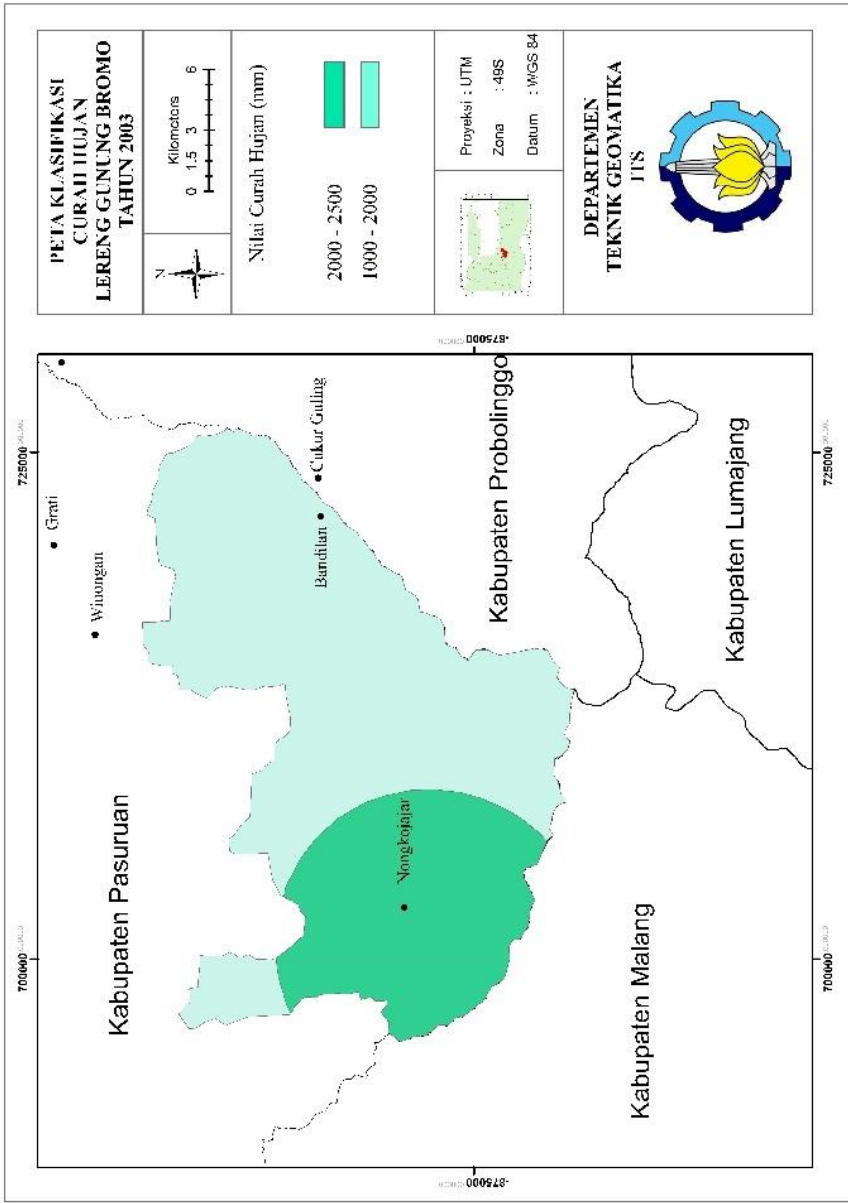
**DEPARTEMEN
TEKNIK GEOMATIKA
ITS**

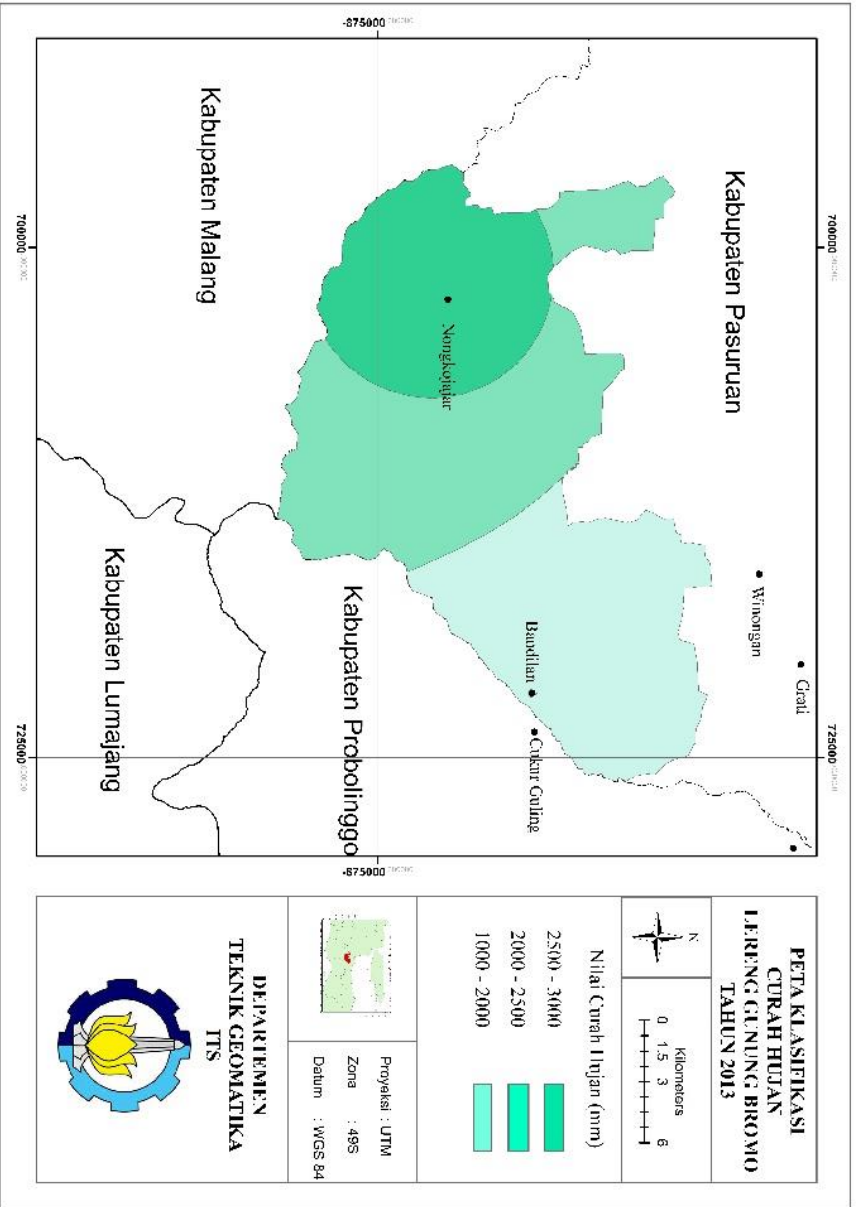


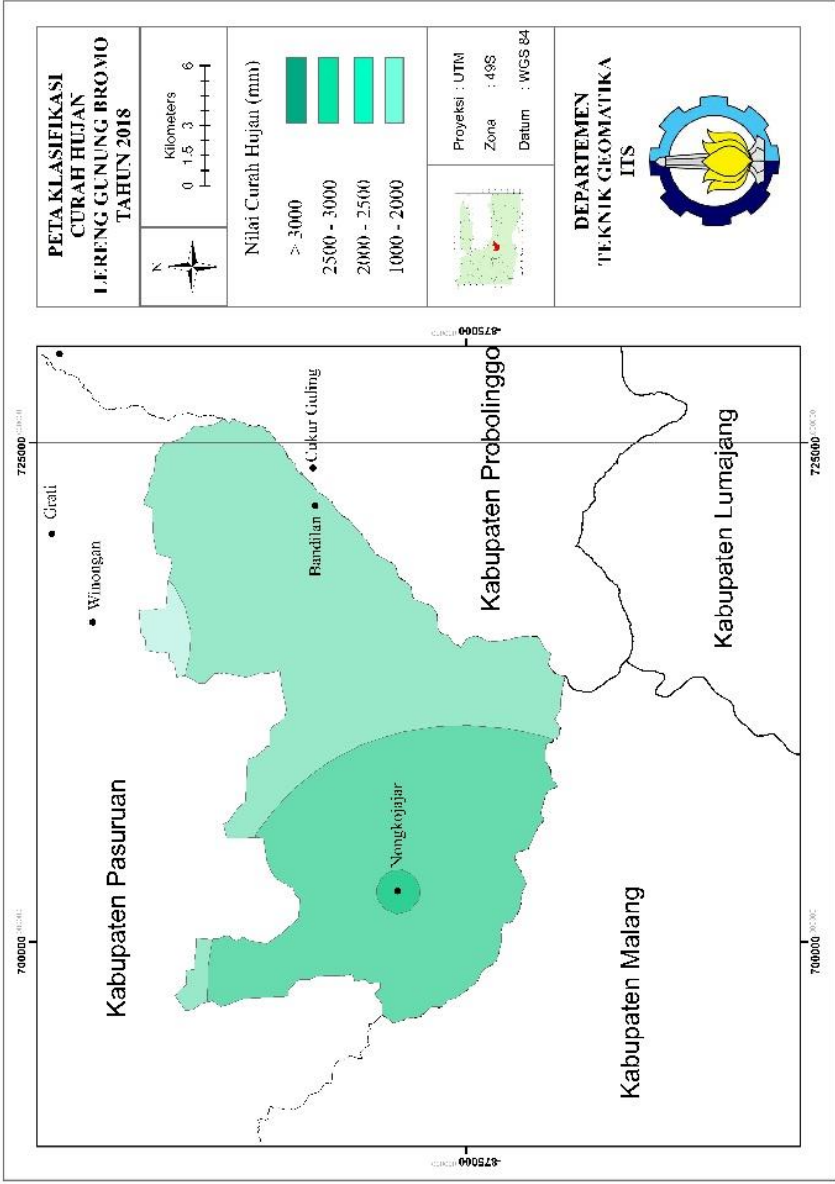


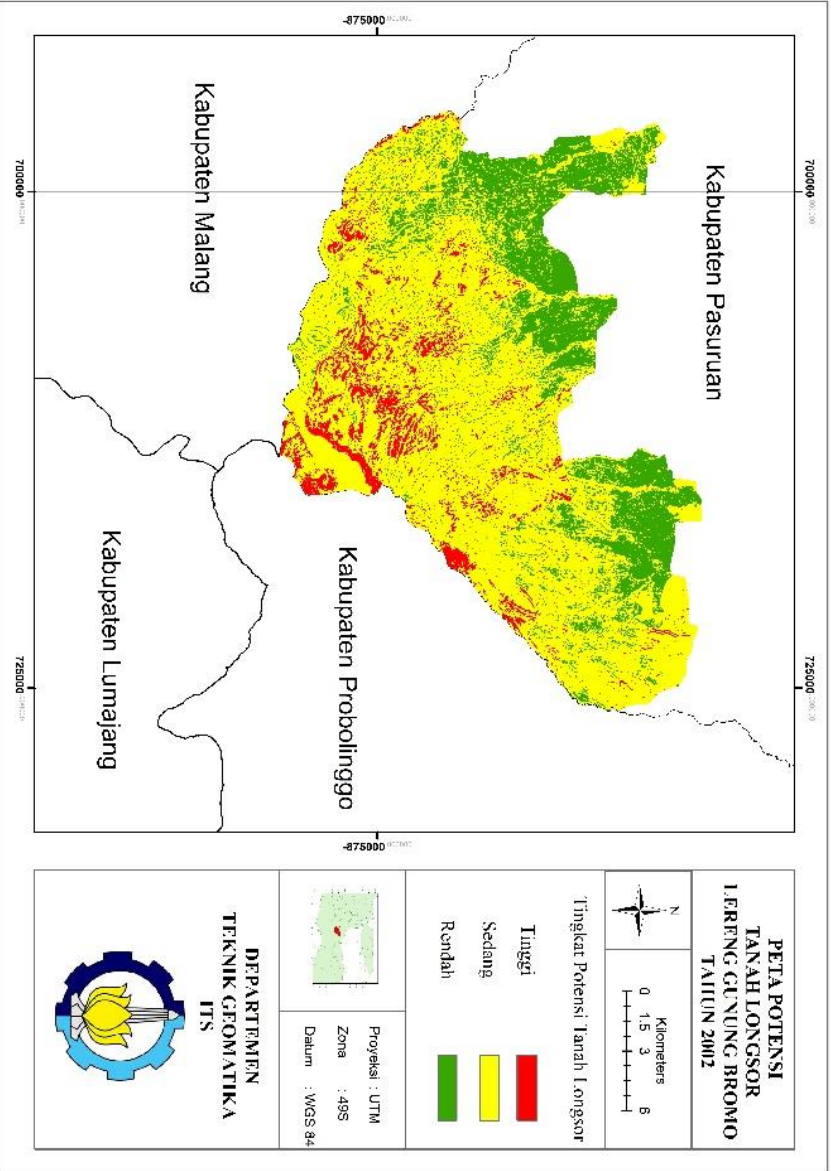


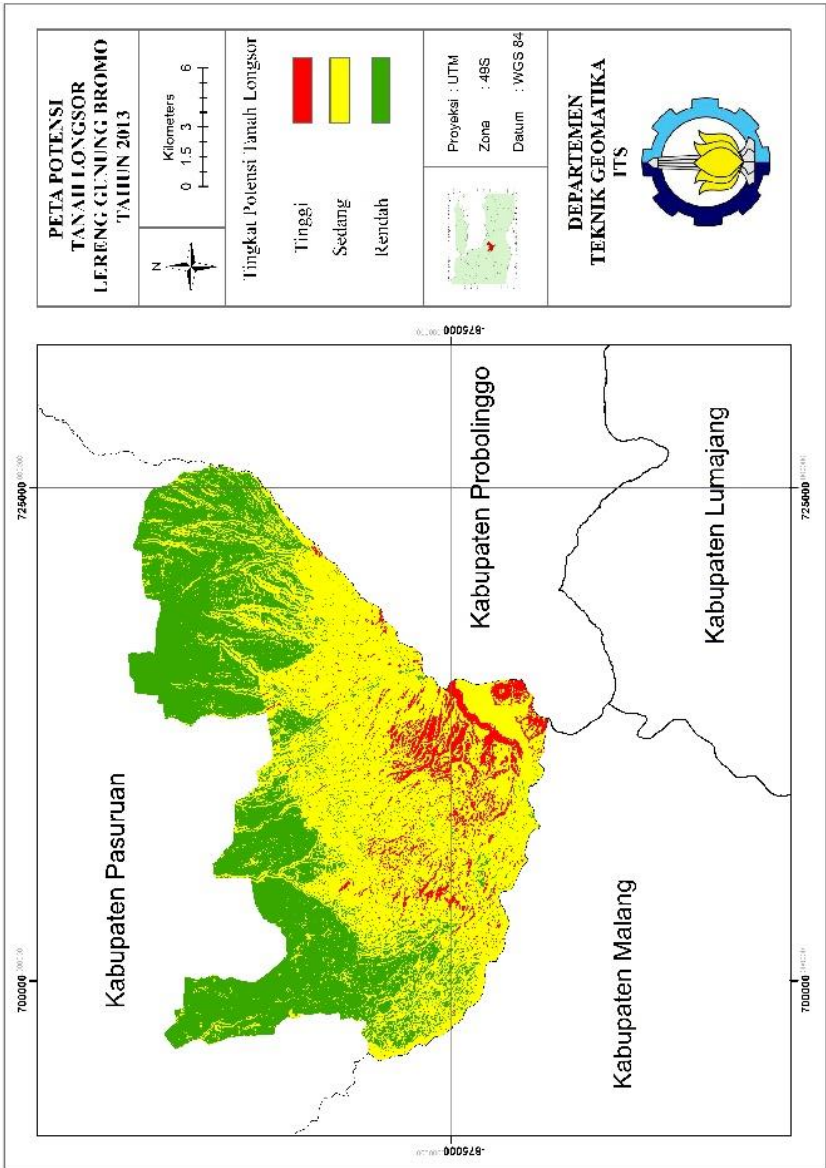


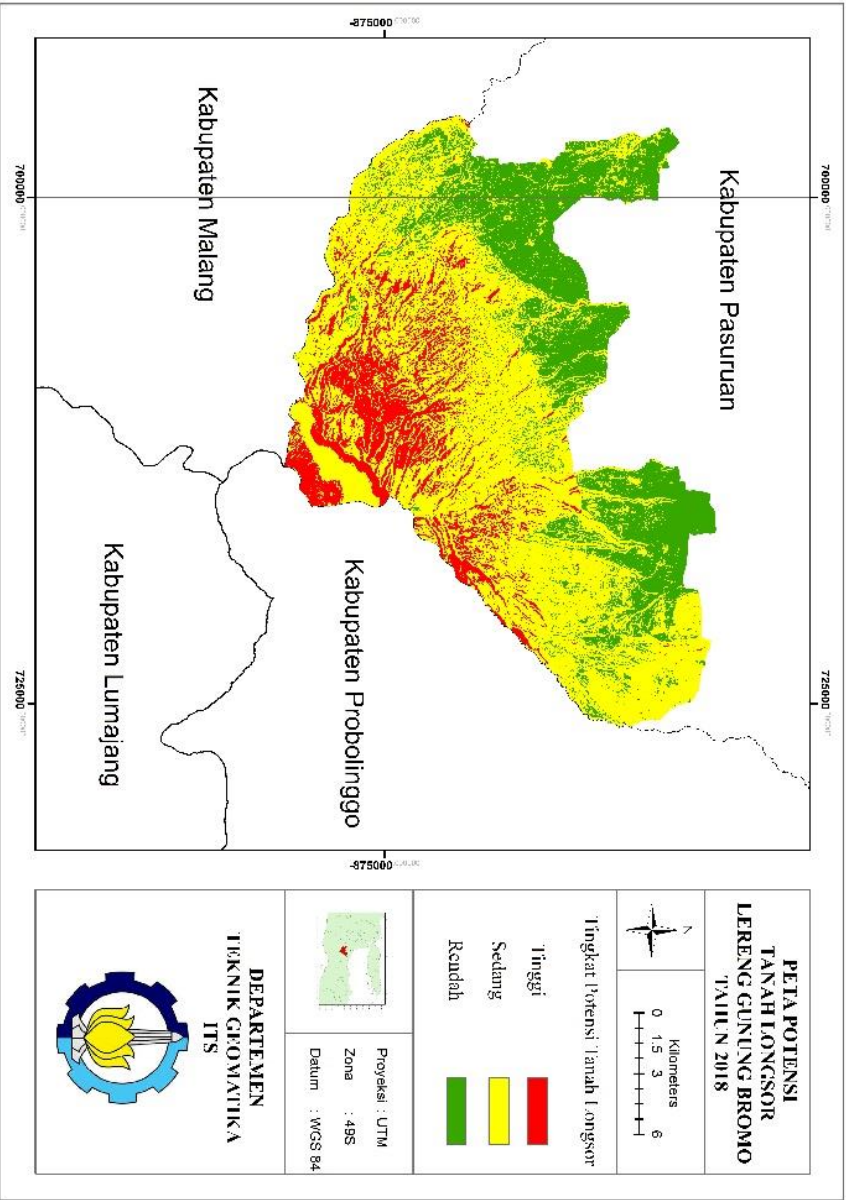












BIODATA PENULIS



Rizqi Malik Akbar, lahir di Kediri Jawa Timur pada tanggal 21 November 1996. Penulis merupakan anak ketiga dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak Dradjat Latih Sutikno dan Ibu Siti Utami. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Darma Wanita Gogorante lulus pada tahun 2003, SDN Sukorame 1 lulus pada tahun 2009, SMP Negeri 8 Kediri lulus pada tahun 2012, dan SMA Negeri 2 Kediri lulus pada tahun 2015. Pada tahun 2015

penulis diterima dalam seleksi SBMPTN pada Program Studi S1 Teknik Geomatika dengan NRP 03311540000075, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, ITS Surabaya. Selama perkuliahan, penulis aktif di organisasi intra kampus sebagai Staff Departemen Kesejahteraan Mahasiswa HIMAGE-ITS Periode 2016-2017. Penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan yang dilaksanakan di tingkat departemen dan fakultas seperti LKMM PraTD FTSP 2016, LKMW Tingkat Dasar yang diselenggarakan oleh HIMAGE-ITS dan sebagainya. Penulis juga mengikuti pelatihan seperti LKMMPraTD lingkup fakultas. Selain itu penulis juga pernah mengikuti kegiatan Kerja Praktek di Badan Pertanahan Nasional (BPN) Kota Malang pada tahun 2019. Penulis dapat dihubungi melalui email rizqimalik@gmail.com dan HP: 0851 5685 3778.