

# Pemanfaatan Data Citra Satelit Multi Temporal untuk Identifikasi Potensi Tanah Longsor di Lereng Gunung Bromo Kabupaten Pasuruan

Rizqi Malik Akbar, dan Akbar Kurniawan

Departemen Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

*e-mail*: akbar.geodesy@gmail.com<sup>2</sup>

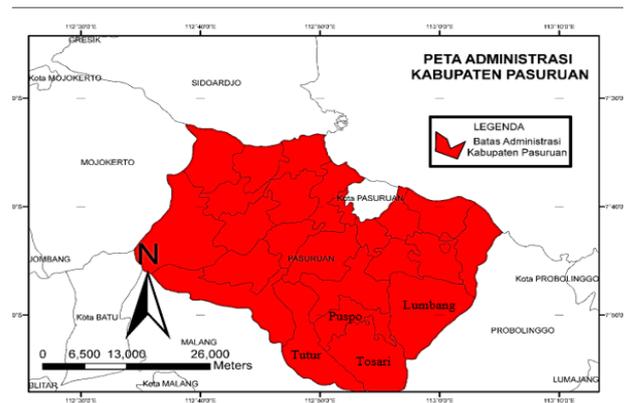
**Abstrak**—Tanah longsor merupakan sebuah bencana alam sering terjadi Indonesia. Tanah longsor disebabkan oleh gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut. Bencana tanah longsor. 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**—Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, Tanah Longsor, Pembobotan

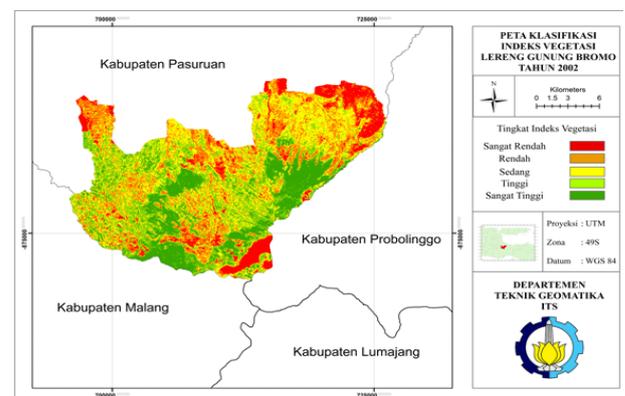
## I. PENDAHULUAN

**B**ENCANA 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 terh 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 [1].

Tanah Longsor merupakan salah satu bencana alam yang



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.  
(Sumber : Ina Geoportal 2020)

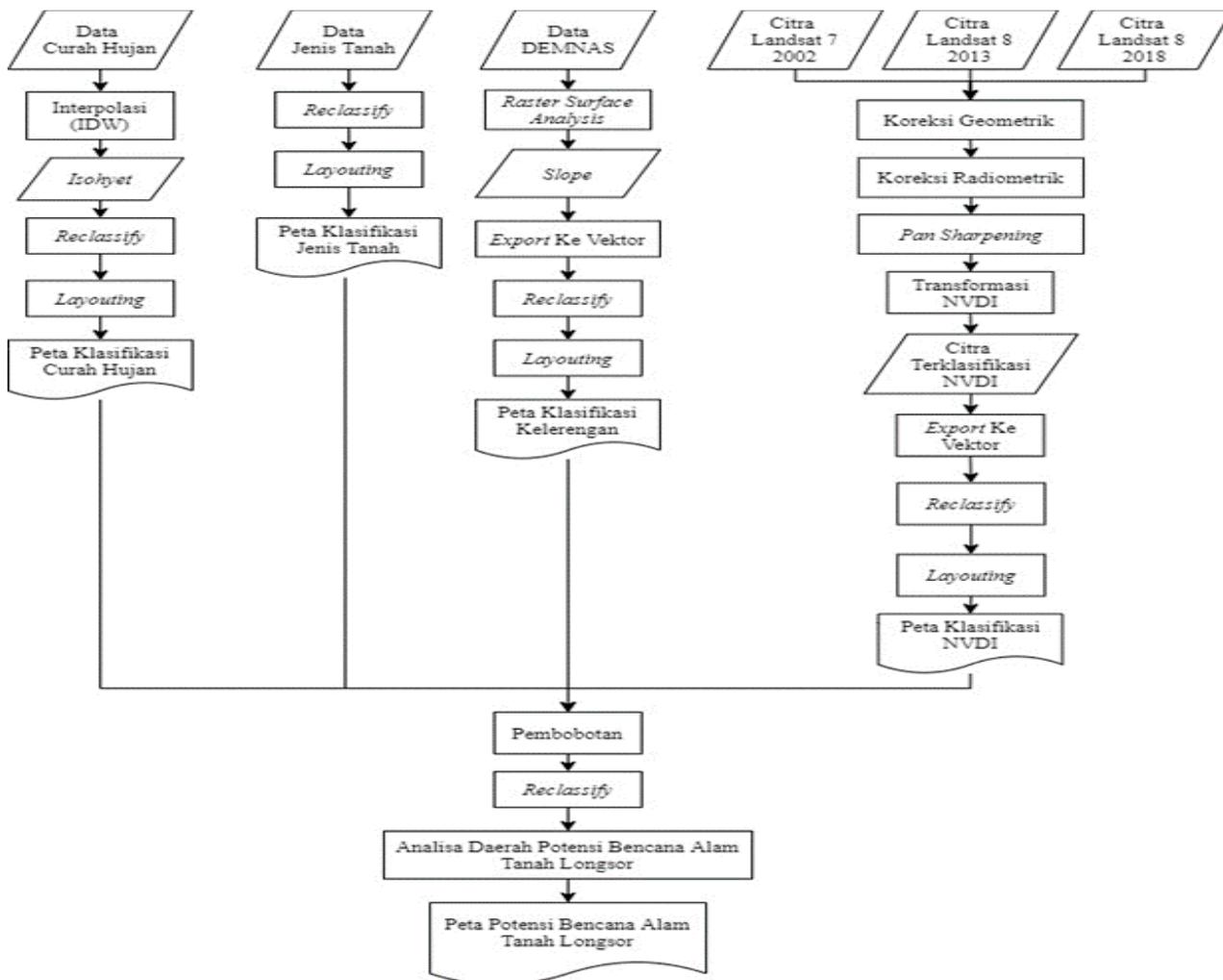


Gambar 3. Peta Klasifikasi NVDI Tahun 2002.

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.

Lereng Gunung Bromo memiliki karakteristik batuan 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) [2]. 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



Gambar 2. Diagram Alir.

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.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

### A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Kecamatan Puspo, Tutur, Tosari, dan Lumbang yang terletak di Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur, dapat dilihat pada Gambar 1.

### B. Data dan Peralatan

Data dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Curah Hujan Tahun 2002, 2013, 2018 Kabupaten Pasuruan dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur.
2. Citra Landsat 7 tahun 2002 path/row 118/65 (diunduh dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>)
3. Citra Landsat 8 tahun 2013 path/row 118/65 (diunduh dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>).

4. Citra Landsat 8 tahun 2018 path/row 118/65 (diunduh dari situs <https://earthexplorer.usgs.gov/>).
5. Peta Jenis Tanah Kabupaten Pasuruan dari Dinas Energi Sumber Daya dan Mineral Pprovinsi Jawa Timur
6. Data DEMNAS Kabupaten Pasuruan (diunduh dari <http://tides.big.go.id/DEMNAS/>).
7. Peta batas administrasi wilayah Kabupaten Pasuruan (diunduh dari [http:// tanahair.indonesia.go.id/](http://tanahair.indonesia.go.id/)).

### 1) Peralatan

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

### C. Diagram alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir tahapan penelitian pada Gambar 2.

#### 1) 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 :

#### 1. Input Data Curah Hujan

Input data curah hujan berupa koordinat stasiun pengamatan curah hujan dan nilai hujan tahunan di stasiun pengamatan curah hujan.

#### 2. Interpolasi Data Curah Hujan

Tabel 1.  
Parameter Pembobotan Tanah Longsor

Parameter	Besaran	Skor	Bobot
Kemiringan (Slope)	< 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 Latosol	1	30%
	Brown forest soil, Non calcik brown, Mideteranian	2	
	Andosol, Laterik, Grumosol, Podsol, Podsolik	3	
	Regosol, Litosol, Renzina	4	
	0.19 s/d 1	5	
Indeks Vegetasi	0.03 s/d 0.19	1	20%
	-0.13 s/d 0.03	2	
	-0.29 s/d -0.13	3	
	-1 s/d -0.29	4	
		5	

(Khoiri, dkk 2017)

Tabel 2.  
Tingkat Potensi Kerawanan Tanah Longsor

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

(DVMBG 2004)

Proses interpolasi data curah hujan menggunakan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* dengan menghitung nilai berdasarkan kebalikan jarak antar titik.

### 3. 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.

### 4. Reclassify

Hasil interpolasi selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas interval curah hujan sesuai tabel 1.

### 5. 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.

#### 2) Peta Klasifikasi Jenis Tanah

##### 1. Input Data Jenis Tanah

Input data jenis tanah yang telah berformat .shp ke eperangkat lunak pengolah data spsial

##### 2. Reclassify

Data jenis tanah selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas interval jenis tanah sesuai tabel 1.

### 3. Peta Klasifikasi Jenis Tanah

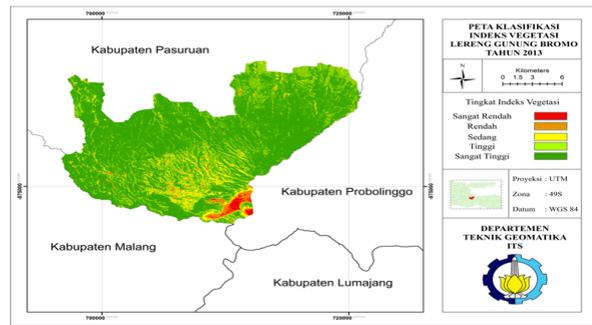
Setelah data jenis tanah diklasifikasikan, data jenis tanah disusun menjadi peta jenis tanah.

#### 3) Peta Klasifikasi Kelerengan

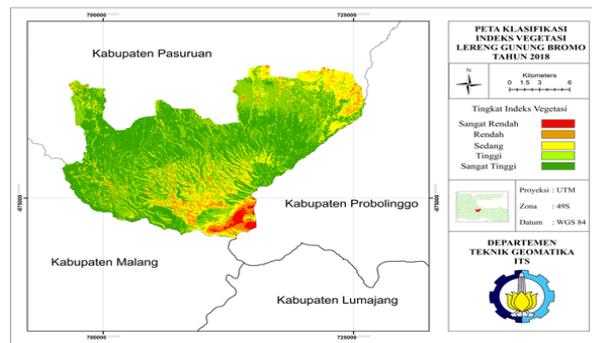
Data yang digunakan adalah DEM yang diperoleh dari *website DEMNAS*. Proses pembuatan peta klasifikasi kelerengan sebagai berikut:

##### 1. Pengaturan Sistem Koordinat

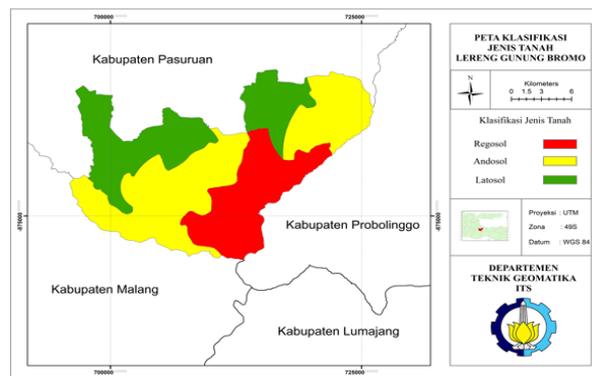
Data DEM yang didapatkan terlebih dahulu diatur sistem koordinat horizontal serta datum referensi ketinggiannya.



Gambar 4. Peta Klasifikasi NVDI Tahun 2013.



Gambar 5. Peta Klasifikasi NVDI Tahun 2018.



Gambar 6. Peta Jenis Tanah.

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.

### 2. Raster Surface Analysis

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

### 3. Slope

*Slope* merupakan data yang telah berbentuk lereng yang dihasilkan dari *Raster Surface Analysis*. Pembentukan *slope* merupakan proses kalkulasi dari rumus (1)

$$Slope(\%) = \frac{\text{Beda Tinggi}}{\text{Jarak di Lapangan}} \times 100\% \quad (1)$$

### 4. Reclassify

Hasil *Raster Surface Analysis* selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas interval kelerengan sesuai tabel 1.

### 5. Peta Klasifikasi Kelerengan

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

Tabel 3.

Luasan Klasifikasi NVDI di Lokasi Penelitian				
No.	Klasifikasi NVDI	Luas Area (Km <sup>2</sup> )		
		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

Tabel 4.

Luasan Jenis Tanah di Lokasi Penelitian		
No.	Jenis Tanah	Luas Area (Km <sup>2</sup> )
1	Regosol	87,92946
2	Andosol	164,40184
3	Latosol	111,492333
Total Luas		363,823633

Tabel 5.

Data Curah Hujan di Lokasi Penelitian				
Nama Stasiun	Rata Rata Curah Hujan Tahunan (mm)			
	2002	2013	2018	
Winongan	1036	1428	1632	
Nongkojajar	2494	2752	3012	
Grati	1097	1873	2234	
Nguling	1114	2293	2593	
Panditan	3194	3015	3032	
Bandilan	1211	2002	2423	
Cukurguling	1531	1799	1932	
Kedawung	717	1818	2094	

4) 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:

1. 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 pengolahan citra landsat.

2. 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 pengolahan citra landsat.

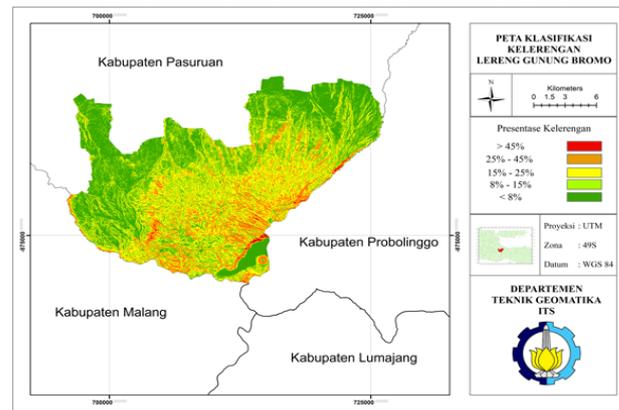
3. Pan Shrapening

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.

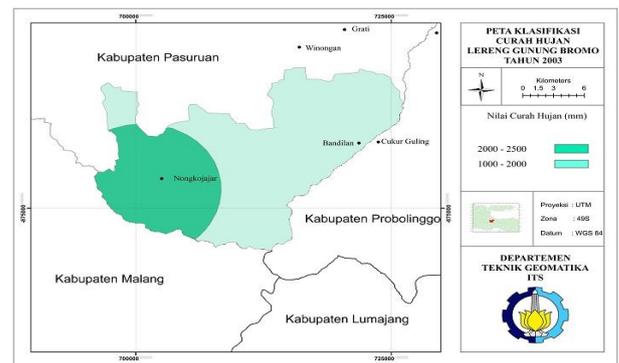
4. Transformasi NVDI

Selanjutnya citra diproses transformasi NVDI dengan menggunakan persamaan (2) yang menghasilkan nilai indeks vegetasi antara -1 dan +1 [3].

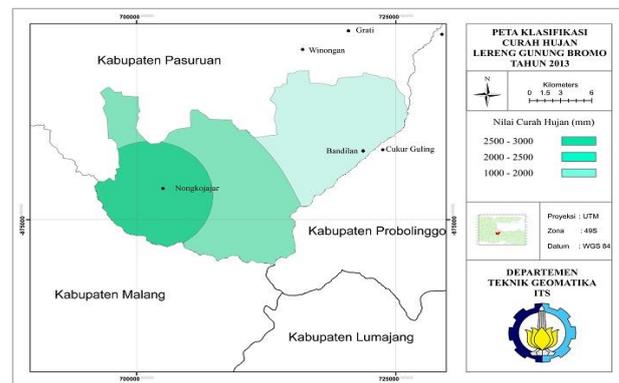
$$NDVI = \frac{NIR-red}{NIR+red} \quad (2)$$



Gambar 7. Peta Kelerengan.



Gambar 8. Peta Curah Hujan Tahun 2002.



Gambar 9. Peta Curah Hujan Tahun 2013.

NIR = Nilai Indeks Band Merah

Red = Band Infra Merah

5. Reclassify

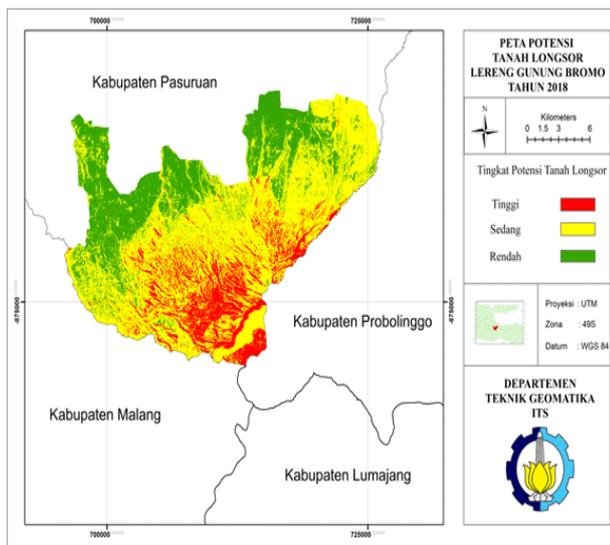
Hasil Transformasi NVDI selanjutnya diklasifikasikan dalam 5 kelas interval indeks vegetasi sesuai tabel 1.

6. 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.

5) 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 1. Setelah pemberian nilai bobot pada pada klasifikasi, selanjutnya diproses untuk menentukan tingkat potensi tanah longsor sesuai persamaan (3). Selanjutnya, nilai tingkat potensi tanah longsor diklasifikasikan dalam 3 kelas sesuai tabel 2.



Gambar 13. Peta Potensi Tanah Longsor 2018.

Tabel 6.

Luasan Area Potensi Tanah Longsor

No.	Tingkat Potensi Tanah Longsor	Luas (Km <sup>2</sup> )		
		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

Tabel 7.

Tabel Perubahan Luasan Potensi Tanah Longsor

No.	Tingkat Potensi Tanah Longsor	Luas Area (Km <sup>2</sup> )	
		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

$$\text{Tanah Longsor} = (20\% \times \text{faktor kelas curah hujan}) + (30\% \times \text{faktor kelas jenis tanah}) + (20\% \times \text{faktor indeks vegetasi}) + (305 \times \text{faktor kelas kemiringan (Slope)}) \quad (3)$$

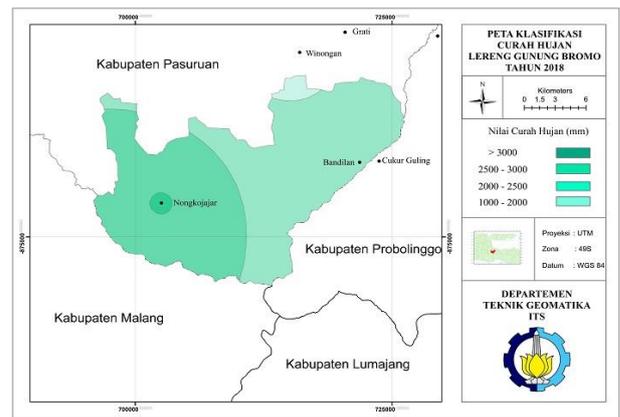
Hasil skoring tingkat potensi tanah longsor yang dilakukan untuk mendapatkan interval kelas kerentanan gerakan tanah selanjutnya di klasifikasikan menjadi tiga kelas yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Tingkat Potensi kerawanan tanah longsor dapat dilihat ppada Tabel 2.

### III. HASIL DAN ANALISA

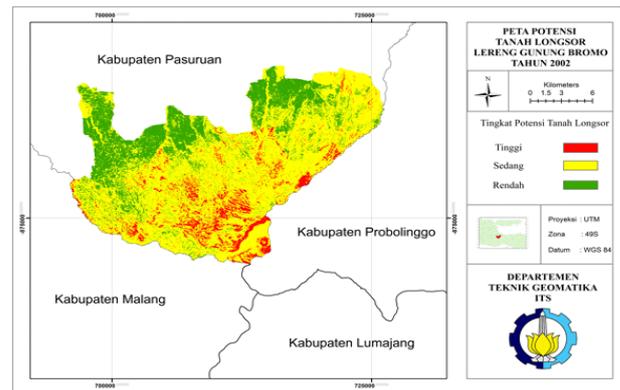
#### A. Peta Klasifikasi NVDI

Peta Klasifikasi NVDI merupakan hasil dari pengolahan citra satelit landsat yang telah terkoreksi radiometrik dan geometrik serta ditajamkan menggunakan Band Pankromatik kemudian dikategorikan menjadi 5 jenis yang disesuaikan tabel 1. Peta klasifikasi NVDI tahun 2013, 2018 dan 2020 dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5.

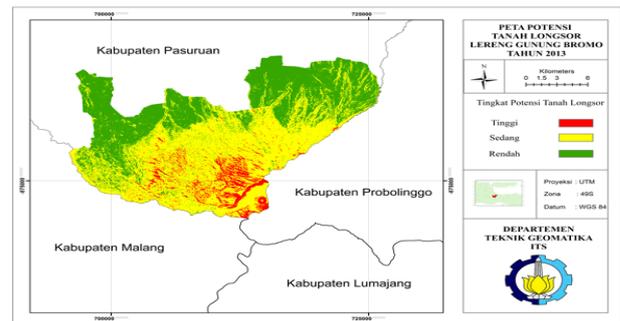
Pada tabel luasan indeks vegetasi, tingkat indeks vegetasi sangat rendah paling tinggi terjadi pada tahun 2002. Tingkat indeks vegetasi sangat tinggi paling rendah juga terjadi pada tahun 2002. Jika ditinjau dari peta klasifikasi indeks vegetasi, pada tahun 2002 memiliki tingkat potensi tanah longsor



Gambar 10. Peta Curah Hujan Tahun 2018.



Gambar 11. Peta Potensi Tanah Longsor 2002.



Gambar 12. Peta Potensi Tanah Longsor 2013

paling tinggi dibanding tahun 2013 dan 2018, dapat dilihat pada Tabel 3.

#### B. Jenis Tanah

Terdapat 3 jenis tanah yang medominasi persebaran jenis tanah di area lokasi penelitiannya, diantaranya Latosol, Andosol, dan Regosol. Peta jenis tanah dapat dilihat pada Gambar 6 serta luasan jenis tanah di lokasi penelitian pada Tabel 4.

#### C. Peta Kelerengan

Peta kelerengan merupakan hasil pengolahan dari data DEM. Data DEM yang digunakan diperoleh dari *website* DEMNAS. 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, dapat dilihat pada Gambar 7.

#### D. Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Jawa Timur. Data yang digunakan diperoleh dari 8 stasiun pengamatan curah yang tersebar di sekitar area lokasi penelitian, dapat dilihat pada Tabel 5.

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 1. Peta curah hujan tahun 2002, 2013 dan 2018 dapat dilihat pada Gambar 8, 9 dan 10.

#### E. 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 1. Setelah pemberian nilai bobot pada pada klasifikasi, selanjutnya diproses analisa spasial berupa perhitungan nilai tingkat potensi tanah longsor sesuai persamaan (3). Selanjutnya, nilai tingkat potensi tanah longsor diklasifikasikan dalam 3 kelas sesuai tabel 2. Peta Potensi tanah longsor tahun 2002, 2013 dan 2018 dapat dilihat pada Gambar 12, 13 dan 14, serta luasan area potensi tanah longsor dapat dilihat pada Tabel 6

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. Hasil perhitungan luasan potensi tanah longsor disajikan dalam tabel 6. 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 7.

Di tabel 7 dapat dilihat bahwa luasan tingkat potensi tanah longsor di lokasi penelitian mengalami penurunan pada periode 2002-2013 namun mengalami peningkatan pada periode 2013-2018.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut: (1) Dihasilkan 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  $96,4797 \text{ Km}^2$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. . Rofiq, "Identifikasi potensi daerah bencana tanah longsor di kawasan gunung wilis," Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya, 2018.
- [2] A. F. Isnawati, R. S. R. Elliyati, and I. H. Ayub, "Penyusunan peta rentan bencana alam longsor dengan teknologi penginderaan jauh melalui interpretasi citra satelit di Provinsi DIY," Institut Teknologi Telkom Purwokerto, 2009.
- [3] P. Danoedoro, *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, 1st ed. Yogyakarta: Andi Offset, 2012.