

**ANALISIS ANCAMAN ZONA RAWAN LONGSOR MENGGUNAKAN
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DENGAN METODE INDEX STORIE
DAN PERMEN PU ASPEK FISIK ALAMI
(Studi Kasus: Kabupaten Magetan)**

Elnatan Vieno Riyadi^{*)}, Moehammad Awaluddin, Abdi Sukmono

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
Email : elnatanvieno@gmail.com^{*)}

ABSTRAK

Tanah longsor terjadi karena penguapan air di permukaan tanah, sehingga mengalami retakan dan rekahan yang kemudian menjadi tempat terkumpulnya air hujan. Kumpulan air hujan yang intens di bagian dasar lereng yang dapat memicu gerakan perpindahan massa tanah atau batuan yang lebih besar, sehingga memicu timbulnya kejadian longsor. Kejadian tanah longsor tahun 2021 di Indonesia, berjumlah sebanyak 1.321 total kejadian. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan wilayah ancaman zona rawan longsor berdasarkan metode Permen PU dan Index Storie untuk menemukan metode yang paling mendekati atau sesuai dengan kejadian longsor di Kabupaten Magetan. Analisis spasial menggunakan Sistem Informasi Geografis dengan fitur overlay yaitu Weighted Overlay dengan keluaran raster ukuran grid 30x30m. Berdasarkan penelitian ini diperoleh hasil pemetaan persebaran luas wilayah menggunakan metode Permen PU dan Index Storie. Hasil analisis metode Permen PU memiliki tiga kelas yaitu rendah sebesar 10.301,13 Ha, sedang sebesar 50.760,81 Ha, dan tinggi sebesar 9.378,27 Ha dengan akurasi sebesar 95,24%. Sedangkan metode Index Storie memiliki tiga kelas yaitu rendah sebesar 21.266,73 Ha, sedang sebesar 44.109,36 Ha, dan tinggi sebesar 5.064,12 Ha dengan akurasi sebesar 92,86%.

Kata Kunci: Tanah Longsor, Kejadian Longsor, Index Storie, Permen PU

ABSTRACT

Landslides occur due to the cooling of water on the ground surface, which causes cracks and fissures that then become places for rainwater to collect. Intense collection of rainwater at the base of a slope, which can trigger a locking movement of larger soil or rock masses, thus triggering landslides. Landslide events in 2021 in Indonesia amounted to 1,321 in total. This study aims to look at a comparison of the threat areas of landslide-prone zones based on the Permen PU method and the Index Storie to find the method that is closest to or in accordance with the landslide events in Magetan Regency. Spatial analysis uses a Geographic Information System with an overlay feature, namely weighted overlay, with a raster output grid size of 30x30m. Based on this research, the results of capturing a wide-area distribution using the Permen PU and Index Storie methods were obtained. The results of the analysis of the Permen PU method have three classes, namely low at 10,301.13 ha, medium at 50,760.81 ha, and high at 9,378.27 ha, with an accuracy of 95.24%. While the Index Storie method has three classes, namely low of 21,266.73 ha, medium of 44,109.36 ha, and high of 5,064.12 ha, with an accuracy of 92.86%.

Keywords: *Landslide, Landslide Incident, Storie Index, Permen PU*

^{*)} Penulis Utama, Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Menurut ESDM (2015:3), tanah longsor adalah perpindahan material pembentuk lereng berupa batuan, bahan rombakan, tanah, atau material campuran tersebut, bergerak ke bawah atau ke lereng. Tanah longsor terjadi karena penguapan air di permukaan tanah, sehingga mengalami retakan dan rekahan yang kemudian, menjadi tempat terkumpulnya air hujan. Kumpulan air hujan yang intens di bagian dasar lereng, dapat memicu gerakan perpindahan massa tanah atau batu yang lebih besar, sehingga memicu timbulnya kejadian tanah longsor. Kejadian tanah longsor tahun 2021 di Indonesia, berjumlah sebanyak 1.321 total kejadian (BNPB, 2021). Terdapat tiga kecamatan di Kabupaten Magetan dinyatakan sebagai daerah rawan longsor, karena kecamatan tersebut berada di lereng Gunung Lawu (Harianto, 2021).

Menurut penelitian yang dilakukan di Desa Gonggang, Kecamatan Poncol, Kabupaten Magetan oleh William Don Boris (2011), analisis gerakan tanah menggunakan faktor – faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng melalui uji laboratorium sifat fisik, mekanik tanah, litologi, kemiringan lereng dan morfologi, vegetasi, dan curah hujan, serta analisis macam-macam gerakan tanah yaitu *Debris Slide*, *Rotational Slide*, *Soil Slide*, *Rock Fall*, dan *Debris Fall*. Penanggulangan ketidakstabilan lereng di daerah penelitian dilakukan dengan cara merubah geometri lereng, mengendalikan drainase dan rembesan, pembangunan tembok penahan, serta metode sosialisasi kepada masyarakat tentang bahaya gerakan tanah serta penanggulangannya. Penelitian tersebut menghasilkan peta geologi dan zona kerentanan daerah Gonggang dan sekitarnya.

Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu, macam-macam metode pendugaan longsor telah dikembangkan dalam menentukan wilayah potensi longsor diantaranya metode Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007 (Permen PU) dan metode Index Storie. Metode Permen PU merupakan pedoman untuk memberikan acuan dalam penentuan kawasan yang berpotensi menimbulkan longsor berdasarkan pertimbangan karakteristik fisik alami dan aktifitas manusia, serta memberikan perlindungan kepada masyarakat dari ancaman bencana longsor (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007). Metode Index Storie merupakan perhitungan parameter karakteristik fisik wilayah berupa tataguna lahan, kelerengan, geologi, dan curah hujan (Sugianti dkk., 2014). Berdasarkan metode tersebut, peneliti menggunakan metode Permen PU dikarenakan cocok untuk kriteria aspek fisik alami, mampu mengklasifikasikan zona rawan longsor menggunakan tujuh parameter diantaranya kemiringan lereng, kondisi tanah, batuan penyusun lereng, curah hujan, tata air lereng, kegempaan, dan vegetasi. Berkaitan dengan itu, sebagai pendukung kriteria aspek manusia, peneliti menggunakan metode Index Storie dengan empat parameter yakni kemiringan lereng, tata guna lahan, jenis tanah, dan curah hujan. Bahwasanya, peruntukan

penggunaan lahan oleh aktivitas manusia itu sendiri. Perkembangan metode dari berbagai variabel atau faktor yang ada, dimanfaatkan untuk mengurangi dampak akibat longsor pada daerah rawan longsor seperti Kabupaten Magetan.

Penelitian tugas akhir ini bertujuan menunjukkan adanya keterlibatan bidang teknologi berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG), untuk membuat peta ancaman zona rawan longsor menggunakan dua metode yakni metode Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007 (Permen PU) dan metode index storie. Analisis peta ancaman daerah rawan longsor menggunakan SIG memungkinkan peneliti melakukan penggabungan data dari berbagai sumber yang berbeda, memungkinkan analisis lebih komprehensif, mampu representasi data dalam bentuk visual seperti peta, grafik, dan diagram, sehingga memudahkan pemahaman analisis spasial dalam pengelolaan data yang relevan minim dari kesalahan pengolahan data. Melalui perkembangan metode yang ada, yakni Permen PU dan Index Storie, mendasari peneliti dalam memilih “Analisis Ancaman Zona Rawan Longsor Menggunakan Sistem Informasi Geografis dengan Metode Index Storie dan Permen PU Aspek Fisik Alami (Studi Kasus: Kabupaten Magetan)” sebagai judul penelitian. Sehingga, besar harapan dari peneliti untuk penelitian tugas akhir ini, dapat menjadi salah satu literatur referensi tambahan terkait kebencanaan yang mampu memudahkan mitigasi bagi Pemerintah Kabupaten Magetan.

I.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana persebaran wilayah ancaman zona rawan longsor menggunakan metode Permen PU di Kabupaten Magetan?
2. Bagaimana persebaran wilayah ancaman zona rawan longsor menggunakan metode Index Storie di Kabupaten Magetan?
3. Bagaimana perbandingan wilayah ancaman zona rawan longsor menurut metode Permen PU dan Index Storie dengan jumlah kejadian longsor di Kabupaten Magetan?

I.3 Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki batasan agar penelitian tidak melebar, batasan masalah tersebut terdiri dari beberapa hal berikut:

1. Metode Permen PU mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007.
2. Metode Index Storie mengacu pada Khoiri Sugianti tahun 2014.
3. Pengkelasan tingkat ancaman longsor menggunakan *Weighted Overlay* dan *reclassify*.
4. Satuan unit terkecil pemetaan atau ukuran grid adalah 30meter x 30meter.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wilayah penelitian ini dilakukan di Kabupaten Magetan dengan unit terkecil wilayah administrasi adalah Kecamatan.
2. Pengumpulan data penelitian terdiri dari jenis data primer dan data sekunder.
3. Data spasial yang digunakan adalah peta administrasi Kabupaten Magetan, peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, data tabular curah hujan, peta geologi, peta hidrogeologi, peta kegempaan, peta vegetasi, peta tataguna lahan, demnas BIG, citra Landsat-9, data kejadian longsor.
4. Metode yang digunakan pada pengolahan ancaman longsor yaitu Permen PU dan Index Storie.
5. Analisa dilakukan berdasarkan parameter kemiringan lereng, kondisi tanah, batuan penyusun lereng, curah hujan, tata air lereng, kegempaan, vegetasi, dan tataguna lahan.
6. Potensi zona ancaman rawan longsor akan diklasifikasikan menjadi tiga tingkat potensi yaitu rendah, sedang, dan tinggi.
7. Perangkat lunak yang digunakan adalah ArcGIS Map versi 10.7.1.
8. Verifikasi kesesuaian lokasi kejadian longsor dan pos penakar hujan di lapangan menggunakan GPS Handheld GARMIN 62sc.

I.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui persebaran wilayah ancaman zona rawan longsor menggunakan metode Permen PU No. 22/PRT/M/2007 di Kabupaten Magetan.
2. Mengetahui persebaran wilayah ancaman zona rawan longsor menggunakan metode Index Storie di Kabupaten Magetan.
3. Mengetahui perbandingan wilayah ancaman zona rawan longsor menurut metode Permen PU dan Index Storie dengan jumlah kejadian longsor di Kabupaten Magetan.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Bencana Tanah Longsor

Kebencanaan disebabkan oleh kejadian alam (*natural disaster*) maupun ulah manusia (*man-made disaster*), Indonesia terletak pada tiga pertemuan lempeng meliputi Lempeng Eurasia, Lempeng Indo-Australia, dan Lempeng Pasifik, sehingga dinamika geologis sangat dinamis mengakibatkan potensi bencana tanah longsor (Rachmawati dkk., 2018). Tanah longsor adalah suatu bentuk gerakan masa tanah, batuan dan reruntuhan tanah atau batu yang bergerak menuju lereng bawah yang dikendalikan oleh gaya gravitasi dan meluncur dari atas suatu lapisan kedap yang jenuh air. Tanah longsor terjadi apabila memenuhi tiga keadaan, yaitu lereng cukup curam, permukaan tanah yang kedap air, lapisan atas cukup air di atas kedap air sehingga tanah jenuh air (Paimin dkk., 2009).

II.2 Pemanfaatan Produk Penginderaan Jauh

Produk Landsat terunduh melalui situs USGS (United States Geological Survey) telah terkoreksi geometrik dengan datum WGS 1984 dengan kategori level-1 dan level-2. Level 1 memiliki tipikal L1TP (“T” dan “P” = telah dikoreksi *terrain* dan *precision* menggunakan *ground control points* (GCP)), L1GT (telah dikoreksi radiometrik dan geometrik), dan L1GS (label koreksi rendah karena tidak memiliki data GCP dan *digital elevation model*) (Fawzi & Husna, 2021). Kalibrasi radiometrik pada citra Landsat 8-9 dilakukan pada tahap *pre-processing* dengan metode *rescaling factors* (data dapat diambil dari metadata dengan format MTL). Tahapan kalibrasi radiometrik sebagai berikut:

1. Kalibrasi DN (*digital number*) ke radian TOA ($L\lambda$) (Fawzi & Husna, 2021; Forest Survey of India, 2018):

$$L\lambda = \frac{(L_{max}\lambda - L_{min}\lambda) / (Q_{calmax} - Q_{calmin})}{(Q_{cal} - Q_{calmin}) + L_{min}\lambda} \quad \text{II.1}$$

Dimana,

$L\lambda$ = cell value as radiance

L_{MAX} = nilai maksimal radian spektral [$W / (m^2 \text{ sr } \mu m)$]

$L_{MIN}\lambda$ = nilai minimal radian spektral [$W / (m^2 \text{ sr } \mu m)$]

Q_{CALMAX} = The maximum quantized calibrated pixel value

Q_{CALMIN} = The minimum quantized calibrated pixel value

Q_{CAL} = nilai piksel [DN]

2. Kalibrasi DN ke *Reflectance TOA; Apparent Reflectance; Planetary Reflectance; Reflectance at Sensors* (Fleming, 2001):

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_\lambda \cdot d^2}{ESUN_\lambda \cdot \cos(\theta_s)} \quad \text{II.2}$$

Dimana,

π = 3.14159

ρ_p = *Reflectance TOA*

L_λ = *spectral radiance at sensor's aperture*

$ESUN_\lambda$ = *band dependent mean solar exoatmospheric irradiance*

θ_s = *solar zenith angle*

d = *earth-sun distance, in astronomical units*

Nilai ESUN sebagai berikut:

Tabel II.1 ESUN Values

Landsat-8 Band	Wavelength (µm)	ESUN
2 (blue)	0.45 – 0.51	2067
3 (green)	0.53 – 0.59	1893
4 (red)	0.64 – 0.67	1603
5 (NIR)	0.85 – 0.88	972.6
6 (SWIR 1)	1.57 – 1.65	245
7 (SWIR 2)	2.11 – 2.29	79.72

II.3 Metode Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/PRT/M/2007

Metode ini memiliki tujuh parameter berdasarkan aspek fisik alamiah di setiap masing-masing tipologi zona yang berpotensi longsor. Zona Tipe A adalah zona berpotensi longsor pada daerah lereng gunung, lereng pegunungan, lereng bukit, lereng perbukitan, dan tebing sungai dengan kemiringan lereng lebih dari 40%, dengan ketinggian di atas 2000 meter di atas permukaan laut. Klasifikasi Zona-A sebagai berikut (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2007):

Tabel II.2 Kriteria Aspek Fisik Alami

Indikator	Bobot (%)	Tingkat Kerawanan	Bobot Penilaian	Nilai Bobot Tertimbang
Kemiringan Lereng	30	Tinggi	3	0,90
		Sedang	2	0,60
		Rendah	1	0,30
Kondisi Tanah	15	Tinggi	3	0,45
		Sedang	2	0,30
		Rendah	1	0,15
Batuan Penyusun Lereng	20	Tinggi	3	0,60
		Sedang	2	0,40
		Rendah	1	0,20
Curah Hujan	15	Tinggi	3	0,45
		Sedang	2	0,30
		Rendah	1	0,15
Tata Air Lereng	7	Tinggi	3	0,21
		Sedang	2	0,14
		Rendah	1	0,07
Kegempaan	3	Tinggi	3	0,09
		Sedang	2	0,06
		Rendah	1	0,03
Vegetasi	10	Tinggi	3	0,3
		Sedang	2	0,2
		Rendah	1	0,1
Jumlah Bobot	100			1,00-3,00

Tabel II.3 Klasifikasi Tingkat Kerawanan dengan Nilai Bobot Tertimbang

Tipe Zona	Tingkat Kerawanan Berpotensi Longsor	Total Nilai Bobot Tertimbang
A	Tinggi	2,40-3,00
	Sedang	1,70-2,39
	Rendah	1,00-1,69

II.4 Metode Index Storie

Di Indonesia, implementasi model parametrik aritmatik perkalian menggunakan metode Index Storie untuk menentukan tingkat rentan pergerakan tanah sudah mengalami perkembangan dan modifikasi sebagai berikut (Sitorus, 1985; Arifin dkk., 2006; Sugianti dkk., 2014):

$$\text{Index Storie} = A \times \frac{B}{10} \times \frac{C}{10} \times \frac{D}{10} \quad \text{II.3}$$

Keterangan:

- Index Storie = Tingkat Kerentanan
- Faktor A = Tataguna Lahan
- Faktor B = Kemiringan Lereng
- Faktor D = Curah Hujan

Tabel II.4 Klasifikasi Pemanfaatan Lahan Karnawati dalam Sugianti, 2014

Kelas Tataguna Lahan	Tingkat Erosi	Bobot
Hutan tidak sejenis	Tidak peka terhadap erosi	1
Hutan sejenis	Kurang peka terhadap erosi	2
Perkebunan	Agak peka terhadap erosi	3
Perumahan, Sawah, Kolam	Peka terhadap erosi	4
Tegalan, Tanah terbuka	Sangat peka terhadap erosi	5

Tabel II.5 Klasifikasi Kemiringan Lereng menurut Van Zuidam dalam Sugianti, 2014

Kemiringan	Kelas Lereng	Satuan Morfologi	Bobot
0-8%	Datar	Dataran	1
8-15%	Landai	Perbukitan berelief halus	2
15-25%	Agak Curam	Perbukitan berelief sedang	3
25-45%	Curam	Perbukitan berelief kasar	4
>45%	Sangat Curam	Perbukitan berelief sangat kasar	5

Tabel II.6 Klasifikasi Kepekaan Jenis Tanah terhadap Tingkat Erosi menurut Sobirin dalam Sugianti, 2014

Jenis Tanah	Tingkat Erosi	Bobot
Alluvial, Glei	Tidak Peka	1
Latosol	Sedikit peka	2
Brown Forest, Mediteran	Agak peka	3
Andosol, Grumosol, Podsol	Peka	4
Regosol, Litosol, Organosol	Sangat peka	5

Tabel II.7 Klasifikasi Intensitas Curah Hujan menurut Puslit Tanah dalam Sugianti, 2014

Intensitas Curah Hujan	Parameter	Bobot
< 2.000 mm/tahun	Kering	1
2.000 – 2.500 mm/tahun	Sedang atau lembab	2
2.500 – 3.000 mm/tahun	Basah	3
> 3.000 mm/tahun	Sangat Basah	4

Tabel II.8 Klasifikasi Tingkat Kerentanan terhadap Gerakan Tanah (Sugianti dkk., 2014)

A	B	C	D	Analisis Bobot	Nilai Kelas Bobot	Tingkat Kerentanan
1	1	1	1	0.001	< 0.001	Sangat rendah
2	2	2	2	0.016	0.001 – 0.016	Rendah
3	3	3	3	0.081	0.016 – 0.081	Sedang
4	4	4	4	0.256	0.081 – 0.256	Tinggi
5	5	5	5	0.625	> 0.256	Sangat tinggi

II.5 Parameter Kriteria

II.5.1 Kelerengan

Kelerengan terjadi akibat perubahan permukaan bumi yang disebabkan oleh daya-daya eksogen dan gaya-gaya endogen, mengakibatkan perbedaan letak ketinggian titik-titik di atas permukaan bumi. Semakin curam lereng akan memperbesar jumlah, kecepatan, dan energi angkut aliran permukaan (Arsyad, 2010).

II.5.2 Jenis Tanah

Klasifikasi tanah terdiri dari dua tingkat, yaitu Jenis Tanah dan Macam Tanah, yang didasarkan pada horizon utama penciri, proses pembentukan (genesis), dan sifat penciri lainnya (Subardja dkk., 2014). Faktor erodibilitas tanah tergantung pada jenis tanahnya, struktur, permeabilitas, kandungan bahan organik, distribusi ukuran partikel yang berarti suatu tempat dapat memiliki tingkat erosi tanah yang tinggi hanya karena karakteristik tanahnya. Nilai faktor K yang diukur diberikan pada tekstur tanah sebagai berikut (Kagoyire, 2009):

Tabel II.9 Erodibilitas Tanah dan nilai faktor K

Soil Type	Erodibility Factor	K factor score
Lakes	0	0
Andisols	0.01 – 0.08	0.04
Histosols	0.08 – 0.12	0.10
Mollisols	0.08 – 0.13	0.11
Entisols	0.10 – 0.14	0.12
Inceptisols	0.10 – 0.15	0.12
Alfisols	0.12 – 0.16	0.14
Ultisols	0.13 – 0.17	0.15

II.5.3 Geologi

Pembentukan bentang alam tersebut merupakan hasil dari geologi melalui berbagai cara, diantaranya proses endogen dan eksogen. Proses geologi ini berlangsung secara terus-menerus dan membentuk siklus perubahan pada permukaan bumi. Oleh karena itu, permukaan bumi selalu berubah dan selalu ada upaya dari alam untuk menyeimbangkan perubahan tersebut (Subekti, 2019). Pengelompokan batuan berdasarkan urutan kelas untuk proses pembuatan peta rawan longsor sebagai berikut (Jaelani, 2020):

Tabel II.10 Kelompok Geologi Teknik

Kelompok Geologi Teknik	Deskripsi	Kelas
Endapan alluvium	Merupakan endapan sungai, pantai, dan rawa, terdiri dari pasir lanauan, lanau pasiran, lanau lempungan, dan pasir lepas	1
Batu pasir	Merupakan batuan sedimen, terdiri dari perselingan batu pasir, batu lempung, dan breksi	2
Batu gamping	Terdiri dari batu gamping pasiran, batu gamping kristalin, dan batu gamping yang berumur Miosen Atas	2
Batu beku	Terdiri dari batuan beku dasit dan basalt	2
Batuan gunung api tak terpisahkan	Merupakan hasil kegiatan gunung api, terdiri dari lava, breksi, dan tufa.	3
Tufa batu apung	Merupakan batuan vulkanik kuarter, terdiri dari tufa batu apung, breksi lahar, dan lava	3
Breksi dan lava	Merupakan batuan vulkanik hasil kegiatan gunungapi pada masa Plio-Plistosen dan Oligo-Miosen.	3

II.5.4 Curah Hujan

Curah hujan merujuk pada jumlah air yang jatuh dalam bentuk butiran di atas permukaan tanah yang datar dalam jangka waktu tertentu, diukur dalam satuan tinggi (mm), tanpa memperhitungkan evaporasi, runoff, dan infiltrasi (BPSDA, 2015).

II.5.5 Hidrogeologi

Hidrogeologi atau Air Tanah adalah air yang terdapat dalam tanah dan mencapai lapisan yang jenuh air, terdapat dalam ruang antar butiran batuan ataupun rekahan batuan. (Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017). Air tanah tersimpan dalam akuifer, akuifer adalah lapisan batuan bawah permukaan yang mengandung air dalam jumlah yang berarti, disebabkan adanya ruang pori dalam atau antar batuan, dapat terbentuk dari pasir dan atau kerikil, perlapisan batu gamping dan batu pasir, dapat juga karena adanya celah atau retakan batuan (Suroyo, 2019).

II.5.6 Kegempaan

Menurut Subekti (2019), gempa bumi adalah suatu peristiwa dimana kerak bumi bergetar hingga terasa di permukaan bumi. Interaksi antara lempeng kerak bumi yang bergerak divergen atau konvergen dapat menyebabkan akumulasi tegangan. Secara kualitatif, hubungan besaran magnitudo skala Richter, skala intensitas MMI dan percepatan gempa sebagai berikut (Subekti, 2019):

Tabel II.11 Korelasi Kualitatif antara Skala Richter, MMI, dan percepatan Gempa

Skala Richter	Skala MMI	Percepatan Gempa (a)
3	II – III	0,003g
4	IV – V	0,010g
5	VI	0,030g
6	VII-VIII	0,1g
7	IX	0,3g
8	X – XI	1,0g

II.5.7 Tataguna Lahan

Jenis-jenis penggunaan tanah perdesaan meliputi tanah perkampungan, tanah industri, tanah pertambangan, tanah persawahan, pertanian tanah kering semusim, tanah kebun, tanah perkebunan, padang, hutan, perairan darat, tanah terbuka, lain-lain (BPN RI, 1997).

II.5.8 Vegetasi

Kerapatan vegetasi yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari perhitungan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dalam satuan piksel (30m x 30m). Menurut Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012), NDVI merupakan nilai yang diperoleh dari gabungan beberapa spektral band spesifik dari citra penginderaan jauh, gelombang energi yang dipancarkan dari vegetasi bertujuan untuk mengetahui ukuran kehidupan dan jumlah dari suatu tanaman. Menurut USGS, persamaan NDVI dalam Landsat 8-9 sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR-Red)}{(NIR+Red)} \quad II.4$$

Rentang nilai NDVI yang cocok diidentifikasi untuk klasifikasi tutupan lahan sebagai berikut (Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2012):

Tabel II.12 Nilai NDVI

Kelas	NDVI	Keterangan
1	-1 s/d -0.03	Lahan tidak bervegetasi
2	-0.03 s/d 0.15	Kehijauan sangat rendah
3	0.15 s/d 0.25	Kehijauan rendah
4	0.26 s/d 0.35	Kehijauan sedang
5	0.36 s/d 1.00	Kehijauan tinggi

Penilaian kekritisan kawasan bergambut berfungsi lindung dan budidaya memiliki skoring sebagai berikut (Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2012):

1. Skor 1: kerapatan tajuk lebat (>71%, atau $0,36 \leq NDVI \leq 1,00$);
2. Skor 2: kerapatan tajuk sedang (50%-70%, atau $0,26 \leq NDVI \leq 0,35$);
3. Skor 3: kerapatan tajuk jarang (<50%, atau $-1,0 \leq NDVI \leq 0,25$).

II.6 Kualitas Data

II.6.1 Ketelitian Geometri

Standar dan ketentuan ketelitian geometri Peta RBI dapat dilihat sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2018) :

Tabel II.13 Ketelitian Geometri Peta Dasar RBI

Skala	Interval Kontur (m)	Ketelitian Peta RBI		
		Kelas 1 CE90 (m)	Kelas 2 CE90 (m)	Kelas 3 CE90 (m)
1:1.000.000	400	300	600	900,0
1:500.000	200	150	300	450,0
1:250.000	100	75	150	225,0
1:100.000	40	30	60	90,0
1:50.000	20	15	30	45
1:25.000	10	7,5	15	22,5
1:10.000	4	3	6	9,0
1:5.000	2	1,5	3	4,5
1:2.500	1	0,75	1,5	2,3
1:1.000	0,4	0,3	0,6	0,9

$$RMSE_r = \sqrt{\frac{(DX)^2 + (DY)^2}{n}} \quad \text{II.5}$$

Perolehan nilai CE90 dan LE90 melalui rumus yang mengacu pada US NMAS (*United States National Map Accuracy Standards*) sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2014):

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE_r \quad \text{II.6}$$

Keterangan:
 $RMSE_r = \text{Root Mean Square Error}$ pada posisi x dan y (horizontal)

Tabel II.14 Ketentuan Ketelitian Geometri Peta RBI Berdasarkan Kelas

Ketelitian	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
Horizontal	0,3 x bilangan skala	0,6 x bilangan skala	0,9 x bilangan skala

II.6.2 Akurasi Posisi

Untuk menguji ketelitian geometri, titik-titik uji tersebar secara ideal di seluruh area yang akan diuji. Area tersebut dibagi menjadi 4 kuadran, dan setiap kuadran harus memiliki setidaknya 20% dari jumlah total titik uji. Jarak antara titik-titik uji minimal harus 10% dari jarak diagonal data yang diuji. Jumlah titik uji akurasi sebagai berikut (Badan Standardisasi Nasional, 2015):

Tabel II.15 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan

Luasan (Km2)	Jumlah titik uji untuk ketelitian horizontal	Jumlah titik uji untuk ketelitian vertikal		
		Area non vegetasi	Area vegetasi	Jumlah total titik
<500	20	20	0	20
501-750	25	20	10	30
751-1000	30	25	15	40
1001-1250	35	30	20	50
1251-1500	40	35	25	60
1501-1750	45	40	30	70
1751-2000	50	45	35	80
2001-2250	55	50	40	90
2251-2500	60	55	45	100

II.6.3 Akurasi Tematik

Menurut ISO 19157, akurasi tematik didefinisikan sebagai akurasi atribut kuantitatif, kebenaran atribut kualitatif, dan klasifikasi unsur serta hubungan di dalamnya.

Tabel II.16 Jumlah Sampel (BSN, 2013)

Population size		p ₀ Sample size (n)	Rejection Limit					
From	To		0,5%	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%	5,0%
1	8	All	1	1	1	1	1	1
9	50	8	1	1	1	2	2	2
51	90	13	1	1	2	2	2	3
91	150	20	1	2	2	3	3	4
151	280	32	1	2	3	3	4	4
281	400	50	2	3	3	4	5	6
401	500	60	2	3	4	5	6	7
501	1200	80	3	3	5	6	7	8
1201	3200	125	3	4	6	8	10	11
3201	10000	200	4	6	8	11	14	16
10001	35000	315	5	7	12	16	20	23
35001	150000	500	6	10	16	23	28	34
150001	500000	800	9	14	24	33	42	51
>500000		1250	12	20	34	49	63	76

Menurut J. Congalton (2019), Error Matrix (matrik kesalahan) atau *confusion matrix* adalah susunan bilangan persegi disusun dalam baris dan kolom, yang menyatakan unit sampel yang ditetapkan ke kelas tertentu dalam satu klasifikasi relatif terhadap jumlah unit sampel yang ditetapkan ke kelas tertentu dalam klasifikasi lain. *Overall accuracy* antara klasifikasi penginderaan jauh (yaitu, peta) dan data referensi kemudian dapat dihitung sebagai berikut (Congalton & Green, 2019):

$$\text{overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{n} \quad \text{II.7}$$

Akurasi pembuat dapat dihitung dengan

$$\text{producer's accuracy}_j = \frac{n_{jj}}{n_{+j}} \quad \text{II.8}$$

Akurasi pengguna dapat dihitung dengan

$$\text{user's accuracy}_i = \frac{n_{ii}}{n_{i+}} \quad \text{II.9}$$

II.6.4 Kappa Koefisien

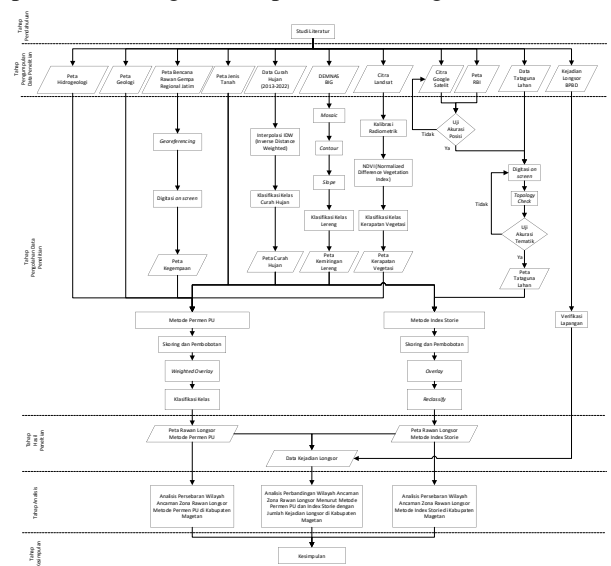
Kappa Koefisien merupakan koefisien untuk mengukur proporsi kesepakatan atau konsistensi antara dua penilaian dengan menghilangkan kesalahan klasifikasi. Kappa Koefisien dapat dihitung apabila matrik kesalahan klasifikasi telah disusun. Berikut formula Kappa Koefisien (Congalton & Green, 2019):

$$\hat{k} = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}} \quad \text{II.10}$$

III. Metodologi Penelitian

III.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian menjelaskan diagram yang menggambarkan tahapan proses yang akan dilakukan pada tahap awal sampai tahap akhir penelitian. Diagram alir penelitian sebagai berikut:



Gambar III.1 Diagram Alir Penelitian

III.2 Alat Penelitian

Pada penelitian ini terdapat alat yang dibutuhkan terdiri dari perangkat lunak dan keras yaitu:

1. Perangkat Lunak
 - a. Microsof Office
 - b. *Webpage* dan perpustakaan digital
 - c. ArcGIS Map 10.7
 - d. SAS Planet
 - e. Goggle Earth Pro v7.3.4.8642 (64-bit)
 - f. *Base Map ArcGIS*
 - g. UTM Geo Map v3.6.7
2. Perangkat Keras
 - a. Laptop
 - b. Telepon seluler
 - c. Alat tulis dan kertas
 - d. GPS Handheld Garmin 62sc

III.3 Pengumpulan Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder sebagai berikut:

Tabel III.1 Pengumpulan Data Penelitian

No.	Data	Sumber
1.	Peta Administrasi Kabupaten Magetan	Bappeda Litbang Kab. Magetan
2.	Kemiringan Lereng	DEM Nasional
3.	Peta Tanah Skala Semi Detail skala 1:50.000 tahun 2017	Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP)
4.	Geologi skala 1:50.000 tahun 2018	Badan Geologi, Pusat Survei Geologi, Kementerian ESDM
5.	Data Tabular Curah Hujan tahun 2013-2022	DPU Pengairan Kab. Magetan dan verifikasi di lapangan
6.	Hidrogeologi skala 1:100.000 tahun 2018	Badan Geologi, Pusat Air Tanah dan Geologi Tata Lingkungan Kementerian ESDM
7.	Peta Kawasan Rawan Bencana Gempa Bumi Regional Jawa Timur skala 1:500.000 tahun 2010	Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG), Kementerian ESDM oleh Supartoyo dan Djadja
8.	Tataguna Lahan skala 1:25.000 tahun 2011 (diperbarui tahun 2022 dengan digitasi <i>on screen</i>)	Kantor Pertanahan Kabupaten Magetan
9.	Vegetasi Citra Landsat 8-9 OLI/TIRS C2 L1 (<i>path/row</i> = 119/065)	USGS (United States Geological Survey)
10.	Data tabular kejadian bencana	BPBD Kabupaten Magetan

III.4 Tahapan Pengolahan

III.4.1 Tipologi Zona

Tipologi zona dilakukan setelah tahap mosaik dan *profile graph*. Dilakukan penggabungan citra dari data DEMNAS dengan AOI (*Area of Interest*) Kabupaten Magetan, terdiri dari DEMNAS_1508-41_v1.0, DEMNAS_1508-42_v1.0, DEMNAS_1508-51_v1.0, DEMNAS_1508-13_v1.0, DEMNAS_1508-14_v1.0, DEMNAS_1508-23_v1.0, DEMNAS_1508-11_v1.0, DEMNAS_1508-12_v1.0, DEMNAS_1508-21_v1.0.

III.4.2 Kemiringan Lereng

Tahap pembuatan kelas kemiringan lereng diawali melalui proses konversi, dari data mosaik (raster) menjadi kontur (vektor), menggunakan alat toporaster dan *slope*. Interval kontur 10meter dengan toleransi maksimal 0,5 x bilangan skala untuk menyesuaikan MMU (*Minimum Mapping Unit*), eliminasi panjang kontur <500m dan luas kontur sebesar <12,5m atau <0,625 ha. Selanjutnya proses generalisasi menggunakan *smoothing tool*.

III.4.3 Curah Hujan

Pengolahan curah hujan menggunakan analisis spasial pada fitur SIG yaitu interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighting*) dari plot 20 titik berisi intensitas curah hujan yang tersebar (*z value*) dan koordinat XY, dengan *number of points* = 2.

III.4.4 Kegempaan

Georeferencing terhadap peta kawasan rawan bencana gempa bumi regional Jawa Timur skala 1:250.000 tahun 2010, digitasi *onscreen* sesuai AOI (*Area of Interest*).

III.4.5 Tataguna Lahan

Uji akurasi posisi berdasarkan data yang diperoleh dari Bappeda Kab. Magetan untuk luas Kab. Magetan, yaitu 704.408829 km². Berdasarkan tabel titik uji luasan, berada pada interval 501-750, maka jumlah titik uji sebanyak 25 titik untuk ketelitian horizontal. Maka jumlah titik ujinya yaitu 25 titik yang terbagi dalam 4 kuadran.

Jumlah titik uji minimum = 20% x 25

Jumlah titik uji minimum = 5 titik per kuadran

Minimal jarak antar titik uji = 10% x jarak diagonal

Minimal jarak antar titik uji = 10% x 50300m

Jumlah populasi sebesar 1.743, maka jumlah sampel yang diperlukan >125 titik, setelah formulir *accuracy assessment* terisi 125 titik, maka keluaran akan lebih dari jumlah awal 125 titik uji.

III.4.6 Vegetasi

Klasifikasi penutup lahan menggunakan metode NDVI menggunakan metadata pada file LC09_L1TP_119065_20220805_20230404_02_T1.

Landsat 9 perekaman tanggal 5 Agustus 2022, *path/row* 119/065, waktu perekaman 02:42:03 GMT+0 (waktu perekaman yang ditulis pada metadata adalah GMT). Jika disesuaikan dengan waktu lokal yaitu WIB (GMT+7), sehingga citra direkam pada pukul 09:42:03 WIB. Kalibrasi radiometrik diawali dengan melakukan *rescalling factors* dari data metadata untuk kalibrasi radiometrik *digital number* (DN) ke *Radiance* pada kanal 4 dan kanal 5. Selanjutnya, melakukan *rescalling factor* dari metadata untuk kalibrasi radiometrik DN ke *Reflectance TOA* berdasarkan metadata MTL.

III.4.7 Metode Index Storie

Model perkalian setelah dilakukan proses skoring dan *overlay* (tumpang susun) terhadap beberapa parameter longsor dari metode permen PU (kemiringan lereng, jenis tanah, dan curah hujan), dan tata guna lahan mengacu Sugianti (2014).

III.4.8 Permen PU

Metode penelitian ini menggunakan *tool Weighted Overlay* menggunakan skoring dan pembobotan format raster ukuran grid 30mx30m, mengacu pada Pedoman Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 22/PRT/M/2007.

III.4.9 Verifikasi Data Kejadian Bencana Longsor

Data tabular kejadian longsor dari BPBD Kabupaten Magetan sebagai acuan dan verifikasi 42 kejadian longsor yang digunakan pada penelitian tahun 2023 per bulan Januari dan Februari. Pengambilan koordinat menggunakan GPS Handheld, dan dokumentasi di area pasca kejadian longsor.

IV. Hasil dan Pembahasan

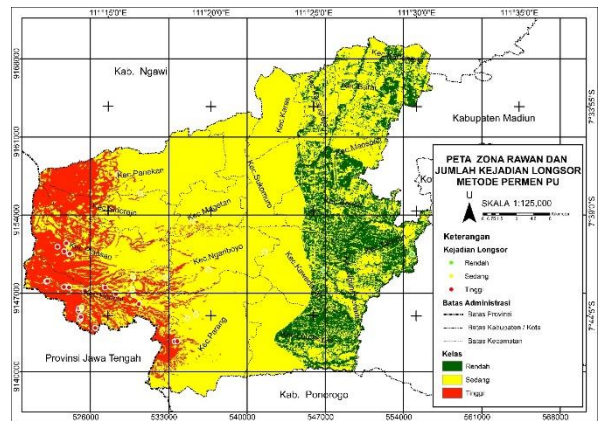
IV.1 Parameter Kriteria

1. Kemiringan Lereng
Dalam penelitian ini berdasarkan Arsyad (2010) dan Van Zuidam (2014), klasifikasi kelas kemiringan lereng diinterpretasikan dalam persen yang dibagi enam sub kelas yaitu, 0-3% (datar), 3-8% (landai), 8-15% (agak miring), 15-30 (miring), 30-45% (agak curam), >45% (curam).
2. Jenis Tanah
Pengelompokan tanah di Kabupaten Magetan berdasarkan Subardja (2014), terdiri dari Andosol, Gleisol, Grumusol, Kambisol, Latosol, Litosol, Mediteran, Permukiman, dan Tubuh Air.
3. Curah Hujan
Berdasarkan perolehan hasil interpolasi IDW menggunakan persebaran dua puluh pos penakar hujan dan verifikasi di lapangan. Terdapat empat kelas curah hujan di Kabupaten Magetan terdiri dari >1.000 mm/tahun, 1.000-2.500 mm/tahun, 2.500-3.000 mm/tahun, >3.000 mm/tahun dengan sebaran 20 pos penakar hujan.
4. Geologi
Formasi geologi di Kabupaten Magetan yaitu tuf tambal, tuf jobolarangan, tuf butak, lava sidoramping, lava jobolarangan, lava candradimuka, lava butak, lahar lawu, formasi nglanggran, formasi dayakan, breksi jobolarangan, batuan gunungapi lawu, anak lava, dan aluvial.
5. Hidrogeologi
Diperoleh hasil pengolahan dengan tiga kelas yang terdiri dari akuifer melalui ruang antar butir, akuifer melalui celahan dan antar butir, dan akuifer melalui celah/sarang mulai dari tingkat produktif tinggi hingga langka.
6. Kegempaan
Kabupaten Magetan memiliki kategori kawasan rawan bencana gempa pada tingkat menengah hingga tingkat tinggi. Kekuatan gempa bumi, skala mercalli mulai dari V hingga lebih dari VIII dan nilai percepatan tanah mulai dari 0.1g hingga lebih dari 0.34g.
7. Tataguna Lahan
Penggunaan lahan di Kabupaten Magetan diantaranya untuk keperluan seperti hutan, padang, perairan darat, tanah kebun, tanah perkampungan, tanah persawahan, tanah pertambangan, dan tanah terbuka. Uji akurasi geometri berdasarkan hasil 20 titik uji, RMSE sebesar 7,891 m dan CE90 sebesar 11,975 m. Uji akurasi tematik metode Matrik Konfusi menghasilkan *Overall Accuration* sebesar 98% dan *Kappa* sebesar 97%.
8. Vegetasi
Perhitungan metode NDVI menggunakan kanal 5 dan kanal 4 terbagi menjadi lima kelas sesuai nilai NDVI mengacu Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No:

P.12/Menhut-II/2012 yaitu lahan tidak bervegetasi (-0.843651235 s/d -0.03), kehijauan sangat rendah (-0.03 s/d 0.15), kehijauan rendah (0.15 s/d 0.25), kehijauan sedang (0.26 s/d 0.35), kehijauan tinggi (0.36 s/d 0.788643479).

IV.2 Hasil dan Analisis Ancaman Zona Rawan Longsor Metode Permen PU di Kabupaten Magetan

Berdasarkan hasil pengolahan *weighted overlay* metode Permen PU menggunakan tujuh parameter dengan skoring dan pembobotan, diperoleh peta ancaman zona rawan longsor yang terbagi tiga kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi sebagai berikut:



Gambar IV.1 Hasil Peta Metode Permen PU

Ancaman zona rawan longsor tingkat sedang memiliki persentase tertinggi dengan luas 50.760,81 Ha atau mencakup 72,06% dari total luas daerah penelitian, sedangkan ancaman zona rawan longsor tingkat tinggi memiliki persentase terendah dengan luas 9.378,27 Ha atau mencakup 13,31% dari total luas daerah penelitian. Luas wilayah masing – masing tingkat kerawanan berdasarkan metode Permen PU dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel IV.1 Persentase Tingkat Rawan Longsor Metode Permen PU

Tingkat Rawan	Luas (Ha)	Persentase Luas (%)	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Rendah	10.301,13	14,62	2	4,76
Sedang	50.760,81	72,06	14	33,33
Tinggi	9.378,27	13,31	26	61,91
Total	70.440,21	100,00	42	100

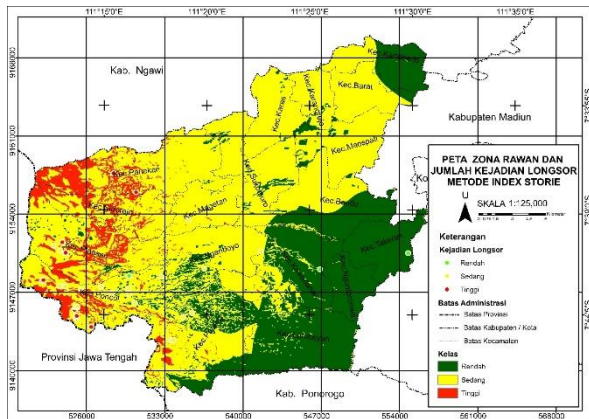
Berdasarkan analisis yang dilakukan di daerah penelitian, persebaran luas wilayah yang didominasi oleh potensi rendah yaitu Kecamatan Bendo dengan luas 2.224,98 Ha, persebaran luas wilayah yang didominasi oleh potensi sedang yaitu Kecamatan Parang dengan luas 6.760,08 Ha, dan persebaran luas wilayah yang didominasi oleh potensi tinggi yaitu Kecamatan Poncol dengan luas 3.227,76 Ha. Persebaran ancaman zona rawan longsor untuk masing-masing kecamatan sebagai berikut:

Tabel IV.2 Sebaran Luas Metode Permen PU

Kecamatan	Luas Kelas Rawan Longsor (Ha)			Luas Total (Ha)	Persentase (%)
	Rendah	Sedang	Tinggi		
Kec.Barat	695,25	1.641,87	0	2.337,12	3,32
Kec.Bendo	2.224,98	2.399,58	0	4.624,56	6,56
Kec.Karangrejo	301,41	1.322,01	0	1.623,42	2,30
Kec.Karas	30,6	2.654,55	0	2.685,15	3,81
Kec.Kartoharjo	805,32	1.799,28	0	2.604,6	3,70
Kec.Kawedanan	982,71	3.100,23	0	4.082,94	5,80
Kec.Lembeyan	1.937,43	3.838,59	0	5.776,02	8,20
Kec.Magetan	0	2.281,77	49,95	2.331,72	3,31
Kec.Maospati	985,32	2.327,22	0	3.312,54	4,70
Kec.Ngariboyo	0	3.895,02	246,69	4.141,71	5,88
Kec.Nguntoronadi	689,58	1.115,37	0	1.804,95	2,56
Kec.Panekan	0	4.944,96	1.502,64	6.447,6	9,15
Kec.Parang	0	6.760,08	636,39	7.396,47	10,50
Kec.Ploasan	0	2.975,76	2.843,19	5.818,95	8,26
Kec.Poncol	0	2.073,78	3.227,76	5.301,54	7,53
Kec.Sidorejo	0	2.259,72	872,01	3.131,73	4,45
Kec.Sukomoro	104,94	4.223,07	0	4.328,01	6,14
Kec.Takeran	1.544,31	1.149,57	0	2.693,88	3,82
Total	10.301,9	50.762,4	9.378,63	70.442,91	100,00

IV.3 Hasil dan Analisis Ancaman Zona Rawan Longsor Metode Index Storie di Kabupaten Magetan

Berdasarkan hasil pengolahan *overlay* metode Index Storie menggunakan empat parameter dengan skoring dan pembobotan mengacu Sugianti (2014) meliputi Tataguna Lahan pada Tabel III.4, Kemiringan Lereng pada Tabel III.5, Jenis Tanah pada Tabel III.6 dan Curah Hujan pada Tabel III.7, dan klasifikasi berdasarkan Tabel II.8, diperoleh peta ancaman zona rawan longsor yang terbagi tiga kelas yaitu rendah, sedang, dan tinggi sebagai berikut:



Gambar IV.2 Peta Hasil Ancaman Rawan Longsor Metode Index Storie

Ancaman zona rawan longsor tingkat sedang memiliki persentase tertinggi dengan luas 44.109,36 Ha atau mencakup 62,62% dari total luas daerah penelitian, sedangkan ancaman zona rawan longsor tingkat tinggi memiliki persentase terendah dengan luas 5.064,12 Ha atau mencakup 7,19% dari total luas daerah penelitian. Luas wilayah masing – masing tingkat kerawanan berdasarkan metode Index Storie dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel IV.3 Persentase Tingkat Rawan Longsor Metode Permen PU

Tingkat Rawan	Luas (Ha)	Persentase Luas (%)	Jumlah Kejadian	Persentase (%)
Rendah	21.266,73	30,19	3	7,14
Sedang	44.109,36	62,62	25	59,52
Tinggi	5.064,12	7,19	14	33,33
Total	70.440,21	100,00	42	100

Berdasarkan analisis yang dilakukan di daerah penelitian, persebaran luas wilayah yang didominasi oleh potensi rendah yaitu Kecamatan Lembeyan dengan luas 5.158,53 Ha, persebaran luas wilayah yang didominasi oleh potensi sedang yaitu Kecamatan Parang dengan luas 4.899,42 Ha, dan persebaran luas wilayah yang didominasi oleh potensi tinggi yaitu Kecamatan Panekan dengan luas 1.560,24 Ha. Persebaran ancaman zona rawan longsor untuk masing-masing kecamatan sebagai berikut:

Tabel IV.4 Sebaran Luas Metode Index Storie

Kecamatan	Luas Kelas Rawan Longsor (Ha)			Luas Total (Ha)	Persentase (%)
	Rendah	Sedang	Tinggi		
Kec.Barat	173,88	2.163,24	0	2337,12	3,32
Kec.Bendo	2.276,73	2.347,83	0	4624,56	6,56
Kec.Karangrejo	85,14	1.538,28	0	1623,42	2,30
Kec.Karas	55,53	2.629,44	0,18	2685,15	3,81
Kec.Kartoharjo	1.667,34	937,26	0	2604,6	3,70
Kec.Kawedanan	3.230,82	850,68	1,44	4082,94	5,80
Kec.Lembeyan	5.158,53	617,31	0,18	5776,02	8,20
Kec.Magetan	12,96	2.299,41	19,35	2331,72	3,31
Kec.Maospati	252,72	3.059,82	0	3312,54	4,70
Kec.Ngariboyo	662,94	3.462,3	16,47	4141,71	5,88
Kec.Nguntoronadi	1.799,28	5,67	0	1804,95	2,56
Kec.Panekan	61,38	4.825,98	1.560,24	6.447,6	9,15
Kec.Parang	2.308,05	4.899,42	189	7396,47	10,50
Kec.Ploasan	191,97	4.184,01	1.442,97	5818,95	8,26
Kec.Poncol	322,02	3.958,29	1.021,23	5301,54	7,53
Kec.Sidorejo	3,42	2.315,16	813,15	3131,73	4,45
Kec.Sukomoro	322,47	4.005,54	0	4328,01	6,14
Kec.Takeran	2.682,27	11,61	0	2693,88	3,82
Total	21.267,5	44.111,3	5.064,21	70.442,91	100,00

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil kesimpulan diantaranya yaitu:

1. Persebaran wilayah ancaman zona rawan tanah longsor menggunakan metode Permen PU No.22/PRT/M/2007 di Kabupaten Magetan untuk luas terbesar yaitu wilayah dengan tingkat rawan longsor sedang memiliki luas 50.760,81 Ha atau 72,06%. Sedangkan luas terkecil yaitu wilayah dengan tingkat rawan tinggi seluas 9.378,27 Ha atau 13,31%.
2. Persebaran wilayah ancaman zona rawan tanah longsor menggunakan metode Index Storie di Kabupaten Magetan untuk luas terbesar yaitu wilayah dengan tingkat rawan longsor sedang memiliki luas 44.109,35 Ha atau 62,62%. Sedangkan luas terkecil yaitu wilayah dengan tingkat rawan tinggi seluas 5.064,12 Ha atau 7,19%.

- Perbandingan wilayah ancaman zona rawan longsor dengan jumlah kejadian longsor di Kabupaten Magetan, berdasarkan dominasi persebaran luasnya, potensi ancaman rawan longsor tingkat rendah berdasarkan metode Index Store, tingkat sedang berdasarkan metode Permen PU, dan tingkat tinggi berdasarkan metode Permen PU. Akurasi metode Index Storie sebesar 92,86% dan metode Permen PU sebesar 95,24%.

V.2 Saran

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, maka saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut

- Parameter tambahan sebagai faktor X (lainnya) untuk metode Index Storie.
- Melakukan perbandingan dari data kejadian dengan hasil pemetaan kerawanan tanah longsor menggunakan metode SMORPH, SINMAP, dan lain-lain.
- Keterbaruan data masing-masing parameter untuk keterbaruan analisis.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, S., Coralila, I., & Winarso, C. (2006). Implementasi Penginderaan Jauh dan SIG untuk Inventarisasi Daerah Rawan Bencana Longsor (Propinsi Lampung). *LAPAN*.
- Arsyad, S. (2010). *Konversi Tanah dan Air*.
- Badan Informasi Geospasial. (2014). Peraturan Kepala BIG Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. *Badan Informasi Geospasial*. Bogor. https://jdih.big.go.id/media/resources/files/law/tUF25Yj2xW_Perka_Ketelitian_Peta_Dasar_-_Salinan.pdf
- Badan Informasi Geospasial. (2018). Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 6 tahun 2018 tentang perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. *Badan Informasi Geospasial*. Bogor, 2014–2016.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015). *SNI Ketelitian Peta Dasar*. 1–25.
- BNPB. (2021). *Infografis Bencana Tahun 2021*. Geportal Data Bencana Indonesia. <https://gis.bnpb.go.id/>
- BPN RI. (1997). *Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 1 Tahun 1997*.
- BPSDA. (2015). Pengukuran Hidrologi. *Kementerian Pekerjaan Umum Dan PERUMAHAN Rakyat*, 1–28.
- BSN. (2013). *Geographic information — Data quality ISO 19157:2013*.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2019). Assessing the accuracy of remotely sensed data: Principles and practices, second edition. In *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices, Second Edition*.
- Fawzi, N. I., & Husna, V. N. (2021). Landsat 8 Sebuah Teori dan Teknik Pemrosesan Tingkat Dasar. In *El -Markazi* (Vol. 1, Issue April). <https://www.researchgate.net/publication/350819219>
- Fleming, D. (2001). Ikonos DN Value Conversion to Planetary Reflectance Values By David Fleming CRESS Project , UMCP Geography April 2001. *UMCP Geography, April*, 1–4.
- Forest Survey of India. (2018). *MANUAL FOR FOREST COVER MAPPING - CHAPTER 3*.
- Harianto, S. (2021). *3 Kecamatan di Magetan Rawan Longsor, Warga Diminta Waspada*. Detiknews. <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-5828505/3-kecamatan-di-magetan-rawan-longsor-warga-diminta-waspada>
- Jaelani, L. M. (2020). *Data Geologi Untuk Peta Rawan Longsor*. <https://www.youtube.com/watch?v=I5FCLmDxJ6E>
- Kagoyire, C. (2009). *Web geoprocessing services on GML with fast XML database*. August, 96. http://www.itc.nl/library/papers_2009/msc/gfm/kagoyire.pdf
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). Modul Geologi dan Hidrogeologi Pelatihan Perencanaan Air Tanah 2017. *Pusat Pendidikan Dan Pelatihan Sumber Daya Air Dan Konstruksi*, 76.
- Menteri Kehutanan Republik Indonesia. (2012). *PERATURAN MENTERI KEHUTANAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR : P.12/Menhut-II/2012*.
- Paimin, Sukresno, & Pramono, I. B. (2009). *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. (2007). *Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor*.
- Rachmawati, T. A., Rachmawati, D., & Susilo, A. (2018). *Pengurangan Risiko Bencana Berbasis Tata Ruang*.
- Sitorus. (1985). *Evaluasi Sumberdaya Lahan*.
- Subardja, D. S., Ritung, S., Anda, M., Sukarman, Suryani, E., & Subandiono, R. E. (2014). Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional. In *Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor* (Vol. 22). <http://papers.sae.org/2012-01-0706/>
- Subekti, I. (2019). *Geologi dan Bencana Alam*.
- Sugianti, K., Mulyadi, D., & Sarah, D. (2014). Klasifikasi Tingkat Kerentanan Gerakan Tanah Daerah Sumedang Selatan Menggunakan Metode Storie. *Jurnal Riset Geologi Dan Pertambangan*, 24(2), 91. <https://doi.org/10.14203/risetgeotam2014.v24.86>
- Suroyo, H. (2019). Hidrogeologi. *Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia*, 1–110. https://simantu.pu.go.id/epel/edok/a083f_3._Hidrogeologi.pdf