

# **Aplikasi Sistem Informasi Geografis untuk Identifikasi Potensi dan Kerentanan Longsor di Kabupaten Bondowoso Provinsi Jawa Timur**

**AHMADI FAUZAN NUR RAHMAN, NI MADE TRIGUNASIH<sup>\*)</sup>,  
I DEWA MADE ARTHAGAMA, MOH SAIFULLOH**

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana,  
Jln. PB. Sudirman Denpasar Bali 80232, Indonesia

<sup>\*)</sup>Email: [trigunasih@unud.ac.id](mailto:trigunasih@unud.ac.id)

## **ABSTRACT**

**Application of Geographic Information System for Identification of Landslide Potential and Susceptibility in Bondowoso Regency.** The study was to determine the potential and susceptibility of landslides, as well as to determine the distribution of landslide points in Bondowoso Regency. This research uses a survey and scoring method which refers to PSBA UGM (2001) and BNPB (2012). The parameters used in this study were five, namely soil movement, precipitation, soil type, slope, and land use. The landslide susceptibility level is obtained by overlapping the landslide potential map and the vital land use map. The class of landslide potential in Bondowoso Regency is categorized into areas with no potential to high landslide potential. The class with no potential spread in the lowlands is 27,906.57 ha or 18.27%, the low potential class is 60,391.34 ha or 39.53%, the medium potential class is 43,803.54 ha or 28.67% and the high potential class covering an area of 20,685.32 ha or 13.54% of the total area of Bondowoso Regency. Areas with high landslide susceptibility are Grujungan, Klabang, Maesan, Pakem, and Sempol sub-districts with 50 landslide points found in the sub-district.

---

Keywords: *potential and susceptibility of landslide, GIS and mapping*

## **PENDAHULUAN**

Salah satu bencana alam yang sering terjadi pada daerah berlereng adalah longsor. Longsor (landslide) adalah massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material penyusun lereng (percampuran tanah dan batuan) yang bergerak menuruni lereng (Kalandoro,

2018). Longsor dapat terjadi dikarenakan 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.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) Tahun 2012, mencatat bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia adalah bencana banjir diikuti oleh longsor. Ditinjau dari jumlah korban yang ditimbulkan maka rata-rata 169 orang meninggal per tahun akibat tanah longsor serta kerugian ekonomi yang cukup tinggi (Suprpto, 2020). Longsor tercatat setidaknya pernah terjadi 6 kali di Kabupaten Bondowoso pada tahun 2010 – 2021.

Kondisi geografis Kabupaten Bondowoso bervariasi yang didominasi relief pegunungan dan perbukitan dengan persentase 44,4% dari total luas administrasi kabupaten. Kabupaten Bondowoso juga dikelilingi oleh beberapa gunung berapi aktif yaitu Gunung Ijen dan Raung yang termasuk gunung berapi tipe A dan gunung Hyang – Argopuro yang termasuk tipe B. Hal itu menunjukkan bahwa kemiringan lereng Kabupaten Bondowoso sangat bervariasi mulai dari datar (0-8%) sampai dengan sangat curam (>45%).

Berdasarkan penelitian (Faillasuf et al., 2021) selama kurun waktu Tahun 2008-2018, curah hujan rata-rata sebesar 80 – 350 mm/bulan yang terjadi pada rentang bulan Januari – Mei dan November – Desember. Bulan Januari,

Februari, Maret dan Desember relatif mempunyai curah hujan tinggi yang secara berturut turut yaitu 348, 305, 211 dan 256 mm/bln. Mondini et al. (2023) menyatakan variabilitas curah hujan yang tinggi dengan resolusi temporal harian dan bulanan berimplikasi terhadap terjadinya longsor.

Kabupaten Bondowoso memiliki beberapa destinasi wisata yang terkenal yaitu Gunung Ijen, Air Terjun Blawan, dan Pemandian Air Panas Blawan. Kawasan pariwisata tersebut, terletak pada bagian hulu dengan curah tinggi serta kemiringan lereng lereng, sehingga diprediksi terhadap bahaya longsor. Oleh karena itu perlu perhatian lebih untuk menjamin keamanan penduduk dan wisatawan.

Berdasarkan permasalahan di atas penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mengidentifikasi titik rentan longsor di Kabupaten Bondowoso. Longsor dapat diidentifikasi melalui Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*) (Trigunasih & Saifulloh, 2022). Penerapan SIG telah banyak digunakan seperti dalam pemetaan status kesuburan tanah, kualitas tanah, monitoring lingkungan, kemampuan lahan, perubahan tutupan lahan serta eksplorasi

sumberdaya lahan subak (Sardiana *et al.*, 2017; Saifulloh *et al.*, 2017; Sunarta & Saifulloh, 2022; Trigunasih *et al.*, 2017; Trigunasih *et al.*, 2022).

Penggunaan SIG terhadap kajian longsor dilakukan dengan menggunakan metode tumpang susun atau overlay terhadap faktor-faktor penyebab longsor. Teknik penginderaan jauh dan SIG diharapkan akan mempermudah penyajian informasi spasial khususnya yang terkait dengan penentuan tingkat potensi dan kerentanan longsor.

Penelitian ini bertujuan memetakan potensi dan kerentanan longsor di wilayah Kabupaten Bondowoso. Hasil akhir penelitian berupa peta-peta tematik faktor penyebab potensi longsor, serta distribusi spasial kerentanan longsor terhadap aksesibilitas dan pemukiman penduduk.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan dari September 2021 sampai Maret 2022 di Kabupaten Bondowoso, Provinsi Jawa Timur. Pengolahan data dilaksanakan di Pusat Pengembangan Infrastruktur Informasi Geospasial (PPIIG), Universitas Udayana. Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1.

### **Alat dan Bahan Penelitian**

Alat yang digunakan meliputi laptop, Handphone, GPS (Global Positioning System), Peralatan tulis dan buku, Software ArcGIS 10.3, Software Microsoft Word 2016, Software Microsoft Excel 2016. Adapun bahan yang digunakan meliputi Peta curah hujan, Data Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS), Peta penggunaan lahan skala 1:25.000, Peta jenis tanah Kabupaten Bondowoso skala 1:250.000, dan Peta Zona gerakan tanah Kabupaten Bondowoso skala 1:50.000.

### **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode survei dan pengharkatan (scoring). Metode survei meliputi kegiatan pengamatan, pencatatan, serta dokumentasi di lapangan dan mengacu pada data sekunder yang dimiliki, kemudian dianalisis menggunakan Sistem Informasi Geografis. Penentuan potensi bahaya longsor menggunakan Sistem Informasi Geografis melalui metode pengharkatan (scoring) mengacu pada Pusat Studi Bencana Alam UGM (PSBA UGM, 2001) dan Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012 (BNPB, 2012).

### **Prosedur dan Pelaksanaan Penelitian**

Tahapan- tahapan penelitian, yaitu: Persiapan dan pengumpulan data, Pembuatan peta tematik, Analisis data, Survei lapangan. Tahapan persiapan meliputi kegiatan studi pustaka yang bertujuan untuk mendapatkan referensi yang berhubungan dengan penelitian dan pengumpulan data sekunder didapat dari instansi dan sumber terkait seperti peta-peta yaitu peta jenis tanah, peta zona gerakan tanah, peta curah hujan, peta kemiringan lereng dan peta penggunaan lahan.

Pembuatan peta tematik untuk mempermudah dalam menganalisis potensi longsor. Beberapa peta tematik yang dibuat seperti peta curah hujan, peta kemiringan lereng, peta penggunaan lahan, peta jenis tanah, dan peta zona gerakan tanah. Teknik analisis data adalah proses penyederhanaan data ke dalam bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan. Berikut ini adalah teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengharkatan

(scoring), Tumpang susun (*overlay*), dan Pemetaan. Pengharkatan pada setiap parameter dimulai dari nilai 1 hingga 5 yang menunjukkan besarnya pengaruh terhadap proses terjadinya longsor. Skor dari setiap parameter disajikan pada Tabel 1. Formula yang digunakan untuk memperoleh potensi longsor berdasarkan PSBA-UGM (2001) disajikan dibawah ini dan nilai skor potensi longsor dikelaskan sesuai dengan Tabel 2. Survei lapang bertujuan untuk pengecakan kejadian longsor serta kegiatan lain yang dilakukan berupa dokumentasi kejadian longsor dan penggunaan lahan yang ada di daerah berpotensi terjadinya longsor.

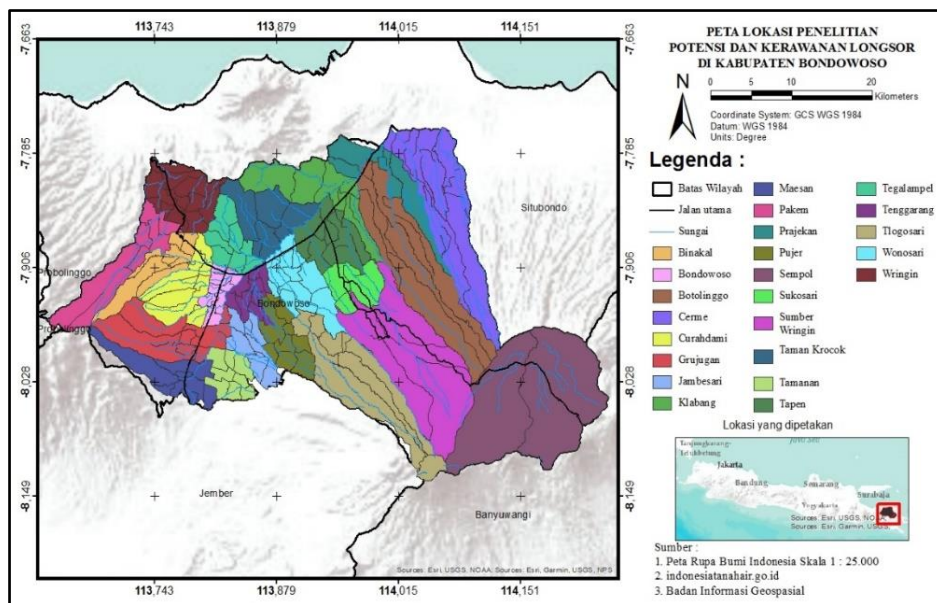
**Potensi longsor**= (7 skor GT) + (5 skor KL) + (5 skor CH) +(4 skor PL) + (2 skor MT)

keterangan : GT/KL/CH/PL/MT ;

Gerakan Tanah/Kemiringan

Lereng/Curah Hujan/Penggunaan

Lahan/Macam Tanah



Gambar 1 Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1 Skor Parameter Longsor

No	Parameter	Kelas	Skor
1	Curah Hujan	< 1.500	1
		1.500 - 1.800	2
		1.800 - 2.100	3
		2.100 - 2.400	4
		> 2.400	5
2	Kemiringan Lereng	0 - 8	1
		8 - 15	2
		15 - 30	3
		30 - 45	4
		>45	5
3	Gerakan Tanah	Sangat rendah, Rendah	1
		Menengah	2
		Tinggi	3
4	Penggunaan Lahan	Hutan, mangrove, rawa, sawah irigasi, tambak, penggaraman, pasir	1
		Sawah tadah hujan	2
		Bangunan, pemukiman	3
		Semak, kebun/perkebunan	4
		Rumput, tanah kosong, tegalan/ladang	5
5	Jenis Tanah	Mediteran Coklat, Mediteran Coklat Kemerahan	1
		Latosol Coklat Kekuningan, Latosol Coklat Kemerahan dan Litosol, Latosol Coklat dan Litosol	2
		Aluvial Coklat Kelabu, Aluvial Hidromorf	3
		Regosol Coklat, Regosol Coklat Kekuningan, Regosol Coklat Kelabu, Regosol Humus, Regosol Kelabu	4
		Andosol Coklat Kelabu	5

Sumber : PSBA UGM, 2001 dan BNPB, 2012.

Tabel 2 Klasifikasi Potensi Longsor

No	Nilai Skor Potensi Longsor	Skor
1	≤49	Tidak Berpotensi
2	50 - 65	Potensi Rendah
3	66 - 79	Potensi Sedang
4	≥80	Potensi Tinggi

Sumber: *Peneliti tahun 2022* (menggunakan Klasifikasi *Natural Breaks Jenks*)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Potensi Longsor

Kelas potensi longsor disajikan pada Tabel 3 dan sebaran potensi longsor disajikan pada Gambar 2. Curah hujan adalah pemicu terjadinya longsor. Berdasarkan data dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika tahun (2019) Kabupaten Bondowoso memiliki curah hujan 2000 – 2500 mm/th. Selain curah hujan faktor pemicu terjadinya longsor adalah gerakan tanah. Kabupaten Bondowoso memiliki tingkat kerentanan gerakan tanah rendah – sedang. Gerakan tanah di kabupaten ini disominasi oleh kategori rendah sebesar 40,20% atau seluas 61.422 ha. Berdasarkan pendapat Khosiah dan Ariani (2017) bahwa tanah longsor dapat terjadi karena gerakan tanah yang berasal dari pergerakan batuan ataupun massa tanah. Kabupaten Bondowoso di dominasi kerentanan longsor rendah yaitu sebesar 39,53 % atau seluas 60.391,34 ha. Daerah dengan potensi

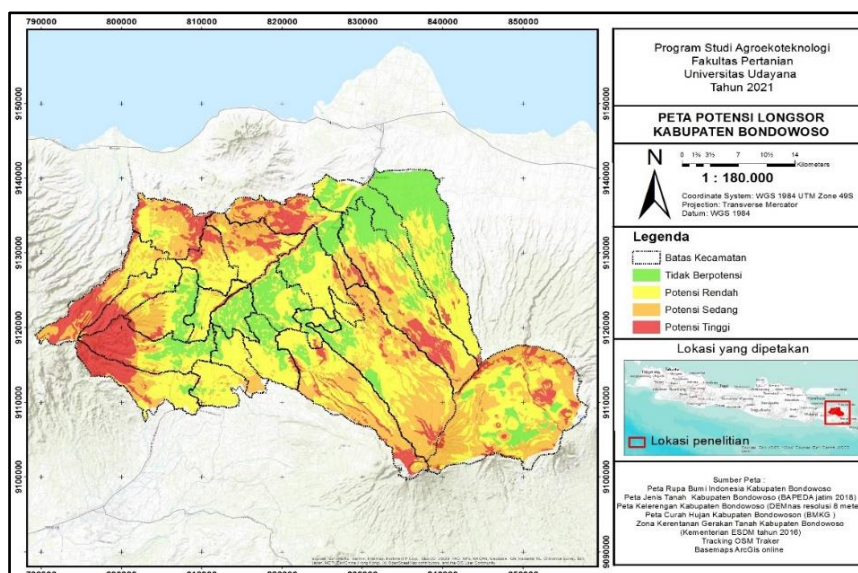
longsor rendah berada pada daerah datar (0-8 %) hingga landai (8-15 %). Jenis tanah yang mendominasi daerah ini adalah Asosiasi Latosol Coklat Kekuningan dan Regosol Coklat Kelabu.

Potensi sedang terjadinya longsor seluas 43.803,54 ha atau 28,67 % dari luas total Kabupaten Bondowoso. Wilayah ini berada pada kemiringan lereng curam (25-40%) hingga sangat curam (>40%) dengan tipe penggunaan lahan permukiman, jaringan jalan, sawah irigasi, sawah tadah hujan, dan tanah ladang. Daerah dengan klasifikasi kerentanan longsor sedang memiliki jenis tanah yang didominasi oleh tanah Mediteran Coklat kemerahan dan Latosol Coklat Kemerahan yang memiliki tekstur tanah lempung dan liat yang tahan terhadap tanah longsor (Hasibuan dan Rahayu, 2017) . Potensi gerakan tanah yang rendah hingga menengah menjadi penunjang daerah ini sebagai daerah dengan potensi longsor sedang.

Daerah dengan potensi tinggi terjadinya longsor adalah daerah paling kecil dengan luas 20.685,32 ha atau 13,54% dari total luas wilayah penelitian. Potensi tinggi terjadinya longsor terletak di komplek pegunungan Hyang-Argopuro dan daerah sekitar

Gunung Ijen dan Raung. Kemiringan lereng daerah dengan klasifikasi ini sangat beragam dengan dominasi sangat curam (>40%) serta curah hujan yang tinggi yaitu >2500 mm/th. Kemiringan lereng menunjukkan stabilitas permukaan tanah terhadap gaya gravitasi (Fransiska *et al.*, 2017). Kondisi ini diperparah dengan penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan topografinya

seperti kebun dan ladang masyarakat pada kemiringan yang curam. Kemiringan lereng, curah hujan dan gerakan tanah merupakan faktor yang berkontribusi lebih terhadap kejadian longsor di wilayah ini dengan skor tinggi mulai dari 4 sampai dengan 5. Data spasial sebaran potensi longsor di Kabupaten Bondowoso di sajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Potensi Longsor

Tabel 3. Klasifikasi Potensi Longsor

No	Potensi Longsor	Luas (ha)	Persentase (%)
1.	Tidak Berpotensi	27.906,57	18,27
2.	Potensi Rendah	60.391,34	39,53
3.	Potensi Sedang	43.803,54	28,67
4.	Potensi Tinggi	20.685,32	13,54
Total		152.786,76	100

Sumber : hasil analisis 2022

### Kerentanan Longsor

Hasil analisis pemukiman rentan longsor ditunjukkan pada Gambar 3, sebaran klasifikasi jalan rentan longsor disajikan pada Gambar 4, dan Peta sebaran penggunaan lahan vital rentan longsor ditunjukkan pada Gambar 5. Tingkat kerentanan adalah ukuran yang menyatakan besar-kecilnya kemungkinan suatu zona berpotensi longsor mengalami bencana longsor, serta kemungkinan besarnya korban dan kerugian apabila terjadi bencana longsor yang diukur berdasarkan indikator-indikator tingkat kerentanan fisik alami dan tingkat kerentanan karena aktifitas manusia (PERMENPU, 2007). Kerentan longsor di Kabupaten Bondowoso pada tahun 2017 tergolong rendah hingga sedang (Harto *et al.*, 2017) namun setelah dilakukan penelitian pada tahun 2022 mengalami perubahan klasifikasi kerentanan longsor di Kabupaten Bondowoso yaitu sedang hingga tinggi. Peningkatan klasifikasi kerentanan longsor ini disebabkan maraknya alih fungsi lahan di Kabupaten Bondowoso khususnya pada daerah dengan kelerengan tinggi (>45 %) serta curah hujan yang tinggi (>2500 mm/th). Firmansyah *et al.* (2020) mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan dengan data penginderaan jauh

Citra Landsat 8. Kurun waktu tahun 2000-2019, penggunaan lahan hutan mengalami perubahan luasan 16.459 ha, menjadi tegalan/ladang dan pemukiman. Ladang mempunyai tipe tutupan vegetasi kerapatan rendah, dengan tanaman semusim. Sehingga agregat perakaran yang dangkal, tidak dapat melindungi tanah dari bahaya longsor. Hasil penelitian utomo (2012) mengatakan bahwa Kabupaten Bondowoso juga rentan bencana banjir, faktor – faktor penyebab terjadinya longsor dan banjir saling berkaitan, longsor dapat memperparah bencana banjir begitu juga sebaliknya.

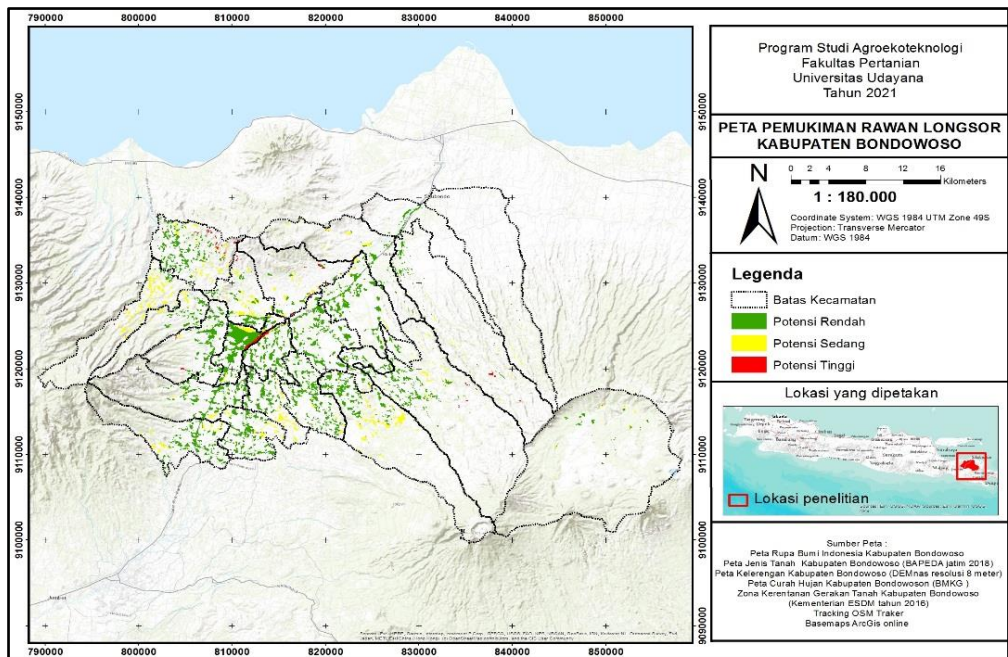
Kurangnya tutupan lahan di bagian hulu menyebabkan meningkatnya potensi terjadinya longsor hal ini sesuai dengan pendapat Forbes *et al.* (2013) menjelaskan penebangan hutan, perkembangan penduduk serta infrastruktur terus terjadi pada daerah lereng yang memiliki risiko longsor tinggi. Hasil analisi kerentanan longsor pada tiga tipe penggunaan lahan yaitu, pemukiman, jaringan jalan, dan penggunaan lahan vital seperti hutan produksi, hutan lindung, sawah, dan lainnya menunjukkan bahwa tingkat kerentanan longsor tinggi dan sedang masing – masing yaitu pemukiman



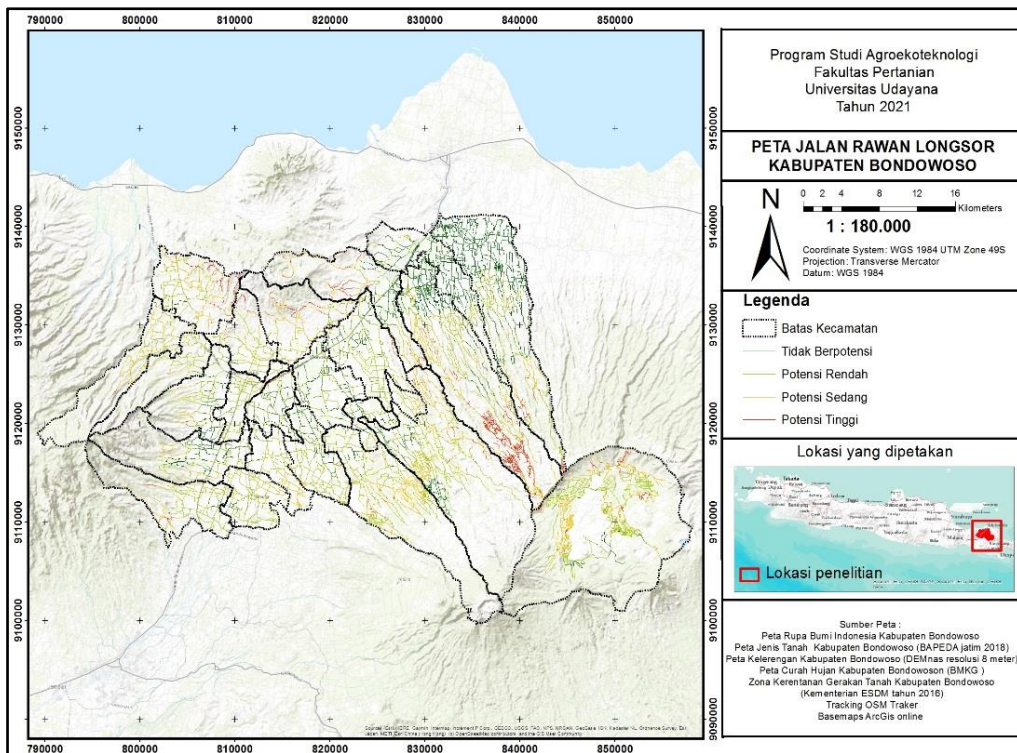
dengan kerentanan longsor tinggi sebesar 2,57 % atau seluas 270,78 ha dan sedang sebesar 19,67 % atau seluas 2.075,90 ha. Sementara untuk jaringan jalan dengan klasifikasi kerentanan longsor tinggi dan sedang Tingkat kerentanan longsor tinggi dan sedang paling besar yaitu pada klasifikasi jalan setapak dan jalan lain yaitu tinggi sebesar 3,61 % seluas 110.791,53 m dan sedang sebesar 6,41% atau seluas 196.560,99 m. Penggunaan lahan dengan kerentanan longsor sedang dan tinggi adalah hutan lindung yaitu sedang (11,69 %) seluas 12.910,91 ha dan tinggi (6,80 %) seluas 7.503,91 ha.

Kabupaten Bondowoso merupakan daerah yang di kelilingi tiga gunung berapi yaitu Gunung Raung, Gunung Ijen, dan Gunung Argopuro sehingga jenis tanah didominasi jenis tanah Andosol, Latosol, dan Regosol. Jenis tanah Andosol, dan Regosol merupakan jenis tanah yang sangat peka terhadap

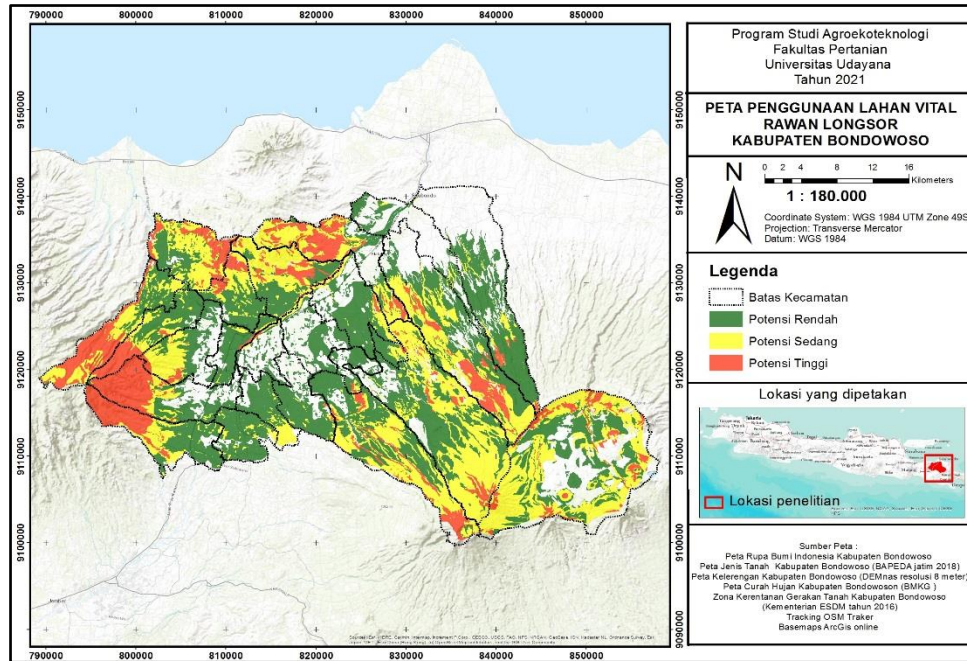
erosi, sementara jenis tanah Latosol merupakan jenis tanah yang agak peka terhadap erosi, oleh karena itu ketiga jenis tanah ini merupakan jenis tanah yang rentan longsor. Berdasarkan hasil penelitian Gani *et al.* (2021) jenis tanah Andosol bertekstur sedang (lempung hingga lempung berdebu) pada lapisan atas dan bertekstur sedang (lempung hingga lempung berdebu) hingga agak kasar (pasir berlempung) di lapisan bawah. Tanah regosol memiliki tektur dominan pasir sehingga apabila terjadi hujan akan memicu terjadinya longsor (Putra *et al.*, 2021). Sementara tanah Latosol Menurut Sutarno (2012), mempunyai tingkatan dari peka hingga sangat peka terhadap erosi dan pengikisan. Ditinjau dari sumberdaya lahan pertanian wilayah dengan kerentanan longsor tinggi berkorelasi terhadap rendahnya status kesuburan tanah (Trigunasih & Saifulloh, 2022).



Gambar 3. Peta Pemukiman Rentan Longsor



Gambar 4. Peta Jalan Rentan Longsor



Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Vital Rentan Longsor

## SIMPULAN

Kabupaten Bondowoso memiliki tingkat potensi longsor yang cukup tinggi. Terdapat 4 kelas potensi longsor yaitu Kelas tidak berpotensi seluas 27.906,57 ha kelas potensi rendah seluas 60,391,34, kelas potensi sedang seluas 43.803,54 ha, dan kelas potensi tinggi seluas 20.685,32 ha atau 13,54%. Sementara terjadi peningkatan klasifikasi kerentanan longsor pada 3 tipe penggunaan lahan meliputi : pemukiman, jaringan jala, dan penggunaan lahan vital seperti kebun, taman wisata alam, sawah, hutan produksi, hutan lindung, cagar alam, irigasi, kawasan pertanahan dan

keamanan, suaka marga satwa, dan lainnya. Penyebab terjadinya peningkatan kerwanan longsor dikarenakan maraknya alih fungsi lahan di Kabupaten Bondowoso khususnya pada daerah dengan kelerengn tinggi (>45 %) serta curah hujan yang tinggi (>2500 mm/th). Wilayah dengan kerentanan tinggi yaitu pemukiman seluas 270,78 ha, jaringan jalan sepanjang 217.300,81 m, dan penggunaan lahan vital hutan lindung sebesar seluas 19205,71 ha.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Kepala Pusat

Pengembangan Infrastruktur Informasi Geospasial (PPIIG) Universitas Udayana, yang telah bersedia meminjamkan alat-alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini serta mendukung baik berupa sumbangsih pengetahuan dan saran dalam pelaksanaan penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Faillasuf, V. M., Halik, G., & Wiyono, R. U. A. (2021). Study of Rainfall and Water Discharge Spatial Variability Using Exploratory Spatial Data Analysis Method in Bondowoso Regency. *BERKALA SAINSTEK*, 9(1), 26-34.
- Firmansyah, M., Koesoemawati, D. J., & Dewi, R. A. P. K. (2020). Land change prediction in Bondowoso Regency using Automata Markov method. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 562, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Forbes, K., Broadhead, J., Brardinoni, A. D., Gray, D., & Stokes, B. V. (2013). Forests and landslides: The role of trees and forests in the prevention of landslides and rehabilitation of landslide-affected areas in Asia Second edition. *Rap Publication*, 02.
- Fransiska, L., Tjahjono, B., dan Gandasmita, K. 2017, 'Studi Geomorfologi dan Analisis Bahaya Longsor di Kabupaten Agam, Sumatera Barat', *Buletin Tanah dan Lahan*, vol. 1 (1) 51-57
- Gani, R. A., Purwanto, S., & Sukarman, S. (2021). Karakteristik Tanah Vulkanik di Kabupaten Wonosobo dan Pengelolaannya untuk Pertanian. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 45(1), 1-11.
- Harto, M. F. D., Rachman, A., Aisyah, M., Abigail, N., dan Utama, W. (2017). Pemetaan Daerah Rentan Longsor Dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Studi Kasus Kabupaten Bondowoso. *Jurnal Geosaintek* Vol. 3 (3): 161-166.
- Hasibuan, H.C., dan Rahayu, S. 2017. Kesesuaian Lahan Permukiman Pada Kawasan Rentan Bencana Tanah Longsor Di Kabupaten Temanggung. Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota) Vol. 6 (4): 242-56.
- Kalandoro, A.S.Z. 2018. Analisis Spasial Sebaran Rentan Longsor di Kabupaten Bandung. Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- Khosiah, K., & Ariani, A. (2017). Tingkat kerentanan tanah longsor di dusun Landungan desa Guntur Macan kecamatan Gunungsari kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 3(1), 195-200.
- Mondini, A. C., Guzzetti, F., & Melillo, M. (2023). Deep learning forecast of rainfall-induced shallow landslides. *Nature communications*, 14(1), 2466.
- Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Penelusuran Internet <https://bnpb.go.id>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 22/PRT/M/2007. Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rentan Bencana Longsor. *Penelusuran internet* <https://perpustakaan.bnpb.go.id/>
- Putra, I. K. A., dan Wardika, I. G. 2021.

- Analisis Kerentanan Lahan Terhadap Potensi Bencana Tanah Longsor pada Wilayah Kaldera Batur Purba. *Media Komunikasi Geografi*. Vol. 22(2), 208-218.
- Rakhman, A. N., dan Septyawan, B. A. 2020. Rekayasa Vegetasi Untuk Konservasi Lahan Rentan Longsor Di Lembah Sungai Cengkehan, Kecamatan Imogiri, Kabupaten Bantul. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 93-101.
- Saifulloh, M., Sardiana, I. K., & Supadma, A. 2017. Pemetaan Kualitas Tanah pada Lahan Kebun Campuran dengan Geography Information System (GIS) di Kecamatan Tegallalang, Kabupaten Gianyar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 6(3), 269-278.
- Sardiana, I. K., Susila, D., Supadma, A. A., & Saifulloh, M. 2017. Soil Fertility Evaluation and Land Management of Dryland Farming at Tegallalang Sub-District, Gianyar Regency, Bali, Indonesia. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (Vol. 98, No. 1, p. 012043). IOP Publishing.
- Sunarta, I. N., & Saifulloh, M. (2022). Spatial Variation Of NO<sub>2</sub> Levels During The Covid-19 Pandemic In The Bali Tourism Area. *Geographia Technica*, Vol. 17, Issue 1, 2022, pp 141 to 150. [https://doi.org/10.21163/GT\\_2022.171.11](https://doi.org/10.21163/GT_2022.171.11)
- Sunarta, I. N., & Saifulloh, M. 2022. Coastal Tourism: Impact For Built-Up Area Growth And Correlation to Vegetation and Water Indices Derived from Sentinel-2 Remote Sensing Imagery. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 41(2), 509-516. <https://doi.org/10.30892/gtg.41223-857>
- Suprpto. 2020. Tanah Longsor Dan Banjir Bencana Yang Mematikan Di Indonesia (Data Tahun 2008-2017). Statistik Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 1-13
- Susanti, P. D., dan Miardini, A. 2019. Identifikasi Karakteristik Dan Faktor Pengaruh Pada Berbagai Tipe Longsor. *Agritech* Vol. 39 (2): 97-107.
- Sutarno, S. (2012). Studi Kerentanan Gerakan Massa Batuan dan Daerah Rawan Longsor Lahan di Kabupaten Purworejo. *Sains Tanah-Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 9(2), 131-137.
- Trigunasih, N. M., Merit, I. N., Wiyanti, I., Narka, I. W., & Dibia, I. N. (2017). Evaluation Of Land Suitability For Increasing Productivity In Degraded Unda Watershed, District Of Karangasem, Bali. *International Journal of Biosciences and Biotechnology*, 5(1), 25-42.
- Trigunasih, N. M., Sardiana, I. K., Suyarto, R., Dibia, N., Sunarta, I. N., Wiguna, P. P. K., & Saifulloh, M. (2022,). Eksplorasi Sumberdaya Lahan Subak dengan Participatory Mapping. In *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS* (Vol. 6, No. 1, pp. 407-414).
- Trigunasih, N., M. 2022. Spatial Distribution of Landslide Potential and Soil Fertility: A Case Study in Baturiti District, Tabanan, Bali, Indonesia. *Journal of Hunan University Natural Sciences*. Vol. 49(2).