



Aplikasi Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Untuk Analisis Potensi dan Kerentanan Longsor di Kecamatan Kintamani, Bangli

Made Putra Eka Ardana, I Wayan Diara*, I Wayan Narka

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana,
Jl. PB. Sudirman Denpasar Bali 80231, **Indonesia**

**Corresponding author:* wayandiara@unud.ac.id

ABSTRACT

Application of Geographic Information System and Remote Sensing for the Analysis of Landslide Potention and Vulnerability in Kintamani District, Bangli Regency. Kintamani District is an area that is prone to disasters; this is because of its geographical conditions which are located in the highlands and mountains with steep slopes. Research in this area is important to provide information on landslides for the public and government. The objective of this research is to determine the potential and landslide vulnerability. Delineating the potential for landslides used integration of remote sensing data and Geographic Information System (GIS) through the scoring method by overlaying the thematic that causes landslides (zones of susceptibility to soil movement, rainfall, land use, slope and soil type). The determination of landslide vulnerability is carried out by overlaying the landslide potential map with the settlement and road map. The results showed that Kintamani District has four landslide potential classes, namely the non-potential class which is a water area (Batur Lake) covering an area of 1616.13 ha, a low potential of 9350.61 ha, a medium potential of 15021.89 ha and a high potential of 10558.62 ha. The level of vulnerability to landslides in settlements consists of three classes, namely a low vulnerability class covering 1041.49 ha, a medium vulnerability area of 811.36 ha and a high vulnerability area of 174.52 ha. The level of vulnerability to landslides on the 307.16 km road network consists of two types of roads, namely primary collector roads and local roads. There are 23 distribution points of landslides found in research locations spread across Belancan, Kintamani, Bantang, Dausa, Sukawana, South Batur, Central Batur, Abangsongan, Abang Batudinding, and Trunyan Villages.

Keywords: *Landslide potential, Vulnerability, Geographic Information System*

PENDAHULUAN

Berbagai bentuk bencana yang menimpa kehidupan alam dan manusia telah menimbulkan kerugian sangat besar, baik kerugian moril maupun materiil. Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB, 2022)

sepanjang tahun 2022 Indonesia sudah mengalami 3.461 kejadian bencana alam dengan jumlah bencana terbanyak yaitu banjir, cuaca buruk dan tanah longsor dimana ketiga bencana tersebut merupakan bencana akibat faktor hidrometeorologi. Bencana longsor berada pada urutan ketiga dengan total 628 kejadian bencana yang

melanda Indonesia sepanjang tahun 2022. Ditinjau dari jumlah korban yang ditimbulkan, maka rata-rata 169 orang meninggal per tahun akibat tanah longsor serta mengakibatkan kerugian ekonomi yang cukup tinggi.

Tanah longsor merupakan bencana alam yang signifikan di Indonesia, menyebabkan kerusakan infrastruktur, ekosistem, dan kehidupan manusia yang luas (Hidayat *et al.*, 2019). Faktor geomorfologi berperan penting dalam kejadian longsor. Penelitian yang dilakukan oleh Alfarabi *et al.* (2019) dan Novianto *et al.* (2020) menekankan pentingnya lereng curam, lembah sungai, dan daerah dengan formasi batuan lapuk sebagai zona risiko tinggi longsor di Indonesia. Bentang alam ini, yang dibentuk oleh berbagai proses geologis, berinteraksi dengan gaya eksternal, termasuk curah hujan, memperburuk ketidakstabilan lereng, dan meningkatkan kemungkinan tanah longsor.

Kecamatan Kintamani merupakan daerah yang termasuk rentan terjadi bencana, hal ini karena kondisi geografisnya yang terletak di daerah dataran tinggi dan pegunungan menyebabkan kondisi lereng yang curam hingga sangat curam yang berpotensi terjadinya longsor (Pradnyasari dan Kusmawati, 2019). Probabilitas terjadinya longsor di Kecamatan Kintamani menyebabkan kerugian besar baik korban jiwa manusia maupun kerugian harta benda, beberapa kejadian longsor yang terjadi diantaranya pada tanggal 21 Desember 2016, terjadi longsor di Desa Sukawana yang mengakibatkan tertutupnya akses jalan Kintamani-Singaraja, kemudia pada tahun 2017 longsor melanda Desa Songan, Awan dan Sukawana hingga mengakibatkan 12 orang meninggal dunia, pada 28 Januari 2018 longsor melanda Desa Sukawana mengakibatkan tertutupnya jalur Dusun Kubusalya menuju pusat Desa Sukawana dan pada tanggal 16 November 2021 Desa

Trunyan dilanda longsor yang mengakibatkan 4 korban meninggal dunia tertimbun tanah longsor. Memahami faktor-faktor yang berkontribusi terhadap kejadian tanah longsor sangat penting untuk strategi mitigasi dan pengurangan risiko yang efektif. Penelitian ini mengkaji potensi dan kerentanan longsor di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli, Provinsi Bali. Luas wilayah Kecamatan Kintamani adalah 36.547 ha. Batas wilayah administrasi Kecamatan Kintamani adalah pada bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Buleleng, pada bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Karangasem. Bagian selatan berbatasan dengan Kecamatan Bangli dan Kabupaten Gianyar, pada bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Buleleng dan Kabupaten Badung. Secara spasial Kecamatan Kintamani berada pada posisi 8°14'48,11" - 8°8'37,25" Lintang Selatan dan 115°27'25,50" - 115°20'19,79" Bujur Timur (Gambar 1). Kecamatan Kintamani terletak pada ketinggian yang bervariasi dari 900 meter sampai 1.550 meter di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata sebesar 20,50°C dan kelembaban udara yang cukup tinggi sebesar 82% (BPS Kecamatan Kintamani, 2020).

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu laptop, *software* QGIS 3.22 LTR, *Global Positioning System*, *handphone*, *OSM Tracker*, buku dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta RBI, DEMNAS resolusi 8 meter, data curah hujan, peta jenis tanah, peta zona kerentanan gerakan tanah.

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. Data lain seperti curah hujan diekstraksi dari Satelite pengamat cuaca yaitu *Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations* dan DEMNAS merupakan data fusi antara TERRASAR-X, IFSAR dan Alos Palsar. Kedua data tersebut direkam oleh satelite, sehingga proses analisisnya menggunakan pendekatan penginderaan jauh. Penentuan potensi longsor menggunakan Sistem Informasi Geografis melalui metode pengharkatan (*scoring*) mengacu pada Pusat Studi Bencana Alam UGM dan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana, 2012 sehingga didapat empat kelas potensi tanah longsor dengan lima parameter yaitu zona kerentanan gerakan tanah, curah hujan, penggunaan lahan, kemiringan lereng dan jenis tanah. Penentuan kerentanan longsor dilakukan dengan menumpangtindihkan peta potensi longsor dengan peta permukiman dan jalan. Pemanfaatan SIG efektif untuk mengkaji suatu wilayah di permukaan bumi, yang erat kaitannya dengan pola ruang dan waktu. Pemanfaatan lainnya digunakan peneliti terdahulu untuk memetakan daerah resapan air pada perkotaan dan daerah aliran sungai (Trigunasih dan Saifulloh, 2022a; Wiyanti *et al.*, 2022), pada bidang pertanian seperti pemetaan kadar Nitrogen tanah, evaluasi status kesuburan tanah, laju erosi tanah serta kerusakan tanah (Trigunasih dan Saifulloh, 2022b; Bhayunagiri dan Saifulloh, 2022; Trigunasih dan Saifulloh, 2023; Kartini *et al.*, 2023).

Persiapan dan Pengumpulan Data

Tahapan persiapan dan pengumpulan data meliputi kegiatan studi pustaka untuk mencari referensi yang berhubungan dengan penelitian, menyiapkan peta-peta yang diperlukan, teori sistem informasi geografis dan cara penggunaan *software* QGIS 3.22 LTR.

Pembuatan Peta Tematik

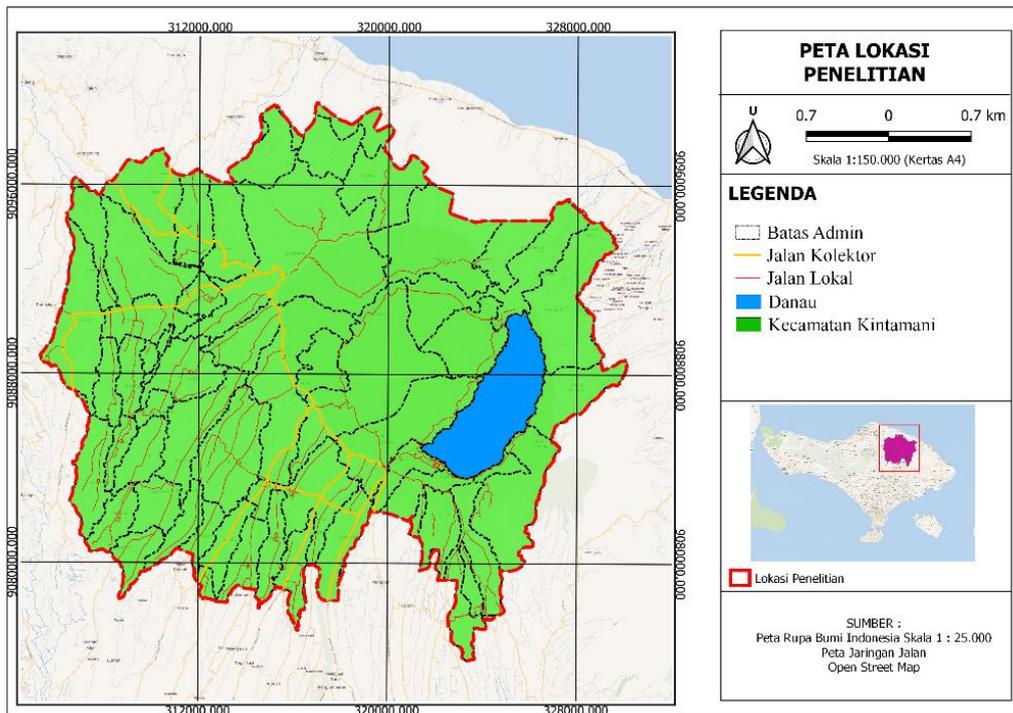
Peta tematik disiapkan untuk mempermudah dalam menganalisis potensi longsor dari data yang belum berbentuk *shapefile*. Peta tematik yang akan dibuat terdiri dari peta curah hujan, peta kemiringan lereng, peta zona kerentanan gerakan tanah, peta jenis tanah dan peta penggunaan lahan.

Teknik Analisis Data

Analisis data adalah suatu proses pengolahan data menjadi bentuk yang lebih mudah dibaca dan diinterpretasikan, dimana dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan analisis data yang digunakan yaitu :

1. Pengharkatan (*scoring*)

Penilaian bahaya longsor bersifat parametrik, dimana tiap parameter dikelaskan menjadi beberapa kelas dengan skor 1 mencerminkan pengaruh yang sangat kecil terhadap proses longsor sementara untuk nilai skor 5 mencerminkan pengaruh yang sangat besar terhadap proses terjadinya longsor. Nilai skor disajikan pada Tabel 1 sampai Tabel 6. Peneliti sebelumnya telah menggunakan parameter peta-peta tematik dibawah ini untuk memetakan potensi di sepanjang ruang jalan Mengwitani-Singaraja (Diara *et al.*, 2022), kajian potensi longsor pada wilayah pertanian hortikultura di Kecamatan Baturiti (Trigunasih dan Saifulloh, 2022), serta integrasi data penginderaan jauh multitemporal dan SIG, untuk mengetahui pengaruh pola kerapatan vegetasi kaitannya dengan potensi longsor (Diara *et al.*, 2023).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Tabel 1. Nilai Skor Curah Hujan

No	Curah Hujan (mm/th)	Kriteria	Skor
1.	< 1.500	Sangat Rendah	1
2.	1.500-2.000	Rendah	2
3.	2000-2200	Sedang	3
4.	2200-2400	Tinggi	4
5.	> 2.400	Sangat Tinggi	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM, 2001 dalam modifikasi

Tabel 2. Nilai Skor Kemiringan Lereng

No	Sudut kemiringan lereng (%)	Kemiringan lereng (%)	Skor
1.	0 – 8	Datar	1
2.	8 – 15	Landai	2
3.	15 – 30	Agak curam	3
4.	30 – 45	Curam	4
5.	>45	Sangat curam	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM, 2001

Tabel 3. Nilai Skor Gerakan Tanah

No	Gerakan Tanah	Skor
1.	Sangat rendah, Rendah	1
2.	Menengah	2
3.	Tinggi	3

Sumber: Peraturan Kepala BNPB Nomor 02 Tahun 2012 (BNPB 2012)

Tabel 4. Nilai Skor Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	Skor
1.	Hutan, mangrove, rawa, sawah irigasi, penggaraman	1
2.	Sawah tadah hujan, kebun campuran	2
3.	Bangunan, pemukiman	3
4.	Semak	4
5.	Rumput, tanah kosong, tegalan/ladang	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM, 2001

Tabel 5. Nilai Skor Jenis Tanah

No	Jenis tanah	Skor
1	Mediteran Coklat, Mediteran Coklat Kemerahan	1
2	Latosol Coklat Kekuningan, Latosol Coklat Kemerahan dan Litosol, Latosol Coklat dan Litosol	2
3	Aluvial Coklat Kelabu, Aluvial Hidromorf	3
4	Regosol Coklat, Regosol Coklat Kekuningan, Regosol Coklat Kelabu, Regosol Humus, Regosol Kelabu	4
5	Andosol Coklat Kelabu	5

Sumber: Pusat Studi Bencana Alam UGM, 2001

Nilai skor potensi longsor diperoleh dengan menggunakan perangkat QGIS dengan menggunakan formula di bawah ini

$$\text{Skor Potensi Longsor} = (7 \text{ Skor GT}) + (5 \text{ Skor KL}) + (5 \text{ Skor CH}) + (4 \text{ Skor PL}) + (2 \text{ Skor JT}) \quad (1)$$

Dimana GT, KL, CH, PL dan JT masing-masing adalah gerakan tanah, kemiringan lereng, curah hujan, penggunaan lahan dan jenis tanah. Nilai skor potensi longsor kemudian dikelaskan untuk memperoleh kelas potensi longsor. Klasifikasi potensi longsor disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Klasifikasi Potensi Longsor

No	Nilai Skor Potensi Longsor	Kelas Potensi Longsor
1.	≤ 35	Tidak Berpotensi
2.	36-57	Potensi Rendah
3.	58-70	Potensi Sedang
4.	> 70	Potensi Tinggi

Sumber: Klasifikasi *Natural Breaks Jenks*

2. Pembuatan peta potensi longsor menggunakan metode *overlay* dengan Penentuan potensi longsor dianalisis dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) menggunakan metode *overlay* dengan *software* QGIS 3.22. Metode *overlay* yaitu menganalisis dan mengintegrasikan dua atau

lebih data spasial yang berbeda untuk dapat diperoleh data baru. Proses ini menggabungkan peta-peta parameter penyebab terjadinya longsor meliputi peta curah hujan, peta gerakan tanah, peta kemiringan lereng, peta jenis tanah dan peta penggunaan lahan.

3. Pembuatan peta daerah rentan longsor

Pembuatan peta daerah rentan longsor merupakan tahap tumpang susun antara peta potensi longsor dengan peta permukiman dan peta jaringan jalan. Tujuan dari penggabungan ini adalah mengetahui apakah lokasi sebaran titik longsor mendekati daerah pemukiman dan jaringan jalan atau tidak.

Survei Lapangan

Survei lapang bertujuan untuk pengecekan kejadian longsor serta kegiatan lain yang dilakukan berupa dokumentasi kejadian longsor dan penentuan lokasi-lokasi longsor di setiap titik yang ditemukan. Survei lapang dilakukan dengan merekam koordinat dengan aplikasi *OSM tracker* berbasis *android*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Longsor

Berdasarkan analisis faktor penyebab longsor di Kecamatan Kintamani didapat bahwa kelas potensi longsor terbagi menjadi empat kelas. Empat kelas potensi longsor tersebut dibagi menjadi tidak berpotensi yang memiliki luas sebesar 1.616,13 ha yaitu 4,42% dari total luas wilayah Kecamatan Kintamani, potensi rendah sebesar 9.350,61ha yaitu 25.58%, potensi sedang sebesar 15.021,89 ha yaitu 41,10%. Potensi sedang merupakan kelas potensi longsor terluas. Terakhir merupakan potensi tinggi sebesar 10.558,62 ha yaitu 28.89% yang merupakan kelas potensi longsor terluas kedua setelah potensi sedang. Kelas potensi longsor disajikan pada Tabel 7 dan sebaran potensi longsor disajikan pada Gambar 2.

Daerah tidak berpotensi longsor di Kecamatan Kintamani merupakan wilayah dengan persentase terkecil dibandingkan kelas potensi longsor yang lain. Daerah tidak berpotensi longsor berada pada bagian timur Kintamani, yaitu pada Desa Songan B. Daerah ini merupakan area perairan yaitu Danau Batur sehingga tidak memungkinkan terjadinya longsor di wilayah tersebut.

Daerah potensi rendah terjadinya longsor merupakan daerah yang secara umum mempunyai kemungkinan kecil untuk terjadi longsor. Daerah ini memiliki kerentanan gerakan tanah rendah, dengan kondisi rata-rata curah hujan tahunan rendah (>1.500-2000 mm/tahun) sampai sedang (>2.000-2.200 mm/tahun). Kategori daerah potensi rendah ini memiliki tipe penggunaan lahan yang didominasi oleh kebun campuran dan hutan dengan kemiringan lereng datar (0-8%) hingga landai (>8-15%). Jenis tanah yang mendominasi daerah potensi rendah adalah Regosol Humus, dimana Regosol Humus memiliki tekstur tanah butiran kasar, struktur remah, konsistensi tanah yang lepas sampai gembur dan mempunyai sifat peka terhadap longsor, namun karena keempat faktor yang lainnya berada pada skor yang rendah mengakibatkan daerah tersebut memiliki potensi longsor yang rendah.

Daerah potensi sedang terjadinya longsor merupakan daerah terluas yang mendominasi dibandingkan dengan tiga kelas lainnya. Daerah potesni sedang tersebar secara menyeluruh di Kecamatan Kintamani. Daerah ini memiliki kerentanan gerakan tanah menengah, dengan kondisi rata-rata curah hujan tahunan sedang (>2.000-2.200 mm/tahun) hingga tinggi (>2.200-2.400 mm/tahun). Khosiah *et al.* (2018) menjelaskan bahwa tanah longsor dapat terjadi karena gerakan tanah yang berasal dari pergerakan batuan ataupun massa tanah yang bergerak di sepanjang lereng atau di luar lereng karena faktor gravitasi.

Kategori daerah potensi sedang memiliki tipe penggunaan lahan yang beragam terdiri dari kebun campuran, ladang dan permukiman dengan kemiringan lereng agak curam (15-30%) hingga curam (30-45%). Menurut Haryani. (2011) lahan yang penggunaannya untuk hutan dan perkebunan relatif lebih bisa menjaga stabilitas lahan karena sistem perakaran yang dalam sehingga bisa menjaga kekompakan antara partikel tanah serta dapat mengatur limpasan dan resapan air ketika hujan. Jenis tanah yang terdapat pada daerah dengan potensi sedang adalah Regosol Coklat, Regosol Humus dan Regosol Kelabu. Dengan zona gerakan tanah yang menengah, rata-rata curah hujan sedang hingga tinggi dan kemiringan lereng yang curam menjadi faktor yang berpengaruh terhadap longsor.

Daerah dengan potensi tinggi terjadinya longsor memiliki kerentanan gerakan tanah tinggi dengan rata-rata curah hujan tinggi (>2.200-2.400 mm/tahun) hingga sangat tinggi (>2.400 mm/tahun). Hidayat. (2018) menjelaskan bahwa terjadinya hujan terus menerus selama beberapa hari dapat menyebabkan bobot tanah bertambah dan daya ikat tanah berkurang, sehingga semakin rentan terhadap longsor. Daerah dengan potensi tinggi merupakan daerah dataran tinggi dan pegunungan dengan kemiringan lereng curam (>30-45%) hingga sangat curam (>45%). Lereng yang curam sangat berpotensi mengalami gerakan tanah. Semakin curam sudut kemiringan suatu lereng maka akan semakin besar gaya penggerak masa tanah dan batuan penyusun tanah (Saputra et al. 2022). Tipe penggunaan lahan didominasi oleh permukiman, ladang dan semak belukar dengan jenis tanah didominasi oleh Regosol Coklat dan Regosol Kelabu. Kelima faktor penyebab longsor berkontribusi dengan memberikan skor tinggi, sehingga mengakibatkan daerah berada pada kelas potensi longgsor yang tinggi.

Kerentanan Longsor

Tingkat kerentanan longsor di Kecamatan Kintamani ditentukan oleh potensi longsor, sebaran permukiman dan jaringan jalan yang ada di wilayah penelitian. Parameter kerentanan tersebut memiliki nilai sosial ekonomi, sehingga apabila terjadi longsor yang mengenai wilayah tersebut akan menimbulkan kerugian material ataupun immaterial. Hasil analisis menunjukkan kerentanan longsor pada wilayah permukiman terdiri dari tiga kelas yaitu kerentanan rendah seluas 1.041,49 ha (51,37%), kerentanan sedang seluas 811,36 ha dan kerentanan tinggi seluas 174,52 ha (8,61%) dengan total luas wilayah permukiman sebesar 2.029,16 ha.

Terdapat dua tipe jaringan jalan yang terdampak kerentan longsor yang tersebar diseluruh Kecamatan Kintamani, yaitu jalan Kolektor Primer sepanjang 67,26 km (21,9%) dan jalan lokal sepanjang 239,89 km (78,1%). Dari hasil tersebut kerentanan longsor pada jaringan jalan didominasi oleh jalan lokal. Berdasarkan pengamatan di lapangan, dijumpai bahwa terdapat akses untuk menuju permukiman masyarakat tergolong kecil dan terjal dimana hanya dapat dilalui oleh satu mobil atau truk, beberapa jalan menuju lokasi berupa jalan aspal yang tertutup pasir bekas longsor bahkan ada yang berupa jalan tanah yang belum diaspal.

Tebing-tebing lereng yang tinggi tanpa adanya penyangga dan perlakuan mekanik untuk menjaga kestabilan lereng sangat rentan terhadap longsor terutama pada musim penghujan. Di lokasi penelitian terdapat tebing yang dibangun bronjong/gabion. Bronjong adalah anyaman kawat yang berbentuk kotak terbuat dari kawat baja berlapis seng yang didalamnya diisi batuan dan kerikil untuk mencegah kelongsoran pada tanah yang dipasang pada tebing-tebing, tepi-tepi sungai, dan lereng, yang proses penganyamannya menggunakan mesin. Pembangunan bronjong merupakan

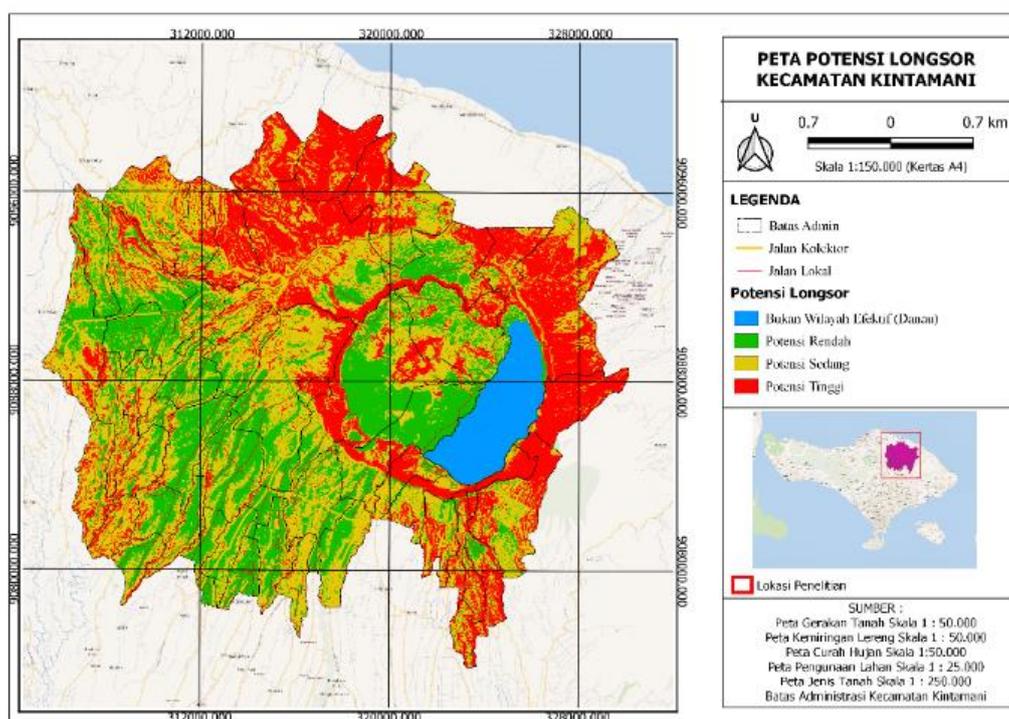
salah satu teknik mitigasi yang dilakukan guna mencegah terjadinya longsor yang diterapkan pada Desa Trunyan dan Desa Abang Batudinding. Tidak hanya pembangunan bronjong, usaha untuk mengantisipasi dampak longsor yang akan terjadi juga dengan pemasangan papan peringatan rentan longsor guna menghimbau

masyarakat yang melintas agar tetap waspada. Bronjong dan papan peringatan merupakan teknik mitigasi yang dilakukan guna mengurangi potensi kerusakan yang diakibatkan oleh longsor di Kecamatan Kintamani. Peta sebaran daerah rentan longsor disajikan pada Gambar 3.

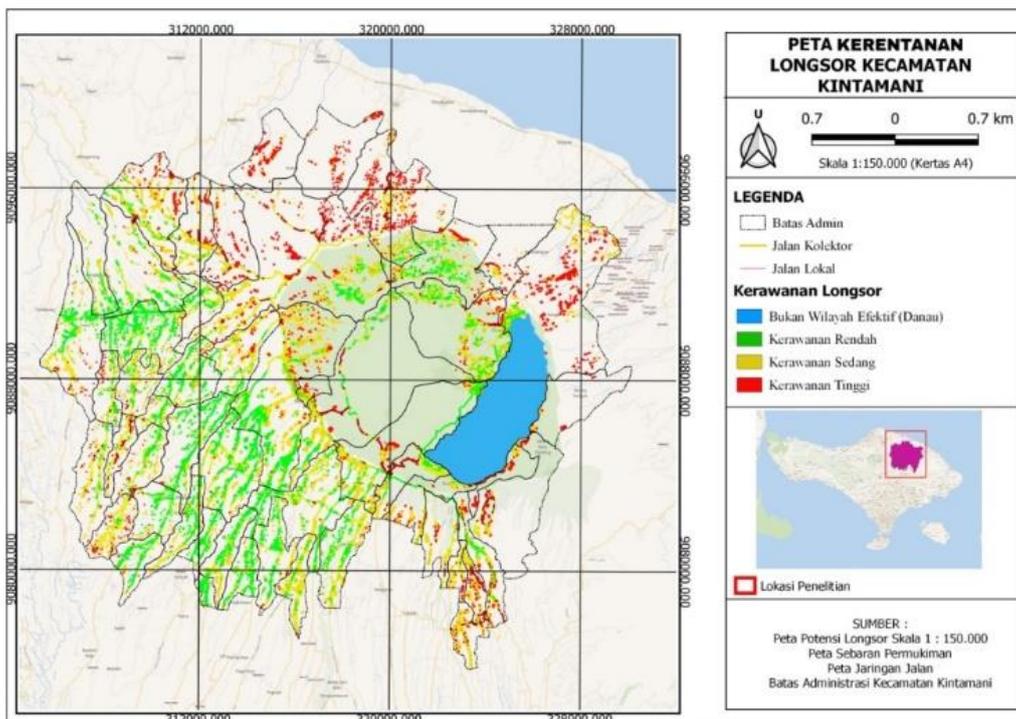
Tabel 7. Klasifikasi Kelas Potensi Longsor

No	Potensi Longsor	Skor	Luas (ha)	Persentase (%)
1	Tidak Berpotensi	≤ 35	1.616,13	4.42%
2	Potensi Rendah	$>35-57$	9.350,61	25.58%
3	Potensi Sedang	$>57-70$	15.021,89	41.10%
4	Potensi Tinggi	>70	10.558,62	28.89%
Total			36.547,25	100

Sumber : Analisis data spasial



Gambar 2. Peta Potensi Longsor



Gambar 3. Peta Kerentanan Longsor

SIMPULAN

Kecamatan Kintamani memiliki daerah potensi longsor yang masuk dalam kategori tidak berpotensi hingga potensi tinggi. Kelas tidak berpotensi longsor merupakan daerah perairan Danau Batur yang terletak di Desa Songan B seluas 1.616,13 ha (4,42%), kategori potensi rendah seluas 9.350,61 (25,58%), potensi sedang seluas 15.021,89 ha (41,10%) dan potensi tinggi seluas 10.558,62 ha (28,89%). Kerentanan longsor pada wilayah permukiman tersebar di seluruh Kecamatan Kintamani dengan kelas kerentanan rendah seluas 1.041,49 ha (51,37%), kerentanan sedang seluas 811,36 ha dan kerentanan tinggi seluas 174,52 ha (8,61%) dengan total luas wilayah permukiman sebesar 2.029,16 ha. Kerentanan longsor pada jaringan jalan memiliki total panjang 307,16 km yang tersebar di seluruh Kecamatan Kintamani

yang didominasi dengan jalan lokal sepanjang 239,89 km (78%)

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Pusat Pengembangan Infrastruktur Informasi Geospasial (PPIIG) Universitas Udayana, yang telah memfasilitasi penulis dalam menyusun Karya Ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Alfarabi, M. S., Manessa, M. D. M., Rustanto, A., & Ristya, Y. (2019). Geomorphology and Landslide-Prone Area in Cisolok District, Sukabumi Regency. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 125, p. 01005). EDP Sciences.

Bappeda Bali dan PPLH UNUD. 2006. *Studi Identifikasi Potensi Bencana Alam Di Provinsi Bali*. Laporan Penelitian, Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Provinsi Bali dan Pusat

- Penelitian Lingkungan Hidup
Lembaga Penelitian Universitas
Udayana, Denpasar
- Bhayunagiri, I. B. P., & Saifulloh, M. (2022). Mapping Of Subak Areaboundaries And Soil Fertility For Agriculturaland Conservation. *Geographia Technica*, 17(2).
- BPS. 2020. *Kecamatan Kintamani dalam Angka Tahun 2020*. Diakses melalui <https://banglikab.bps.go.id> pada tanggal 8 Agustus 2022.
- Diara, I. W., Suyarto, R., & Saifulloh, M. (2022). Spatial Distribution Of Landslide Susceptibility In New Road Construction Mengwitani-Singaraja, Bali-Indonesia: Based On Geospatial Data. *Geomate Journal*, 23(96), 95-103.
- Diara, I.W., Wiradharma, I.K.A.W., Suyarto, R., Wiyanti, W. and Saifulloh, M. 2023. Spatio-temporal of landslide potential in upstream areas, Bali tourism destinations: remote sensing and geographic information approach. *Journal of Degraded and Mining Lands Management* 10(4):0000-0000, doi:10.15243/jdmlm.2023.104.0000.
- Haryani, P. 2011. *Perubahan Penutupan/Penggunaan Lahan dan Perubahan Garis Pantai di DAS Cipunagara dan sekitarnya, Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat
- Hidayat, R., Sutanto, S. J., Hidayah, A., Ridwan, B., & Mulyana, A. (2019). Development of a landslide early warning system in Indonesia. *Geosciences*, 9(10), 451.
- Hidayat. R. 2018. Analisis Stabilitas Lereng Pada Longsor Desa Caok, Purworejo, Jawa Tengah. *Jurnal Sumber Daya Air* 14 (1), Mei: 63 - 74.
- Kartini, N. L., Saifulloh, M., Trigunasih, N. M., & Narka, I. W. (2023). Assessment of Soil Degradation Based On Soil Properties and Spatial Analysis in Dryland Farming. *Journal of Ecological Engineering*, 24(4), 368-375.
- Khosiah dan Ariani. A. (2017). Tingkat Kerentanan Tanah Longsor Di Dusun Landungan Desa Guntur Macan Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat. *Jime* 3(1), 195-200.
- Noviyanto, A., Sartohadi, J., & Purwanto, B. H. (2020). The distribution of soil morphological characteristics for landslide-impacted Sumbing Volcano, Central Java-Indonesia. *Geoenvironmental Disasters*, 7(1), 1-19.
- Pradnyasari, N. M. D., & Kusmawati, T. (2019, August). Analysis of Landslide Susceptibility of Beldindingan Village, Songan A Village and Songan B Village of Kintamani, Bangli, Indonesia. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 313, No. 1, p. 012006). IOP Publishing.
- PSBA UGM. 2001. *Penyusunan Sistem Informasi Penanggulangan Bencana Alam Tanah Longsor di Kabupaten Kulon Progo*. Laporan Akhir.Pemerintah Kabupaten Kulon Progo Perencanaan Pembangunan Daerah
- Saputra, R.T., S.R. Utami, dan C. Agustina. 2022. Hubungan Kemiringan Lereng Dan Persentase Batuan Permukaan Terhadap Longsor Berdasarkan Hasil Simulasi. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), pp.339-346
- Trigunasih, N. M., & Saifulloh, M. (2022a). The Investigating Water Infiltration Conditions Caused by Annual Urban Flooding Using Integrated Remote Sensing and Geographic Information Systems. *Journal of Environmental Management & Tourism*, 13(5), 1467-1480.
- Trigunasih, N. M., & Saifulloh, M. (2022b). Correlation between soil nitrogen content and NDVI derived from sentinel-2A satellite imagery. *Jurnal Lahan Suboptimal: Journal of Suboptimal Lands*, 11(2), 112-119.
- Trigunasih, N. M., & Saifulloh, M. (2022c). Spatial Distribution of Landslide Potential and Soil Fertility: A Case Study in Baturiti District, Tabanan, Bali, Indonesia. *Journal of Hunan University Natural Sciences*, 49(2).
- Trigunasih, N. M., & Saifulloh, M. (2023). Investigation Of Soil Erosion In Agro-

Tourism Area: Guideline For
Environmental Conservation
Planning. *Geographia
Technica*, 18(1).

Wiyanti, W., Susila, K. D., Suyarto, R., &
Saifulloh, M. (2022). Analisis Spasial
Potensi Resapan Air Untuk
Mendukung Pengelolaan Daerah
Aliran Sungai (DAS) Unda Provinsi
Bali. *Jurnal Penelitian Pengelolaan
Daerah Aliran Sungai (Journal of
Watershed Management
Research)*, 6(2), 111-124