

STUDI KESESUAIAN LAHAN DAN POLA RUANG UNTUK PENGENDALIAN BENCANA LONGSOR DI KABUPATEN POHUWATO

Study of Land Suitability and Spatial Pattern for Landslide Disaster Control in Pohuwato Regency

Nevi Kurniawati¹, Indriani Umar²

¹ Program Studi Perencanaan Wilayah, Universitas Pohuwato, Indonesia

² Program Studi Arsitektur, Universitas Pohuwato, Indonesia

Email korespondensi: nevikurniawati@gmail.com

Received: 3/9/2025 | Revised: 16/11/2025 | Accepted: 29/11/2025

DOI: <https://dx.doi.org/10.31314/jsig.v8i2.4847>

Abstract - Landslides frequent in Pohuwato Regency are triggered by a combination of hilly topography, high rainfall intensity, and land use practices that are not in line with conservation principles. This study aims to analyze and map the spatial vulnerability to landslides and evaluate the suitability of existing spatial patterns in the Pohuwato Regency Spatial Plan (RTRW) document as a scientific basis for disaster mitigation strategies. The methods used are quantitative descriptive analysis and spatial modeling using the weighted overlay technique on a Geographic Information System (GIS) platform. Key parameters integrated include slope gradient, rainfall, soil type, and land use. The vulnerability mapping results show that areas with low, medium, and high landslide potential cover 58,570.66 ha, 65,810.38 ha, and 18,159.92 ha, respectively. The dominant factors contributing to high vulnerability are steep slope inclination, extreme rainfall, and land use transformation, particularly the conversion of forests into mining and settlement areas. An evaluation of the spatial compatibility between vulnerability maps and spatial patterns in the RTRW shows that, although the majority of spatial use planning is in line with disaster zoning, there are still settlements in high risk zones in several subdistricts, such as Taluditi, Patilanggio, Buntulia, Dengilo, and West Popayato. These findings highlight the importance of evaluating spatial planning policies and strictly enforcing land use regulations in order to reduce the risk of landslides.

Keywords: Landslide; Spatial Vulnerability; Disaster Mitigation; Land Suitability; Geographic Information Systems

Abstrak – Bencana tanah longsor yang sering terjadi di Kabupaten Pohuwato dipicu oleh kombinasi topografi berbukit, intensitas curah hujan tinggi, dan praktik penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan prinsip konservasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan tingkat kerentanan spasial terhadap tanah longsor serta mengevaluasi kesesuaian pola ruang eksisting dalam dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Pohuwato sebagai basis saintifik untuk strategi mitigasi bencana. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif kuantitatif dan pemodelan spasial menggunakan teknik overlay berbobot (*weighted overlay*) pada platform Sistem Informasi Geografis (SIG). Parameter kunci yang diintegrasikan meliputi kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan. Hasil pemetaan kerentanan menunjukkan bahwa wilayah dengan potensi longsor rendah, sedang, dan tinggi masing-masing mencakup area seluas 58.570,66 ha, 65.810,38 ha, dan 18.159,92 ha. Faktor dominan yang berkontribusi terhadap kerentanan tinggi adalah kemiringan lereng curam, curah hujan ekstrem, dan transformasi penggunaan lahan, terutama konversi hutan menjadi area pertambangan dan permukiman. Evaluasi kesesuaian spasial antara peta kerentanan dan pola ruang RTRW memperlihatkan bahwa, meskipun mayoritas perencanaan pemanfaatan ruang telah selaras dengan zonasi bencana, masih adanya permukiman di zona rawan tinggi di beberapa kecamatan seperti Taluditi, Patilanggio, Buntulia, Dengilo, dan Popayato Barat. Temuan ini menunjukkan pentingnya evaluasi kebijakan tata ruang dan penegakan regulasi pemanfaatan lahan secara ketat agar mengurangi risiko bencana longsor.

Kata kunci: Longsor; Kerentanan Spasial; Mitigasi Bencana; Kesesuaian Lahan; Sistem Informasi Geografi



Under the license CC BY-NC-SA 4.0

PENDAHULUAN

Salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia adalah bencana tanah longsor, yang biasanya terjadi di daerah pegunungan dan terjadi saat musim hujan (Muntohar *et al.*, 2020). Tanah longsor adalah gerakan massa tanah, batu, dan bahan lain yang tiba-tiba menuruni lereng, terutama didorong oleh gravitasi (Egorov, 2024). Peristiwa ini dapat terjadi pada skala kecil, seperti pergerakan material di tepi jalan, atau pada skala besar, seperti longsor gunung dan tebing. Longsor adalah perpindahan massa tanah, batuan, dan air secara alami dalam jumlah besar dalam waktu yang singkat. Pada daerah lain di Indonesia, tanah longsor terjadi karena hujan yang lama, gempa bumi, dan aliran lahar gunung. Namun, di Indonesia, tanah longsor biasanya terjadi setelah hujan yang panjang. Gerakan tanah ini terjadi ketika ada ketidakseimbangan, yang menyebabkan lereng bergerak mengikuti gaya gravitasi Bumi dan akhirnya longsor. Ketika telah diketahui penyebab longsor dan gejalanya, longsor dapat dihindari. Tanda-tanda longsor pada lereng termasuk munculnya retakan di lereng, rapuh tebing, dan munculnya air dengan cepat.

Bencana tanah longsor tertinggi di Indonesia terjadi di daerah dengan topografi curam dan curah hujan 2.000 mm/tahun (Tjahjono *et al.*, 2024). Kondisi alam seperti jenis tanah, batuan, curah hujan, kemiringan lahan, dan penutup lahan berkontribusi pada bencana ini. Bencana tanah longsor juga dapat disebabkan oleh tindakan manusia, seperti penggunaan lahan hutan yang tidak sesuai dengan peraturan, penebangan hutan tanpa tebang pilih, dan pembangunan pemukiman di wilayah yang curam. Bencana ini menyebabkan banyak kerusakan, termasuk bangunan rumah warga yang roboh dan infrastruktur jalan yang rusak. Kejadian ini menunjukkan bahwa wilayah tersebut rentan terhadap bencana alam karena pemanfaatan sumber daya alam yang tidak teratur dan daya dukung tanah yang melampaui batas. Meningkatnya aktivitas manusia yang tidak memperhatikan keberlanjutan lingkungan, seperti penebangan hutan dan pembangunan tanpa perencanaan yang matang, memperburuk kondisi tanah di daerah tersebut. Akibatnya, daya dukung tanah menurun drastis, membuat daerah tersebut semakin rentan terhadap bencana longsor (Albirru *et al.*, 2023) (Saudale *et al.*, 2024).

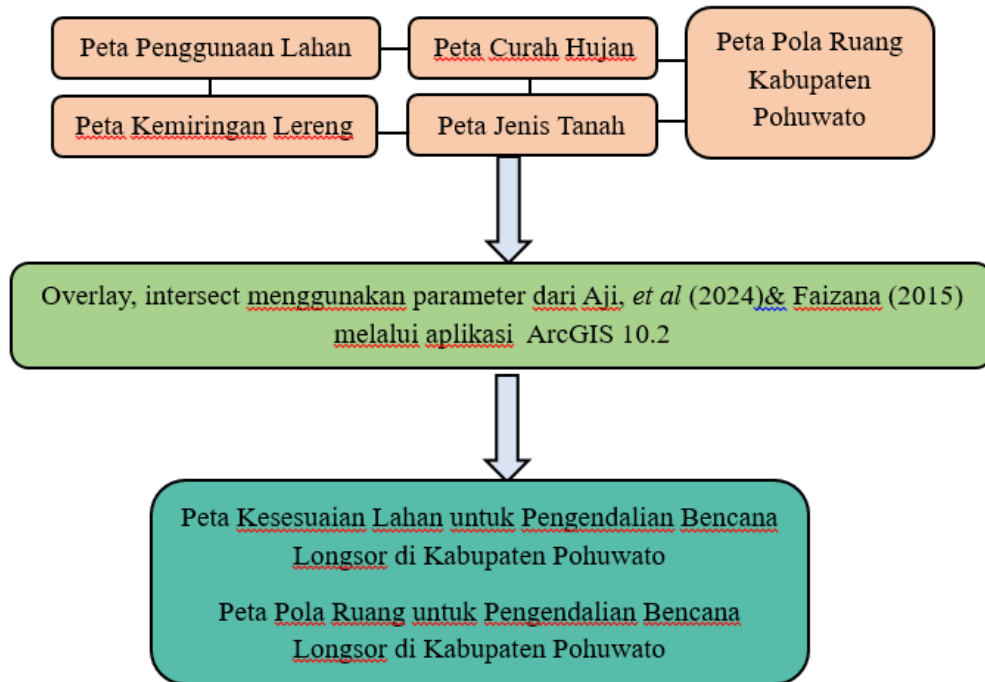
Karakteristik lahan yang beragam di Kabupaten Pohuwato yang beragam seperti hutan, permukiman, Perkebunan, kemudian kemiringan lereng yang beragam. Sebagian besar longsor yang terjadi di Kabupaten Pohuwato berada di wilayah dengan kondisi geologi yang tidak stabil dan seringkali disebabkan oleh curah hujan yang sangat tinggi hingga melebihi titik tertinggi (Indriati *et al.*, 2023) (Darwis *et al.*, 2021).

Berdasarkan data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), salah satu bencana alam yang paling sering terjadi di Kabupaten Pohuwato adalah longsor. Bencana tanah longsor yang berulang kali terjadi di Pohuwato dari tahun 2022-2025 menimbulkan korban jiwa dan harta. Titik lokasi yang sering terjadi bencana longsor di Desa Heluwa Kecamatan Buntulia Kabupaten Pohuwato. Faktor curah hujan dengan intensitas tinggi mengakibatkan bencana longsor terjadi di wilayah tersebut. Selain faktor curah hujan, wilayah yang berbukit-bukit, alih fungsi hutan dengan sudut kelerengan yang besar menjadi lahan tambang emas yang menyebabkan longsor sering terjadi. Untuk mencegah dan mengurangi korban jiwa dan dampak ekonomi yang ditimbulkan oleh bencana alam tanah longsor, sangat penting untuk memiliki informasi yang lengkap dan akurat tentang pengendalian pemanfaatan lahan, perizinan di kawasan rawan tanah longsor, dan peraturan yang dapat digunakan sebagai dasar untuk setiap aktivitas pengembangan.

Salah satu langkah yang dapat diambil untuk mengurangi dampak tanah longsor adalah dengan mengenali karakteristik wilayah untuk pengendalian bencana longsor. Untuk mengenali karakteristik wilayah yang rentan terhadap longsor, diperlukan pemetaan wilayah berbasis mitigasi bencana longsor, dilanjutkan dengan integrasi dokumen rencana tata ruang untuk pengendalian bencana longsor (Eraku & Permana, 2020) (Rahmad *et al.*, 2018).

METODE DAN DATA

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Pohuwato Provinsi Gorontalo. Data yang digunakan yaitu peta kemiringan lereng, peta tutupan lahan, peta curah hujan, peta jenis tanah, dan Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pohuwato Tahun 2025. Teknik analisis yang digunakan berupa teknik analisis data spasial dan teknik analisis data atribut. Adapun teknik analisis data spasial yang digunakan yakni *geoprocessing* berupa *union*, *overlay*, *intersect*. Dokumen RTRW Kabupaten Pohuwato tahun 2016-2026 yang diperkuat dengan hasil wawancara yang dilakukan terhadap informan kunci pembuat kebijakan. Hasil analisis ini diharapkan dapat mengetahui dan memahami bentuk peraturan atau kebijakan yang mengatur pemanfaatan ruang khususnya di kawasan rawan bencana (Ridha et al., 2024).



Gambar 1. Alur Penelitian

Menyusun dan merangkai berbagai macam jenis data yang satuannya dan fungsinya tidak teratur menjadi data yang sistematis dan terperinci sesuai dengan fungsi, klasifikasi, dan penggunaan untuk membuat peta kesesuaian lahan untuk pengendalian bencana tanah longsor. Parameter kelerengan, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan digabungkan dan dilakukan pembobotan untuk menentukan tingkat ancaman bencana tanah longsor.

Metode analisis spasial utama adalah *weighted overlay*. Teknik ini menggabungkan dan memboboti setiap parameter kerentanan longsor (Kemiringan lereng, curah hujan, penggunaan lahan, jenis tanah, dan jenis batuan) berdasarkan tingkat pengaruhnya, seperti yang ditetapkan pada Tabel 1. Hasil dari *weighted overlay* adalah Peta Kesesuaian Lahan (Kerawanan Longsor). Selanjutnya, peta kerawanan ini di *overlay* dengan Peta Pola Ruang RTRW menggunakan teknik *intersect* untuk menilai tingkat kesesuaian/risiko pola ruang.

Tabel 1. Parameter Kesesuaian Lahan Untuk Pengendalian Bencana Longsor

Parameter	Tingkatan	Skor	Bobot
Kemiringan Lereng (%)	0-8%	1	20%
	8-15	2	
	15-25	3	
	25-45	4	
	>45	5	

Curah Hujan (mm/tahun)	Sangat Kering (1500)	1	30%
	Kering (1501-2000)	2	
	Sedang (2001-2500)	3	
	Basah (2501-2300)	4	
	Sangat Basah (>3000)	5	
Penggunaan Lahan	Awan	1	20%
	Perairan	2	
	Permukiman	3	
	Hutan, kebun monokultur	4	
	Semak Belukar	5	
Jenis Tanah	Inceptisol	1	10%
	Afisol	2	
	Udisol	3	
	Andisol	4	
	Entisol	5	
Jenis Batuan	Aluvial	1	20%
	Sedimen	2	
	Vulkanik	3	

(Sumber (Aji et al., 2024))

Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana, klasifikasi tingkat ancaman bencana tanah longsor dan perhitungan interval kelas.

Tabel 2. Kriteria dan Kelas Kerawanan Longsor (Sumber (Faizana et al., 2015))

Interval Skor	Kelas Kerawanan
2,55-2,70	Rendah
2,71-2,85	Sedang
2,86-3,00	Tinggi
3,10-4,00	Sangat tinggi

Tabel 3. Kesesuaian Rencana Pola Ruang Untuk Pengendalian Bencana Longsor (Sumber:(Aji et al., 2024))

Peruntukan Ruang	Risiko Bencana		
	Rendah (Sesuai)	Sedang (Bersyarat)	Tinggi (Tidak Sesuai)
Kawasan Lindung			
Kawasan Perlindungan Setempat	✓	✓	✓
Ruang Terbuka Hijau	✓	✓	✓
Suaka Alam/Margasatwa/Cagar Alam	✓	✓	✓
Cagar Budaya dan Ilmu Pengetahuan	✓	✓	✓
Taman Nasional	✓	✓	✓
Kawasan Lindung Geologi	✓	✓	✓
Kawasan Rawan Bencana Alam Geologi	✓	✓	✓
Kawasan Perlindungan Air Tanah	✓	✓	✓
Kawasan Bencana Alam	✓	✓	✓
Kawasan Budidaya			
Hutan Produksi	✓	✓	•
Hutan Rakyat	✓	✓	•
Pertanian Lahan Basah	✓	✓	•
Pertanian Lahan Kering	✓	✓	•
Perkebunan	✓	✓	•
Peternakan	✓	✓	•
Perikanan	✓	✓	•
Pertambangan	✓	•	•
Industri	✓	•	•

Permukiman	✓	•	•
Pariwisata	✓	•	•
Perdagangan dan Jasa	✓	•	•

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif dengan prosedur analisis perangkat lunak SIG berupa analisis tumpang tindih/*overlay* faktor–faktor yang berpengaruh terhadap kejadian tanah longsor. Penelitian deskriptif adalah penelitian yang berusaha untuk menggambarkan gejala, peristiwa atau kejadian yang terjadi sekarang (Haris et al., 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

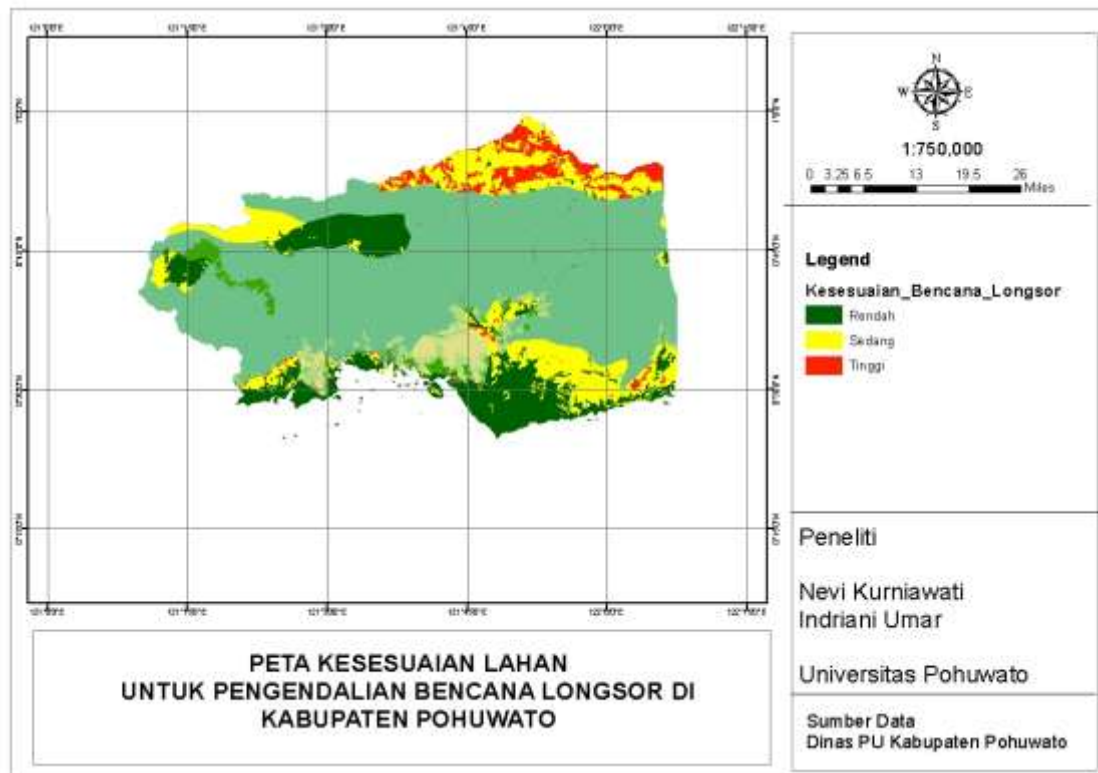
Kabupaten Pohuwato adalah sebuah kabupaten yang terletak di Provinsi Gorontalo, Indonesia. Secara geografis, Kabupaten Pohuwato berada di ujung barat Provinsi Gorontalo dan berbatasan dengan Kabupaten Buol di utara, Kabupaten Boalemo di sebelah timur, Laut Sulawesi dan Teluk Tomini di sebelah selatan. Kabupaten Pohuwato memiliki luas wilayah sekitar 4.244,31 km² dengan letak geografis antara 0,27° – 0,01° LU dan 121,23° - 122,44° BT.



Gambar 2. Peta Administrasi Kabupaten Pohuwato (Sumber: Dinas Tata Ruang Kabupaten Pohuwato)

Analisis Kesesuaian Lahan Untuk Pengendalian Bencana Longsor

Hasil dari analisis analisis parameter Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat tahun 2004 Longsor dengan ArcGIS 10.2, didapat Kesesuaian Lahan Untuk Pengendalian Bencana Longsor yang ditampilkan pada Gambar 3. Jika dilihat dari Gambar 3, terdapat tiga kategori yang dapat ditampilkan dari peta Kesesuaian Lahan Untuk Pengendalian Bencana Longsor. Daerah yang berwarna hijau merupakan daerah dengan potensi longsor rendah, warna kuning mewakili daerah Potensi longsor yang sedang, dan warna merah yang cukup tinggi longsor.



Gambar 3. Peta Kesesuaian Lahan Untuk Pengendalian Longsor Kabupaten Pohuwato Tahun 2025
(Sumber: Analisis, 2025)

Tabel 4. Klasifikasi Bencana Longsor Kabupaten Pohuwato Tahun 2025
(Sumber: Analisis, 2025)

Klasifikasi Bencana Longsor	Luas Lahan (ha)
Rendah	58.570,66
Sedang	65.810,38
Tinggi	18.159,92
Total	142.540,96

Berdasarkan hasil analisis diperoleh data luas lahan rendah tidak rawan longsor di Kabupaten Pohuwato yaitu 58.570,66 yakni berada di Kecamatan Popayato Barat, Kecamatan Popayato Timur, Kecamatan Lemito, Kecamatan Paguat, Kecamatan Marisa, Kecamatan Randangan dan Kecamatan Patilanggio. wilayah yang masuk kategori sedang atau Cukup Rawan Longsor seluas 65.810,38 yakni sebagian Kecamatan Popayato Barat, sebagian Kecamatan Popayato Timur, Kecamatan wonggarasi, Kecamatan Taluditi, Kecamatan Buntulia, Kecamatan Dengilo dan wilayah yang masuk kategori tinggi Rawan Longsor 18.159,92 beradi di sebagian wilayah Kecamatan wonggarasi, Kecamatan Taluditi, Kecamatan Buntulia, Kecamatan Dengilo. Faktor yang paling mempengaruhi adalah curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan dan jenis tanah (Natalia, 2024)(Wardhana et al., 2023) (Gilang Rupaka et al., 2015).

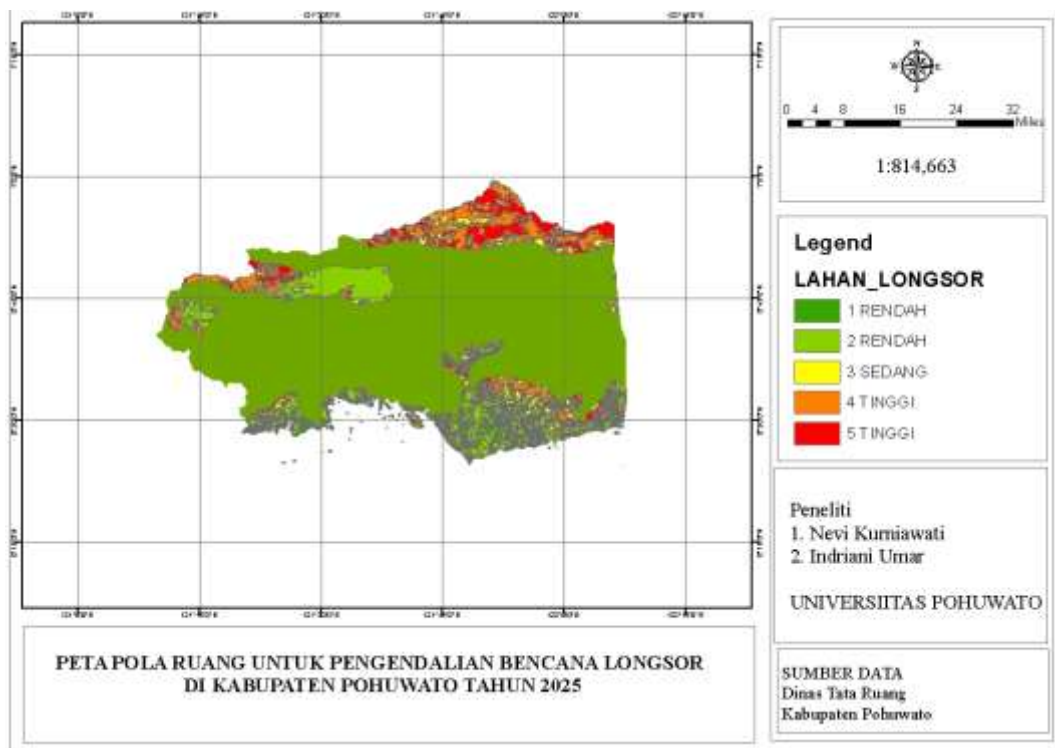
Analisis Pola Ruang untuk Pengendalian Longsor di Kabupaten Pohuwato

Berdasarkan sumber Peta RTRW Kabupaten Pohuwato Tahun 2015 hasil *overlay* pola ruang luas lahan kelas 2 rendah tidak rawan longsor yaitu 308.106,41, sedang cukup rawan longsor yaitu 125.9317,55 dan lahan yang tinggi rawan longsor yaitu 13.315.34,16. Wilayah yang tinggi rawan longsor berada di utara. Hasil *overlay* menunjukkan secara umum rencana pola ruang di Kabupaten Pohuwato telah mengikuti zona kerentanan bahaya tanah longsor.

Penempatan wilayah pemukiman dikonsentrasikan di wilayah dengan kerentanan rendah hingga sedang di bagian barat laut dan timur laut.

Peta Pola Ruang (Gambar 4) dan Tabel 5 memiliki 5 kategori yang berbeda (1 rendah sampai 5 tinggi). Lima kategori ini adalah hasil dari analisis overlay antara Peta Kerawanan 3 tingkat (rendah, sedang, tinggi) dengan klasifikasi Rencana Pola Ruang yang memiliki berbagai jenis peruntukan (kawasan lindung dan budidaya). Dengan demikian, 5 kategori tersebut merepresentasikan tingkat risiko kesesuaian dari perpaduan kerawanan dengan jenis peruntukan lahan yang direncanakan.

Hasil analisis dalam penelitian ini pada gambar 4 menunjukkan bahwa pemerintah daerah Kabupaten Pohuwato telah melakukan upaya perencanaan wilayah yang cukup baik dengan mempertimbangkan aspek kebencanaan khususnya terhadap ancaman bahaya tanah longsor di Kecamatan Taluditi, Buntulia dan Dengilo. Wilayah dengan kelerengkan terjal dengan ancaman bahaya tanah longsor tinggi dialokasikan sebagai kawasan budidaya. Untuk mengendalikan bencana hidrometeorologi, terutama tanah longsor, perencanaan pelestarian lingkungan hutan diperlukan di daerah gunung dan perbukitan. Kawasan pemukiman perdesaan dan perkotaan dengan kepadatan rendah berada di sisi barat laut, tetapi Rencana Pola Ruang untuk kawasan permukiman di sisi timur laut telah ditempatkan di area dengan indeks kerentanan bahaya tanah longsor rendah. Kecamatan Popayato Barat masih berada di zona dengan indeks kerentanan bahaya tanah longsor yang tinggi.



Gambar 4. Hasil Analisis Peta Pola Ruang untuk Pengendalian Longsor Kabupaten Pohuwato Tahun 2025 (Sumber: Analisis, 2025)

Perencanaan wilayah yang baik diperlukan untuk menangani dan mengurangi dampak bencana, terutama kebencanaan. Kedepannya, analisis kesesuaian rencana pola ruang yang telah dilakukan juga perlu dilakukan untuk melihat komitmen pemerintah dalam menerapkan kebijakan RTRW di Kabupaten Pohuwato. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tambahan mengenai perubahan rencana pola ruang di Kabupaten Pohuwato sebelum dan setelah diterbitkannya perda No.11 tahun 2011 tentang RTRW Kabupaten Pohuwato. Evaluasi lebih lanjut akan dilakukan setelah perda No.11 tahun 2011. Pada dasarnya, sebagian besar wilayah Indonesia terletak di daerah yang rentan terhadap bencana. Di Indonesia, tidak ada satu pun kabupaten atau kecamatan yang tidak terancam bencana, baik itu bencana gempa bumi, tanah longsor, banjir, atau kombinasi dari semua ini, yang dikenal sebagai multi bencana (Aji et al., 2024).

Tabel 5. Luas Pola Ruang untuk Pengendalian Longsor Kabupaten Pohuwato Tahun 2025 (Sumber: Analisis, 2025)

Klasifikasi Bencana Longsor	Luas Lahan (ha)
Rendah	176.85
Sedang	125.55
Tinggi	149.51
Total	551.91

KESIMPULAN

Kesesuaian antara penggunaan lahan dilapangan dengan RTRW Kabupaten Pohuwato telah mengalami perubahan. Kawasan yang tidak sesuai berdasarkan kerawanan longsor yang tinggi adalah pada kawasan hutan rimba di Wilayah Kecamatan Taluditi, Patilanggio, Buntulia, Dengilo dan Kecamatan Popayato Barat. Wilayah Kabupaten Pohuwato yang termasuk dalam kategori rawan longsor 18.159,92 ha, sedangkan luas wilayah 65.810,38 ha merupakan wilayah dalam kategori cukup rawan longsor dan luas lahan yang tidak rawan longsor yaitu 58.570,66 ha. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam menyediakan peta kesesuaian lahan berbasis mitigasi bencana yang dapat dijadikan acuan dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan kawasan rawan bencana, serta peningkatan kesadaran masyarakat terhadap risiko tanah longsor. Integrasi informasi kerentanan bencana dalam kebijakan pembangunan diharapkan mampu mengurangi potensi kerugian jiwa dan materi di masa mendatang. Warga masyarakat yang tinggal di wilayah rawan longsor seperti Kecamatan Taluditi, Patilanggio, Buntulia, Dengilo belum menyadari wilayahnya rawan longsor. Warga sekitar juga tidak memiliki kesadaran untuk meminimalkan resiko bencana, tidak memiliki titik-titik evakuasi dan jauh dari rumah sakit atau puskesmas. Akses jalan yang bagus tidak menyulitkan mereka bila terjadi proses evakuasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A. B., Miladan, N., & Pujantiyo, B. S. (2024). Kesesuaian rencana pola ruang terhadap risiko bencana tanah longsor di Kabupaten Boyolali. *Region : Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 19(1), 292. <https://doi.org/10.20961/region.v19i1.66891>
- Albirru, G. M., Nurtjahjaningtyas, I., & Hidayah, E. (2023). Pemetaan Kerawanan Tanah Longsor di Hulu DAS Tanggul. *Rekayasa Sipil*, 17(2), 199–210. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.02.12>
- Darwis, M. R., Uca, U., & Yusuf, M. (2021). Pemetaan Zonasi Daerah Rawan Bencana Longsor Berbasis Sistem Informasi Geografi Di Das Jeneberang Kabupaten Gowa. *Jurnal Environmental Science*, 3(2). <https://doi.org/10.35580/jes.v3i2.20080>
- Dewi, C. K. (2020). Analisis Kesesuaian Lahan Kawasan Lindung di Kecamatan Lembang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Geografi*, 9(2), 144–151.
- Egorov, V. (2024). Landslides (pp. 640–643). Elsevier eBooks. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-80932-0.00104-x>
- Eraku, S. S., & Permana, A. P. (2020). Analisis Kemampuan Dan Kesesuaian Lahan Di Daerah Aliran Sungai Alo, Provinsi Gorontalo. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 86–99. <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8243>
- Gilang Rupaka, A. P., Suharyanto, S., & Sudarno, S. (2015). Analisis Kesesuaian Penggunaan Lahan Pada Daerah Rawan Tanah Longsor Di Kabupaten Tegal. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 12(2), 52. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v12i2.52-56>
- Haris, F. D., Sitorus, S. R. ., & Tjahjono, B. (2022). Kesesuaian Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) berbasis bahaya banjir menggunakan analisis hierarki proses di Kabupaten Kuningan. *Region : Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 17(1), 124. <https://doi.org/10.20961/region.v17i1.44172>
- Indriati, S., Sultan, S., & Azikin, B. (2023). Kajian Mitigasi pada Zona Rawan Tanah Longsor Berdasarkan Tipe Longsoran di Kecamatan Kokalukuna dan Kecamatan Bungi, Kota Baubau Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ecosolum*, 12(1), 72–85.

- <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v12i1.26732>
- Muntohar, A. S., Mavrouli, O., Jetten, V., van Westen, C. J., & Hidayat, R. (2020). Development of Landslide Early Warning System Based on the Satellite-Derived Rainfall Threshold in Indonesia (pp. 227–235). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-60311-3_26
- Natalia, I. D. (2024). *Evaluasi kesesuaian penggunaan lahan terhadap kualitas lingkungan di Kota Tarakan , Provinsi Kalimantan Utara (Studi kasus kawasan rawan bencana longsor di Kota Tarakan)*. 8(September), 493–503.
- Rahmad, R., Suib, S., & Nurman, A. (2018). Aplikasi SIG Untuk Pemetaan Tingkat Ancaman Longsor Di Kecamatan Sibolangit, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 1. <https://doi.org/10.22146/mgi.31882>
- Ridha, R., Susanti, F., & Rahmi, S. R. (2024). Analisis Zonasi dan Kesesuaian Kebijakan Pemanfaatan Lahan pada Kawasan Bencana Longsor Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat. *Spatial : Wahana Komunikasi Dan Informasi Geografi*, 24(1), 41–54.
- Saudale, J. P., Ledoh, M. S., Lily, B. B., Lake, R. C., Bao, A., Pedan, C., Sonbay, J., Sengkoen, A. M., Bere, M., Paga, M., & Sabarua, E. (2024). Evaluasi Kesesuaian Lahan Permukiman Dan Analisis Pemanfaatan Lahan Di Desa Oesena, Kabupaten Kupang, Nusa Tenggara Timur, Pasca Bencana Longsor. *Tesa Arsitektur*, 22(1), 1–8. <https://doi.org/10.24167/tesa.v22i1.11865>
- Silalahi, L. Z., Dumayanti, A. P., Yusra, R., Husna, N. S., Lubis, C., Sutrisno, D., Anggresani, L., & Khadafi, M. (2022). *Volume 13 Nomor 1, Januari 2022*. 13(1), 50–61. <https://doi.org/10.33005/plumula.v13i1.231>
- Tjahjono, B., Firdania, I., & Trisasongko, B. H. (2024). Modeling landslide hazard using machine learning: A case study of Bogor, Indonesia. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 14(2), 407–414. <https://doi.org/10.29244/jpsl.14.2.407>
- Wardhana, I. K. W., Martha, S., Arief, S., Prihanto, Y., Gultom, R. A. G., & Yunita, R. (2023). Kajian Rencana Pola Ruang Dalam Mitigasi Ancaman Bahaya Tanah Longsor di Kecamatan Sukamakmur Kabupaten Bogor. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 4(1), 19–26. <https://doi.org/10.23960/jgrs.2023.v4i1.129>