



Analisis Tingkat Kerawanan Longsor Lahan Berbasis SISTEM Informasi Geografi di Kota Ambon

Yuliana Yamco¹, Mohammad Amin Lasaiba^{*}, Ferdinand Salomo Leuwol¹

¹Program Studi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Patimura Ambon

Article Info	ABSTRAK
Kata Kunci: Analisis, Longsor, Sistem Informasi Geografi	Bencana merupakan suatu peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Tanah Longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau batuan, ataupun percampuran keduanya, menuruni atau keluar lereng akibat terganggunya kestabilan tanah. Penyebab tanah longsor selain dari ulah manusia juga karena factor alam yaitu hujan. Ada dua hal penyebab tanah longsor yang berkaitan dengan hujan, yakni hujan berintensitas tinggi dalam waktu singkat dan menerpa daerah yang kondisi tanahnya labil. Sistem informasi geografis (SIG) juga menyediakan pemrosesan data spasial, yang dapat digunakan untuk inventaris bahaya longsor dan peta zonasi, Sistem Informasi Geografis digunakan dalam penelitian ini karena terbukti mampu menyediakan informasi data geospasial setiap objek dipermukaan bumi secara cepat, sekaligus menyediakan sistem analisa keruangan yang akurat sehingga dapat dilakukan upaya mitigasi yang bertujuan untuk mencegah bahaya (resiko) yang berpotensi menjadi bencana atau mengurangi efek dari bencana ketika bencana tersebut sudah terjadi Kota Ambon berdasarkan fisiografinya, sebagian besar wilayahnya merupakan daerah perbukitan hingga pegunungan yaitu sekitar 89% dengan kondisi kemiringan lereng curam hingga sangat curam dan hanya sekitar 11% berupa daerah dataran.
Keywords: Analysis, Landslide, Geographic Informarion System	ABSTRACT <i>Disaster is an event that threatens and disrupts people's lives and livelihoods. Landslide is one type of mass movement of soil or rock, or a mixture of both, down a slope due to disruption of soil stability. The cause of landslides apart from human activity is also due to natural factors, namely rain. There are two things that cause landslides related to rain, namely high-intensity rain in a short time and hitting areas with unstable soil conditions. Geographic information system (GIS) also provides spatial data, which can be used for landslide hazard inventory and zoning maps, Geographic Information System used in this study because it is proven to be able to provide geospatial data information for each object on the earth's surface quickly, as well as provide a spatial analysis system that so that mitigation efforts can be carried out aimed at preventing hazards (risks) from becoming disasters or reducing the effects that occur when the disaster has occurred Ambon City based on its physiography, most of its areas are hilly to mountainous areas, about 89% with slope conditions up to steep and only about 11% in the form of plains.</i>

**Corresponding Author:*

Mohammad Amin Lasaiba

Program Studi Pendidikan Geografi Jurusan IPS FKIP Universitas Pattimurai Ambon

PENDAHULUAN

Istilah (*natural hazard*) bahaya alam mengandung pengertian terjadinya suatu kondisi atau fenomena alam, yang mengancam atau bertindak berbahaya dalam ruang dan waktu yang ditentukan. (Bhat et al., 2019; Lasaiba & Arfa, 2022) Longsor lahan adalah salah satu bahaya alam yang berupa pergerakan suatu massa batuan, pecahan batuan (debris), atau tanah pada lereng di bawah pengaruh gravitasi (Varnes, 1978; Guzzetti, 2005., Benchelha et al., 2020). Istilah longsor lahan ini biasanya digunakan untuk massa yang dipindahkan di lereng bukit, dimana semakin besar longsor maka semakin besar pula perpindahan massanya. (Ahmed et al., 2020). Dalam beberapa dekade terakhir, longsor lahan mendapat perhatian yang cukup besar karena merupakan bencana yang paling meluas di dunia dalam hal korban jiwa dan kerusakan sosial ekonomi (Benchelha et al., 2020). Kondisi ini disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang tinggi yang menyebabkan berbagai kerugian ekonomi dan kehidupan yang signifikan (Lombardo et al., 2019). Hal ini juga menjadi penyebab ribuan kematian dan kerusakan infrastruktur setiap tahun di seluruh dunia (Juang et al., 2019).

Bencana longsor merupakan suatu peristiwa alam yang sering terjadi setiap tahunnya di seluruh dunia. Kejadian longsor di wilayah Himalaya setiap tahunnya mencapai 200 orang, dan kerugian ekonomi lebih dari US\$ 1 miliar (Tran et al., 2021). Di Negara Cina, Menurut Buletin Bencana Geologi Nasional dari tahun 2007 hingga 2016, rata-rata 762 orang dilaporkan meninggal atau hilang per tahun. (He et al., 2020). Menurut survei terhadap 290 kabupaten dan kota di

Cina, 90% dari total jumlah tanah longsor disebabkan oleh curah hujan yang tinggi (Gong et al., 2021). Sementara itu, di Indonesia, berdasarkan laporan BPNB (2016) mencatat sebanyak 2.425 kejadian bencana gerakan tanah sepanjang tahun 2011 hingga 2015, dengan lokasi kejadian tersebar di Propinsi Jawa Tengah, Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera Barat dan Kalimantan Timur. Bencana gerakan tanah tersebut telah mengakibatkan 1.163 jiwa meninggal, 112 orang hilang, 973 orang terluka dan sekitar 48.191 orang mengungsi (BNPB, 2016).

Cruden, 1991 menjelaskan bahwa terjadinya gerakan lereng merupakan akibat dari medan gaya kompleks yang aktif pada massa batuan atau tanah di lereng. Pergerakan terjadi ketika tegangan geser melebihi kekuatan geser material yang berbeda dengan erosi tanah. (Sunita Devi, 2020). Courture, (2011) secara sederhana menyatakan bahwa 'longsor adalah pergerakan tanah (bumi atau puing-puing) atau batu menuruni lereng'. Konsep longsor ini lebih luas berkenaan dengan jenis material yang bergerak menuruni lereng (Enigda & T, 2021).

Longsor lahan adalah istilah umum untuk berbagai gerakan lereng bawah dari material bumi yang mengakibatkan gerakan tanah, batuan, dan vegetasi ke bawah dan ke luar yang terlihat di bawah pengaruh gravitasi. (Sunita Devi, 2020). Longsor lahan terjadi karena deformasi batuan dan tanah pada lereng akibat pengaruh curah hujan, aktivitas manusia, topografi lereng, geologi, vegetasi, dan faktor lainnya. (Gong et al., 2021).

SIG merupakan suatu sistem yang mempunyai kemampuan analisis terhadap

data spasial untuk keperluan manipulasi maupun permodelan (Lasaiba, 2013). Fungsi analisis ini dijalankan memakai data spasial dan data atribut dalam SIG untuk menjawab berbagai pertanyaan yang dikembangkan dari data yang ada menjadi suatu persoalan yang relevan, Daerah rawan longsor dianalisis berdasarkan tumpang susun atau overlay dari peta lereng, penggunaan lahan, dan curah hujan. Peta longsor diperoleh dengan mengalikan peta parameter yang digunakan.

Sistem Informasi Geografis digunakan dalam penelitian ini karena terbukti mampu menyediakan informasi data geospasial setiap objek dipermukaan bumi secara cepat, sekaligus menyediakan sistem analisa keruangan yang akurat (Lasaiba, 2016), sehingga dapat dilakukan upaya mitigasi yang bertujuan untuk mencegah bahaya (resiko) yang berpotensi menjadi bencana atau mengurangi efek dari bencana ketika bencana tersebut sudah terjadi. Studi-studi semacam itu cukup berguna dalam perencanaan kota dan dalam menentukan batas wilayah yang rawan longsor terutama di daerah pegunungan (Tewari & Misra, 2019). Selain itu, Sistem informasi geografis (SIG) juga menyediakan pemrosesan data spasial, yang dapat digunakan untuk inventaris bahaya longsor dan peta zonasi (Van Westen 1993; Singh et al. 2013., Uvaraj & Neelakantan, 2018).

Kota Ambon Ambon berdasarkan fisiografinya, sebagian besar wilayahnya merupakan daerah perbukitan hingga pegunungan yaitu sekitar 89% dengan kondisi kemiringan lereng curam hingga sangat curam dan hanya sekitar 11% berupa daerah dataran. Kondisi fisiografi ini menjadi pemicu terjadinya longsor lahan yang merupakan proses

geomorfologi yang berevolusi secara alami dari bentanglahan pegunungan (Wang & Li, 2017).

METODE PENELITIAN

Ditinjau dari metode analisis, penelitian ini bersifat kualitatif dan kuantitatif. Dan metode yang digunakan adalah metode survei yang menekankan pada observasi dan pengukuran variabel yang digunakan untuk analisis longsor lahan serta dengan pendekatan spasial dimana penulis akan mendeskripsikan zonasi tingkat kerawanan longsor di Kota Ambon, Provinsi Maluku. Pendekatan keruangan adalah suatu metode untuk memahami gejala tertentu agar mempunyai pengetahuan yang lebih mendalam melalui media ruang yang dalam hal ini variabel ruang mendapat posisi utama dalam setiap analisis (Yunus, 2010; Lasaiba, 2022).

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh lahan di wilayah Kota Ambon, sedangkan sampel penelitian berupa satuan unit lahan yang diperoleh melalui teknik overlay.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kota Ambon secara geografis terletak pada koordinat 3^o - 4^o Lintang Selatan dan 128^o - 129^o Bujur Timur. Sesuai peraturan pemerintah nomor 13 tahun 1979 luas wilayah Kota Ambon seluruhnya 337km² dan berdasarkan hasil survey tata guna lahan tahun 1980 luas daratan Kota Ambon tercatat 359,45 km². Secara administrasi Kota Ambon berbatasan dengan: Sebelah Utara Berbatasan dengan Pertuanan Desa Hitu, Hila, Kaitetu, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah, Sebelah Selatan

Berbatasan dengan Laut Banda, Sebelah Timur Tengah, Sebelah Barat Berbatasan dengan Berbatasan dengan Pertuanan Desa Suli, Pertuanan Desa Hatu, Kecamatan Leihitu Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Barat Kabupaten Maluku Tengah.

Tabel 1. Keadaan Wilayah Administrasi Kota Ambon Per Kecamatan

No	Kecamatan	Ibukota	Desa	Kelurahan	Luas (Ha)
1	Nusaniwe	Amahusu	5	8	8.834,30
2	Sirimau	Karang Panjang	4	10	8.681,32
3	T.A. Baguala	Passo	6	1	4.011,00
4	Leitimur Selatan	Leahari	8	0	5.050
5	Teluk Ambon	Wayame	7	1	9.368,00
Jumlah			30	20	35.944,62

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Ambon, 2022

Iklim di Kota Ambon adalah iklim laut tropis dan iklim musim, karena letak Pulau Ambon dikelilingi oleh laut. Oleh karena itu iklim disini sangat dipengaruhi oleh lautan dan berlangsung bersamaan dengan iklim musim, yaitu musim barat atau utara dan musim timur atau tenggara.

Tabel 2. Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin Di Kota Ambon Tahun 2022

No	Kecamatan	Jenis Kelamin		Jumlah (n)	Persentase (%)
		Laki-Laki	Perempuan		
1	Nusaniwe	49.424	49.973	99.397	26,42
2	Sirimau	80.839	80.423	161.262	42,87
3	Teluk Ambon	23.260	22.153	45.413	12,07
4	Teluk Ambon Baguala	30.277	29.577	59.854	15,91
5	Leitimur Selatan	5.061	5.165	10.226	02,72
Total		188.861	187.291	376.152	100,00

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Ambon, 2022

Wilayah Kota Ambon sebagian besar terdiri dari daerah berbukit yang lereng terjal seluas ± 186.90 km² atau 87% (total luasan Kota Ambon) dan daerah dataran dengan kemiringan sekitar 10 persen dengan luas ± 42 km² atau 13 % dari total luas wilayah daratan. Kondisi topografi seperti ini menyebabkan Kota Ambon sangat rentan terhadap ancaman bencana terutama bencana tanah longsor dan banjir. Berdasarkan data BPS Kota Ambon tahun 2022, jumlah penduduk Kota Ambon pada tahun 2022 berjumlah 376.152 jiwa. Penduduk masih berkonsentrasi di Kecamatan Sirimau dengan tingkat kepadatan penduduk sebesar 1.857 jiwa km². Sementara itu kecamatan yang paling jarang penduduknya

adalah Kecamatan Leitimur Selatan dengan tingkat kepadatan penduduk yang hanya sebesar 202 jiwa per km².

Komposisi penduduk berdasarkan kelompok umur seperti tabel di bawah ini akan memberikan gambaran tentang komposisi penduduk yang produktif, selain itu juga akan terlihat penduduk yang belum produktif dan yang tidak produktif yang akan menjadi beban tanggungan.

Perkembangan kependudukan di Kota Ambon sangat dipengaruhi oleh keberadaan Kota Ambon sebagai ibu kota Provinsi Maluku Sebagai Kegiatan Nasional (PKN), Kota Ambon berkembang pesat dari segi aktivitas pemerintahan, sosial, ekonomi, dan

pendidikan. Perkembangan ini sangat berdampak pada pertumbuhan penduduk di Kota Ambon seperti aktivitas pendidikan khususnya Perguruan Tinggi.

B. Analisis Kerawanan Longsor Lahan

1. Klasifikasi Satuan Lahan

Pemerian satuan lahan di daerah penelitian di susun berdasarkan tiga unsur utama yakni bentuklahan, kemiringan lereng dan penggunaan lahan. Hasil identifikasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki bentuklahan, lereng dan penggunaan lahan yang beragam.

Tabel 3. Kriteria Kelas Intensitas Hujan

No	Kelas	Intensitas Hujan	Deskripsi	Nilai
1	I	0 -13,6	Sangat Rendah	1
2	II	13,6 - 20,7	Rendah	2
3	III	20,7 - 27,7	Sedang	3
4	IV	27,7 - 34,8	Tinggi	4
5	V	>34,8	Sangat Tinggi	5

Sumber: Stasiun Meteorologi Pattimura Ambon, 2022

2. Faktor Curah Hujan

Salah satu penduga penyebab terjadinya longsor adalah curah hujan. Indonesia merupakan wilayah dengan iklim tropis basah sehingga faktor curah hujan merupakan faktor yang utama dalam penentuan iklim (keragaman dan fluktuasinya sangat tinggi). Semakin tinggi curah hujan turun pada suatu lereng, maka akan membuat suatu lereng semakin basah. Tingginya kandungan air dalam lereng akan menyebabkan material lereng terbawa oleh aliran air sehingga menyebabkan terjadinya longsor.

3. Faktor Kemiringan Lereng

Kemiringan lereng merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya longsor di suatu wilayah. Kriteria dan luas lereng di Kota Ambon, dilihat pada Tabel 4.6 berikut.

Kota Ambon memiliki topografi/kemiringan lereng yang berbeda-beda dengan kemiringan lereng yang paling dominan yaitu pada kemiringan > 30% dengan luas area 10.750,05 ha. Umumnya lereng yang terjal atau yang memiliki persentase kemiringan yang tinggi dapat mengakibatkan terjadinya longsor.

Tabel 4. Kelas dan Luas Kemiringan Lereng Kota Ambon

No	Kelas	Kriteria		Luas (Ha)	%
		Deskripsi Lereng	Lereng (%)		
1.	I	Datar hingga Landai	0 - 8	5.087,65	15,80
2.	II	Agak miring	8 - 15	6.974,29	21,66
3.	III	Miring	15 - 30	9.380,68	29,14
4.	IV	Sangat miring	> 30	10.750,05	33,39
Total Luas				32.068,753	100,00

Sumber: Hasil Analisis Data, 2022

4. Faktor Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan juga termasuk dalam faktor pemicu yang bersifat eksternal atau berasal dari luar tubuh lereng. Setiap jenis penggunaan lahan memiliki intensitas

aktivitas yang berbeda. Kota Ambon memiliki luas wilayah sebesar 32.068,753Ha yang terbagi ke dalam 9 jenis penggunaan lahan, yakni belukar/semak, hutan, kebun campuran, area terbangun, dan perkebunan.

Tabel 5. Kelas dan Luas Penggunaan Lahan Kota Ambon

No	Kelas	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)	%
1.	I	Hutan	7.875,105	24.46
2.	II	Perkebunan	6.132,103	19.05
3.	III	Area Terbangun	5.923,844	18.40
4.	IV	Kebun Campuran	10.832,291	33.65
5.	V	Semak Belukar	1.428,821	4.44
Total Luas			32.068,753	100.00

Sumber: Hasil Analisis Data, 2022

Penggunaan lahan Kota Ambon didominasi oleh kebun campuran dengan sistem pertanian lahan kering. Dari berbagai jenis tutupan lahan yang ada di Kota Ambon, semak belukar, dan pertanian lahan kering memiliki nilai skor yang tinggi sehingga memiliki pengaruh tinggi terjadinya longsor.

5. Faktor Jenis Tanah

Faktor tipe jenis tanah mempunyai tingkat bahaya longsor yang berbedabeda. Kota Ambon memiliki 4 jenis tanah yang berbeda yaitu 1) Kompleks mediteran coklat, 2) Latosol coklat kompleks, 3) Latosol coklat kekuningan, dan 4) Latosol merah

Tabel 6. Kelas dan Luas Jenis Tanah di Kota Ambon

No	Kelas	Satuan Tanah	Luas (Ha)	Persentase (%)
1	I	Aluvial, Kambisol, Regosol, Gleisol	3.300.144	10.25
2	III	Kambisol, Latosol, Regosol	23.599.715	73.31
3	II	Latosol, Kambisol	1.969.064	6.12
4	IV	Rensina, Kambisol, Litosol	3.323.746	10.32
Total Luas			32.068,753	100,00

Sumber: Fakultas Pertanian Unpatti (1985) dalam Lasaiba, 2012.

6. Jenis Batuan

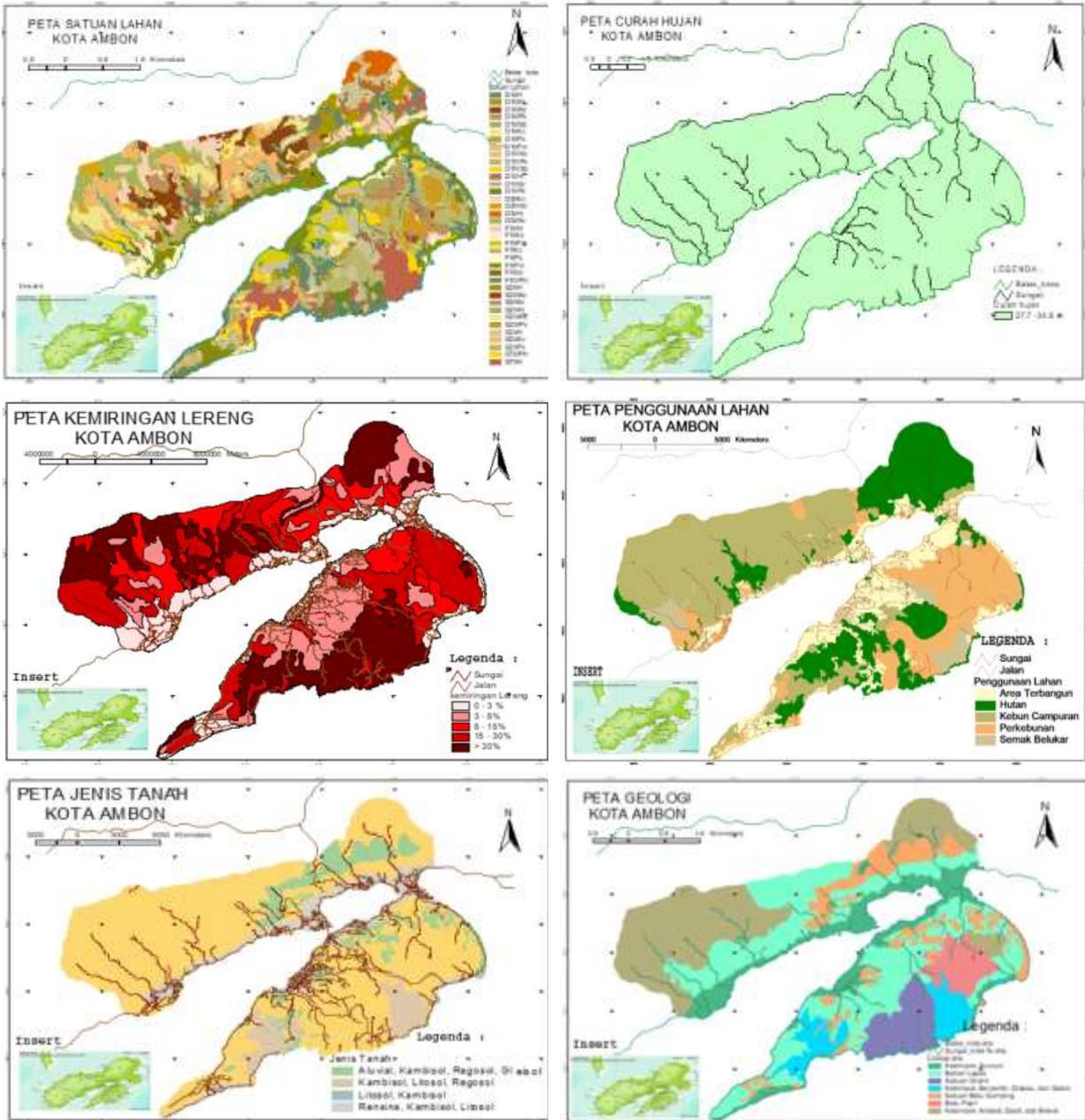
Jenis batuan pada Kota Ambon terdiri dari batu pasir, kelompok serpentine, diabas,

dan gabbro, kelompok andesit, breksi, bahan lepas, satuan granit, satuan batu gamping, dan endapan alluvial.

Tabel 7. Kelas Luas Jenis Batuan di Kota Ambon

No	Jenis Batuan	Luas (Ha)	%
1.	I Endapan Aluvial	4.402,08	13,67
2.	I Batu Pasir	1.298,61	4,03
3.	II Kelompok Serpentine, Diabas dan Gabro	2.293,32	7,12
4.	III Satuan Granit	2.099,98	6,52
5.	III Satuan Batu Gamping	1.924,40	5,98
6.	IV Kelompok Andesit, Dasit, Breksi	5.684,05	17,66
7.	IV Bahan Lepas	14.490,24	45,01
Total Luas		32.068,753	100

Sumber: Dinas Pertambangan dan Energi Kota Ambon, 2022



Gambar 1. Peta Satuan Lahan, Peta Curah Hujan, Peta Kemiringan Lereng, Peta Penggunaan Lahan, Peta Jenis Tanah dan Peta Jenis Batuan

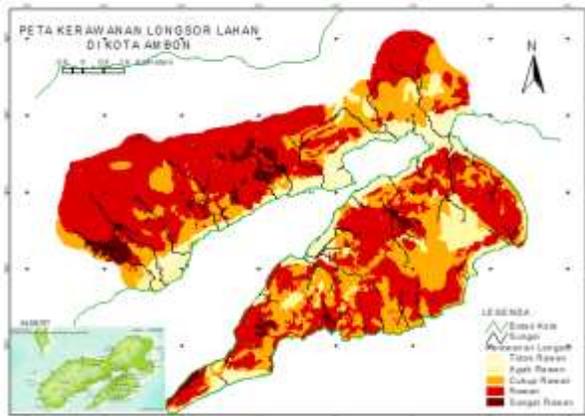
Tabel 8. Sebaran Luas Tingkat Kerawanan Longsor

No	Tingkat Kerawanan	Skor	Luas (ha)	Luas (%)
1.	Tidak Rawan	19 - 21	2.641.019	8.21
2.	Agak Rawan	7 = 9	2.591,553	8.05
3.	Cukup Rawan	10 - 12	8.992,736	27.94
4.	Rawan	13 - 15	16.619,011	51.63
5.	Sangat Rawan	16 - 18	1.341,312	4.17
Total Luas			32.185.631	100.00

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2022

C. Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor

Berdasarkan rancangan analisis kerawanan tanah longsor, maka diperoleh



Gambar.2. Peta Kerawanan Longsor Lahan Di Kota Ambon



Gambar 3. Kejadian Longsor di Kota Ambon (<https://ambon.tribunnews.com>)

zonasi kerawanan tanah longsor di Kota Ambon dengan mengelompokkannya ke dalam 5 kelas kerawanan yakni

Sebanyak 17 titik tanah longsor terjadi di Kota Ambon, Maluku. Akibatnya, sejumlah ruas bangunan rumah warga mengalami kerusakan. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kota Ambon mencatat dari 17 titik longsor itu, setidaknya ada 56 rumah warga rusak. Empat kecamatan tersebut di antaranya Nusaniwe, Sirimau, Baguala dan Teluk Ambon (<https://ambon.tribunnews.com>).

KESIMPULAN

Pemerian satuan lahan di daerah penelitian di susun berdasarkan tiga unsur utama yakni bentuklahan, kemiringan lereng dan penggunaan lahan. Hasil identifikasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa wilayah penelitian memiliki bentuklahan, lereng dan penggunaan lahan yang beragam. Faktor pemicu longsor lahan yang diangkat dalam penelitian ini antara lain yaitu intensitas curah hujan, kemiringan lereng, penggunaan lahan, jenis tanah dan jenis batuan. Untuk tingkat kerawanan longsor lahan di Kota Ambon, menunjukkan bahwa seluas 16.619,011 ha (51.63%) berada pada zona kerawanan tanah longsor dengan tingkat rawan, dan hanya

2.641.019 ha atau 8.21% (0,008%) wilayah Kota Ambon yang berada pada kawasan tidak rawan bencana tanah longsor.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, K. A., Khan, S., Sultan, M., Bin Nisar, U., Mughal, M. R., & Qureshi, S. N. (2020). Landslides assessment using geophysical and passive radon exhalation detection techniques in Murree Hills, northern Pakistan: Implication for environmental hazard assessment. *Journal of Earth System Science*, 129(1). <https://doi.org/10.1007/s12040-019-1327-y>
- Benchelha, S., Chennaoui Aoudjehane, H., Hakdaoui, M., Hamdouni, R. E. L., Mansouri, H., Benchelha, T., Layelmam, M., & Alaoui, M. (2020). Landslide susceptibility mapping in the commune of Oudka, Taounate Province, North Morocco: A comparative analysis of logistic regression, multivariate adaptive regression spline, and artificial neural network models. *Environmental and Engineering Geoscience*, 66(1), 185–200. <https://doi.org/10.2113/EEG-2243>
- Bhat, I. A., Shafiq, M. ul, Ahmed, P., & Kanth, T. A. (2019). Multi-criteria evaluation for landslide hazard zonation by integrating remote sensing, GIS and field data in North Kashmir Himalayas, J&K, India. *Environmental Earth Sciences*, 78(20), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8631-3>
- BNPB. (2016). Risiko Bencana Indonesia (Disasters Risk of Indonesia). *International Journal of Disaster Risk Science*, 22. <https://doi.org/10.1007/s13753-018-0186-5>
- Enigda, E. A., & T, S. (2021). Landslide Evaluation In Parts of Tarmaber District (Debresina), Central Ethiopia; An Expert Evaluation Approach. *International Journal of Geoinformatics and Geological Science*, 8(1), 15–26. <https://doi.org/10.14445/23939206/ijggs-v8i1p103>
- Gong, Q., Wang, J., Zhou, P., & Guo, M. (2021). A Regional Landslide Stability Analysis Method under the Combined Impact of Rainfall and Vegetation Roots in South China. *Advances in Civil Engineering*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/5512281>
- He, S., Wang, J., & Liu, S. (2020). Rainfall event-duration thresholds for landslide occurrences in China. *Water (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/w12020494>
- Juang, C. S., Stanley, T. A., & Kirschbaum, D. B. (2019). Using citizen science to expand the global map of landslides: Introducing the cooperative open online landslide repository (COOLR). *PLoS ONE*, 14(7), 1–28. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218657>
- Lasaiba, M. A. (2013). Kajian Keruangan Penggunaan Lahan Dalam Pengembangan Kota Ambon Berbasis Ekologi. *Jurnal Pendidikan Geografi UNESA*, 11(21), 34–56.
- Lasaiba, M. A. (2016). Dimensi Spasial Karakteristik Sebaran Dan Deviasi Pola Pegunungan Lahan Terhadap Ekosistem Pesisir Di Kota Ambon. *Jendela Pengetahuan*, 9(1), 24–34.
- Lasaiba, M. A. (2022). Fenomena geosfer dalam perspektif geografi telaah substansi dan kompleksitas 1. 15(1), 1–14. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jp/article/view/6402/4501>
- Lasaiba, M. A., & Arfa, H. (2022). Spatial Distribution Of The Earthquake Episentrum Based On Geographic Information System (Gis) On Ambon Island. *Jurnal Tunas Geografi*, 11(1), 37–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.24114/tgeo.v11i1.34931>
- Lombardo, L., Opitz, T., & Huser, R. (2019). Numerical Recipes for Landslide Spatial Prediction Using R-INLA. In *Spatial Modeling in GIS and R for Earth and*

Environmental Sciences. Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815226-3.00003-x>

- Rai, A., & Avenue, L. (2020). *Use of Remote Sensing and Gis in*. 9(1), 1-12.
- Tewari, N. K., & Misra, A. K. (2019). Landslide vulnerability assessment in Gangotri valley glacier Himalaya through GIS and remote sensing techniques. *Applied Water Science*, 9(4), 1-10.
<https://doi.org/10.1007/s13201-019-0992-y>
- Tran, T. H., Dam, N. D., Jalal, F. E., Al-Ansari, N., Ho, L. S., Phong, T. Van, Iqbal, M., Le, H. Van, Nguyen, H. B. T., Prakash, I., & Pham, B. T. (2021). GIS-Based Soft Computing Models for Landslide Susceptibility Mapping: A Case Study of Pithoragarh District, Uttarakhand State, India. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021.
<https://doi.org/10.1155/2021/9914650>
- Uvaraj, S., & Neelakantan, R. (2018). Fuzzy logic approach for landslide hazard zonation mapping using GIS: a case study of Nilgiris. *Modeling Earth Systems and Environment*, 4(2), 685-698.
<https://doi.org/10.1007/s40808-018-0447-8>
- Wang, Q., & Li, W. (2017). A GIS-based comparative evaluation of analytical hierarchy process and frequency ratio models for landslide susceptibility mapping A GIS-based comparative evaluation of analytical. *Physical Geography*, 3646(March), 0.
<https://doi.org/10.1080/02723646.2017.1294522>