

ANALISIS DAERAH RAWAN BENCANA LONGSOR DAN KAJIAN MITIGASI BENCANA DI DAERAH LABUHAN MANDI, PESISIR BARAT

Nadia Mauliza¹, Sibgha Alfirdausi Rambe¹, Rahmi Mulyasari^{1*}, Nandi Haerudin¹, Ilham Dani¹

¹Jurusan Teknik Geofisika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedong Meneng, Kota Bandar Lampung, 35142, Indonesia

*email: rahmi.mulyasari@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Labuhan Mandi adalah salah satu desa di Kecamatan Way Krui, Kabupaten Pesisir Barat, yang berlokasi di perbatasan antara Kabupaten Pesisir Barat dan Lampung Barat. Labuhan Mandi tepat berada pada topografi yang berupa perbukitan, sehingga hal ini menyebabkan daerah Labuhan Mandi cukup sering mengalami bencana tanah longsor. Melihat data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di tahun 2024, bencana longsor telah terjadi sebanyak 56 kali kejadian, dengan 53 orang tewas karena bencana longsor. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji wilayah-wilayah rawan longsor dengan metode overlay peta faktor-faktor pemicu, serta merumuskan tindakan pencegahan dan mitigasi yang paling tepat untuk diterapkan. Penelitian ini akan dilakukan berbasis dengan metode Sistem Informasi Geografis (SIG), dengan Langkah awal menentukan variabel pengaruh longsor kemudian meng-overlay variable-variabel tersebut hingga menghasilkan peta potensi longsor. Berdasarkan hal tersebut terjadinya longsor pada daerah setempat dipengaruhi oleh kemiringan lereng, tutupan lahan, topografi, curah dan atau intensitas hujan, serta jenis tanah pada daerah setempat. Peta menunjukkan bahwa mayoritas wilayah Desa Labuhan Mandi, melebihi 60%, tergolong dalam zona dengan risiko longsor yang signifikan. Dengan Tingkat kerawanan yang tinggi ini perlu untuk dilakukannya penanggulangan, baik penanggulangan secara terstruktur maupun tidak terstruktur untuk mengurangi kerugian apabila terjadinya bencana tanah longsor.

Kata Kunci: Longsor; Pesisir; Mitigasi

ABSTRACT

[Title: Analysis of Landslide-Prone Areas and Disaster Mitigation Studies in the Labuhan Mandi Area, Pesisir Barat] Labuhan Mandi is one of the villages in the Way Krui District, Pesisir Barat Regency, located on the border between Pesisir Barat Regency and West Lampung. Labuhan Mandi is located on a hilly topography, which causes the area to frequently experience landslide disasters. As documented in the National Disaster Management Agency (BNPB)'s 2024 reports, landslide disasters have occurred 56 times, with 53 people killed due to landslides. This research was carried out to assess landslide-prone areas using a map overlay method of triggering factors, as well as formulating the most appropriate prevention and mitigation measures to be implemented. This research will be carried out using a Geographic Information System (GIS) method, with the initial step being to determine the parameters influencing landslides, then overlaying these parameters to produce a landslide potential map. The occurrence of landslides in the locality is contingent upon multiple factors, including terrain steepness, vegetation cover, landscape features, precipitation levels, and soil types. The map shows that the majority of the Labuhan Mandi Village area, more than 60%, is classified as a zone with significant landslide risk. With this high level of vulnerability, it is necessary to implement both structured and unstructured countermeasures to reduce the potential for losses in the event of a landslide disaster.

Keywords: Landslide; Coastal; Mitigation

PENDAHULUAN

Bencana adalah fenomena yang tidak dapat diprediksi secara pasti waktu dan tempat di mana akan terjadi (Yusdian & Hadiyansah, 2019). Dari beragam bencana alam yang timbul di Indonesia, salah satu yang termasuk dalam kategori sering terjadi adalah bencana tanah longsor. Tanah longsor adalah fenomena Bergeraknya permukaan yang

bergeser ke arah turun di sekitarnya (Saputra dkk., 2016). Proses Tanah longsor yaitu di mana massa tanah bergerak dengan cepat mengikuti kemiringan lereng yang disebabkan gaya gravitasi (Selby, 1985).

Tanah longsor sering menyebabkan korban jiwa serta kerusakan dan kerugian properti yang besar. Secara umum, tanah longsor melibatkan pergerakan material-material yang ada di

permukaan seperti kerikil, pasir, batu, dan tanah liat yang bergerak ke bawah atau tiba-tiba. Kejadian ini sering terjadi di daerah pegunungan dan dapat dipicu oleh tingginya curah hujan dan aktivitas seismic seperti gempa bumi (Pareta & Pareta, 2012). Melihat data Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB) di tahun 2024, bencana longsor telah timbul sebanyak 56 kejadian, dengan 53 orang tewas karena tanah longsor. Catatan historis menunjukkan bahwa peristiwa tanah longsor dipengaruhi oleh kombinasi faktor geologi, kondisi topografi, dan kepadatan vegetasi di area terdampak. (Wang dkk., 2017).

Penyebab paling utama wilayah Asia Tenggara marak dilanda tanah longsor, khususnya pada wilayah pegunungan dan lembah yang memiliki iklim tropis, adalah curamnya lereng di wilayah, intensitas hujan yang tinggi, dan kestabilan lereng yang rendah (Shahabi & Hashim, 2015). Bencana longsor terjadi ketika massa tanah dan batuan di permukaan lereng berpindah di lereng atau jurang dengan kemiringan tertentu karena gaya gravitasi. Peristiwa ini dipicu oleh gaya Tarik bumi yang berlebihan, yang dapat diperparah oleh perbedaan bentuk permukaan bumi, intensitas hujan yang tinggi, dan minimnya tumbuhan di bidang miring, sehingga terjadi retakan dan terjadinya tanah longsor (Ariani, 2017). Terdapat dua hal yang memengaruhi terjadinya tanah longsor. hal pertama adalah gaya, yang memengaruhi gerakan tanah itu sendiri. Sedangkan faktor kedua adalah pemicu, yang terkait dengan tindakan manusia terhadap lingkungan atau keadaan alam yang memicu terjadinya tanah longsor (Nugraha, 2013). Longsor lahan terjadi karena berubahnya struktur topografi yang mengakibatkan adanya masalah stabilitas pada massa tanah dan batuan di lereng. Faktor-faktor yang memengaruhi hal ini termasuk kondisi geomorfologi seperti kemiringan lereng, keadaan batuan atau tanah di lereng, dan keadaan hidrologi di wilayah lereng. Faktor utama yang menyebabkan longsor lahan adalah sebagai berikut: (1) topografi daerah yang terdiri dari perbukitan dengan kemiringan yang curam (30-45 derajat), di mana kecurangan lereng mempengaruhi jika semakin curam kemiringan bidang, maka gaya penggerak massa batuan dan tanah di bidang akan semakin tinggi, menyebabkan risiko longsor lahan yang lebih tinggi; (2) kondisi tanah yang jenuh akibat hujan, yang mempengaruhi stabilitas tanah (Karnawati, 2005; Pánek dkk., 2019).

Labuhan Mandi adalah salah satu dusun di Kecamatan Way Krui, Kabupaten Pesisir Barat, yang berlokasi di perbatasan antara Kabupaten Pesisir Barat dan Lampung Barat (Gambar 1). Wilayah ini

terdiri dari perbukitan dan dataran rendah yang meliputi sekitar 50% dari total area Kabupaten Pesisir Barat, termasuk Kecamatan Way Krui, Pesisir Tengah, Krui Selatan, Pesisir Selatan, Ngambur, dan Ngaras, dengan ketinggian antara 0 hingga 1250 mdpl. Karena topografinya yang bergunung-gunung, Labuhan Mandi sering mengalami tanah longsor (Gambar 2). Tingkat kerawanan bencana alam di Kabupaten Pesisir Barat terbilang tinggi, dengan longsor dan banjir besar sebagai ancaman paling dominan, hal ini disebabkan akibat dari Labuhan Mandi yang berlokasi di Pegunungan Bukit Barisan yang mempunyai tanah yang terjal. Kemiringan lahan menjadi faktor utama penyebab tanah longsor di wilayah ini (Liu dkk., 2013; Prawiradisatra, 2013; Muchlis, 2015).



Gambar 1. Peta batas administrasi Labuhan Mandi



Gambar 2. Longsor di Labuhan Mandi, Liwa-Krui (Media Lampung, 2024).

Bencana alam memiliki dampak yang mendalam pada kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya. Kerentanan terhadap bencana diakibatkan oleh minimnya upaya dalam mitigasi bencana yang efektif, dampak wilayah yang merusak, atau peran masyarakat dalam mempengaruhi kondisi tersebut. Upaya penanggulangan bencana untuk mengatasi dampak yang timbul sangat bergantung pada pengetahuan masyarakat untuk memitigasi serta mengurangi kerusakan terhadap bencana (Ulum, 2013). Mitigasi bencana adalah rangkaian tindakan yang bermaksud mengurangi bahaya bencana dengan memaksimalkan pengetahuan dan mengurangi risiko serta kerentanan, baik melalui

pengembangan infrastruktur maupun dengan meningkatkan pengetahuan dan kesiapsiagaan dalam memitigasi bahaya yang muncul karena bencana (BAKORNAS, 2007; Puturuhi, 2015).

Manajemen bencana adalah serangkaian kegiatan penanggulangan bencana yang dipisahkan berdasarkan tiga tahap, yaitu dini atau pra, saat, dan pasca terjadinya bencana (Suwaryo & Yuwono, 2017; Suharini dkk, 2020). Usaha untuk mengurangi risiko bencana longsor dilaksanakan melalui pendekatan terstruktur dan tidak terstruktur (Qodriyatun, 2019). Mitigasi struktural melibatkan langkah-langkah fisik untuk mengurangi dampak bencana, seperti membangun infrastruktur anti longsor, contohnya tanggul atau dinding penahan di daerah dengan kemiringan yang curam. Di sisi lain, mitigasi non-struktural mengutamakan penggunaan teknologi untuk meramalkan dan mengantisipasi risiko bencana. Selain itu, pendekatan ini juga melibatkan pendidikan dan pembangunan kapasitas masyarakat dan institusi terkait, contohnya penggunaan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk pemetaan longsor (Mulyasari dkk, 2023; Dani dkk, 2022; Naryanto & Zahra, 2020) pelaksanaan pelatihan bencana bertujuan untuk memberikan pemahaman saat kejadian bencana terjadi (Urbanus dkk., 2021). Salah satu tujuan mitigasi bencana adalah untuk memberikan pengetahuan individu untuk menyiapkan dan memitigasi risiko bencana, sehingga Masyarakat bisa menjalani kehidupan dalam keamanan dan kenyamanan. Selain itu, penanggulangan bencana juga berperan besar untuk dasar dari perencanaan infrastruktur (Syah dkk, 2021; Wibowo & Wulandari, 2014; Puturuhi, 2015).

Berdasarkan periode terjadinya dan dampak yang berbahaya bagi warga daerah, penelitian ini dilaksanakan untuk mengkaji wilayah-wilayah rawan longsor dengan metode *overlay* peta faktor-faktor pemicu, serta merumuskan tindakan pencegahan dan mitigasi yang paling tepat untuk diterapkan.

METODE

Bahan

Sumber data geografis yang digunakan dalam studi meliputi data DEM dan raster lokasi dari DEMNAS, serta informasi tutupan lahan yang diambil dari situs web Indogeospasial (<http://LapakGis.com>). Peneliti juga akan menggunakan informasi kemiringan lereng, mengacu pada sistem klasifikasi Van Zuidam yang dapat diakses dari sumber yang ditentukan yaitu situs web (<https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>), intensitas curah hujan dari BMKG dalam setahun

yang dapat diakses melalui website (<https://dataonline.bmkg.go.id/home>), serta jenis tanah yang didapatkan dari FAO Unesco yang dapat diakses melalui (<https://www.fao.org/soils-portal/en/>).

Metode

Penelitian ini akan dilakukan berbasis dengan metode Sistem Informasi Geografis (SIG). Daerah penelitian terletak pada daerah Labuhan Mandi, Pesisir Barat, Lampung dengan keadaan fisiografis pada daerah Kabupaten Pesisir Barat yang merupakan daerah perbukitan sehingga banyak terjadi kejadian longsor hampir disetiap bulannya. Suatu sistem informasi yang memanfaatkan fungsi komputer dalam mengarsipkan dan memanipulasi data geografis disebut sebagai Sistem Informasi Geografis (SIG). Menyatukan, mengarsipkan, serta mengamati objek-objek dan kejadian di mana posisi geografis menjadi sifat krusial atau serius dalam analisis adalah tujuan dari adanya SIG (Aronoff, 1989).

Langkah awal dari penelitian ini adalah menentukan parameter yang berpengaruh terhadap terjadinya bencana longsor, penentuan ini didasarkan pula oleh penelitian pada daerah ini sebelumnya. Berdasarkan hal tersebut terjadinya longsor pada daerah setempat dipengaruhi oleh kemiringan lereng, tutupan lahan, topografi, curah dan atau intensitas hujan, serta jenis tanah pada daerah setempat. Dari tiap faktor ini, kemudian dilakukan konversi menjadi sebuah peta dengan menggunakan *software* ArcGIS, serta menyesuaikan dengan klasifikasi-klasifikasi dari ahli (Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3 dan Tabel 4).

Setelah pembuatan peta dasar tersebut dilakukan, kemudian dilakukan *overlay* peta dasar menjadi peta kerawanan, *overlay* peta ini dilakukan dengan menggunakan metode *weighted overlay* pada *software* ArcGIS, yang kemudian nantinya hasil *overlay* ini akan dilakukan validasi data berdasarkan klasifikasi ahli dan analisis dan atau interpretasi data.

Tabel 1. Klasifikasi kemiringan lereng (Van Zuidam, 1983).

Kelas	Kemiringan tanah	Keterangan	Skor
I	0-2%	Datar	1
II	2-15%	Landai	2
III	15-25%	Agak curam	3
IV	25-40%	Curam	4
V	>40%	Sangat curam	5

Tabel 2. Intensitas curah hujan (BMKG, 2023).

Curah hujan (mm/th)	Keterangan	skor
2000-2500	Rendah	1
2501-3000	Sedang	2
3001-3500	Tinggi	3
>3500	Sangat tinggi	4

Tabel 3. Klasifikasi jenis tanah terhadap erodibilitas (LPT, 1969).

Jenis tanah	Keterangan	skor
Aluvial, Latosol, Grumasol	Rendah	1
Mediteran	Sedang	2
Amdosol	Tinggi	3

Tabel 4. Klasifikasi penggunaan lahan (Karnawati, 2003).

Kelas tataguna lahan	Keterangan	skor
Hutan tidak sejenis	Tidak peka	1
Hutan sejenis	Kurang peka	2
Perkebunan	Agak peka	3
Pemukiman, sawah	Peka	4
Tegalan, tanah terbuka	Sangat peka	5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peta Rawan Longsor

Peta kerawanan longsor dalam studi ini merupakan hasil sintesis dari berbagai lapisan informasi geografis, termasuk data kemiringan lereng, pola curah hujan, jenis tanah, dan klasifikasi penggunaan lahan.

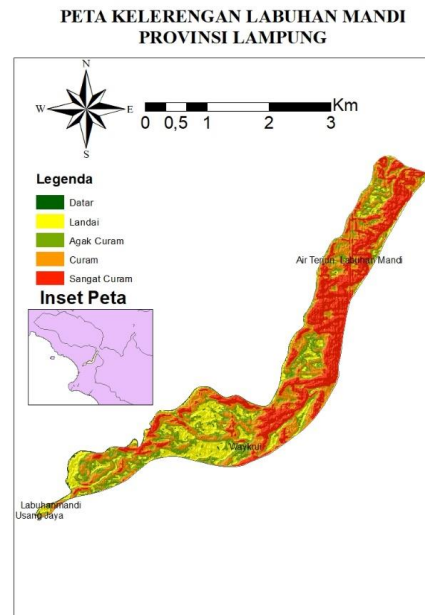
Peta Kemiringan Lereng

Peta kemiringan lereng ini menggunakan data DEMNAS daerah Labuhan Mandi, data ini didapatkan dari Badan Informasi Geospasial (Inageoportal) yang dapat diakses melalui website <https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>.

Berdasarkan peta kemiringan lereng ini dapat memperlihatkan kecuraman dan kemiringan suatu wilayah yang dapat menentukan potensi terjadinya longsor. Dari peta tersebut dapat diklasifikasikan menurut presentase dengan lima kelas (Tabel 5 dan Gambar 3).

Tabel 5. Sebaran luas dan klasifikasi lahan berdasarkan kemiringan lereng

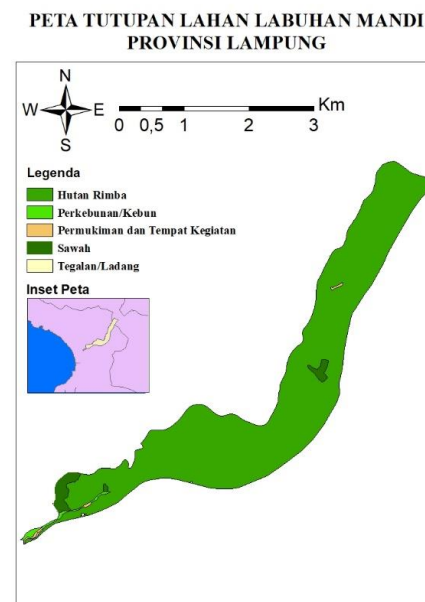
No.	Kemiringan tanah	Keterangan	Luas (km ²)
1	0-2%	Datar	19,03
2	2-15%	Landai	153,41
3	15-25%	Agak curam	540,58
4	25-40%	Curam	781,85
5	>40%	Sangat curam	4052,04



Gambar 3. Peta kemiringan lereng daerah penelitian

Peta Tutupan Lahan

Peta tutupan lahan memanfaatkan informasi daerah labuhan mandi yang didapatkan dari website Inageospasial yang dapat diakses melalui website <http://LapakGis.com>. Data ini kemudian diolah dengan menggunakan software ArcGIS dengan metode pengolahan yang digunakan berupa metode pembobotan nilai (*scoring*) untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan dari daerah Labuhan Mandi. Pada daerah Labuhan Mandi ini didominasi oleh hutan rimba dengan permukiman dan Perkebunan disekitarnya (Gambar 4 dan Tabel 6).



Gambar 4. Peta tutupan lahan Labuhan Mandi

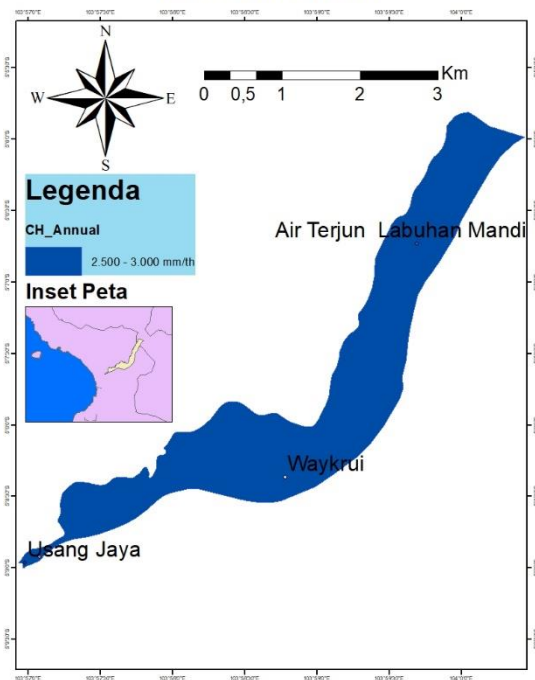
Tabel 6. Sebaran luas dan klasifikasi penggunaan lahan

No	Tutupan lahan	Luas (km ²)
1	Hutan rimba	6060,594
2	Perkebunan	46720,198
3	Sawah	179781,246
4	Pemukiman	27613,85
5	Ladang	2.348

Peta Intensitas Curah Hujan

Peta intensitas curah hujan memanfaatkan data daerah Labuhan Mandi yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang bisa diakses melalui website <https://dataonline.bmkg.go.id/home>. Pada daerah Labuhan Mandi ini sebaran curah hujan merata yaitu 2.500-3.000 mm/th (Gambar 5). Dilihat dari data tersebut dapat dikatakan bahwa Labuhan Mandi mempunyai sebaran curah hujan sedang. Intensitas hujan yang sedang ini merupakan penyebab daerah Labuhan Mandi dilanda erosi.

PETA CURAH HUJAN TAHUNAN LABUHAN MANDI PROVINSI LAMPUNG



Gambar 5. Peta curah hujan

Peta Jenis Tanah

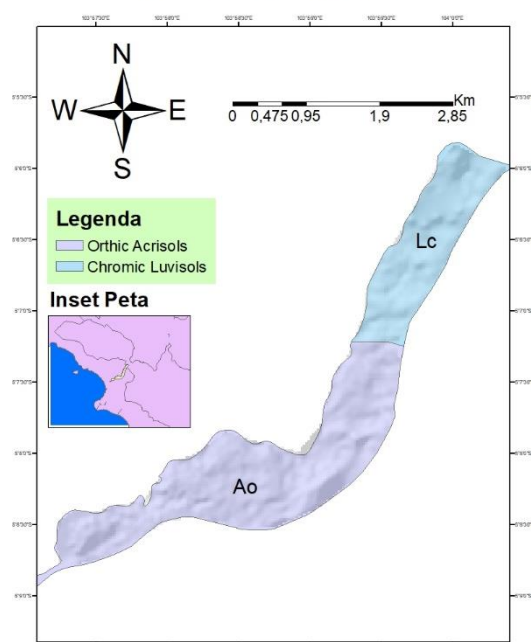
Peta jenis tanah menggunakan data daerah Labuhan Mandi yang didapatkan dari website FAO soil classification yang dapat diakses melalui website <https://www.fao.org/soils-portal/en/>. Data ini kemudian diolah dengan menggunakan software ArcGIS dengan metode pengolahan yang digunakan

berupa metode pembobotan nilai (scoring) untuk mengklasifikasikan jenis tanah berdasarkan tingkat sensitifitas tanah terhadap erosi di daerah Labuhan Mandi (Gambar 6 dan Tabel 7).

Tabel 7. Luas sebaran dan klasifikasi jenis tanah

No.	Jenis tanah	Luas (km ²)
1	Chromic luvisol	2195
2	Orthic Acrisols	1430

PETA JENIS TANAH LABUHAN MANDI PROVINSI LAMPUNG



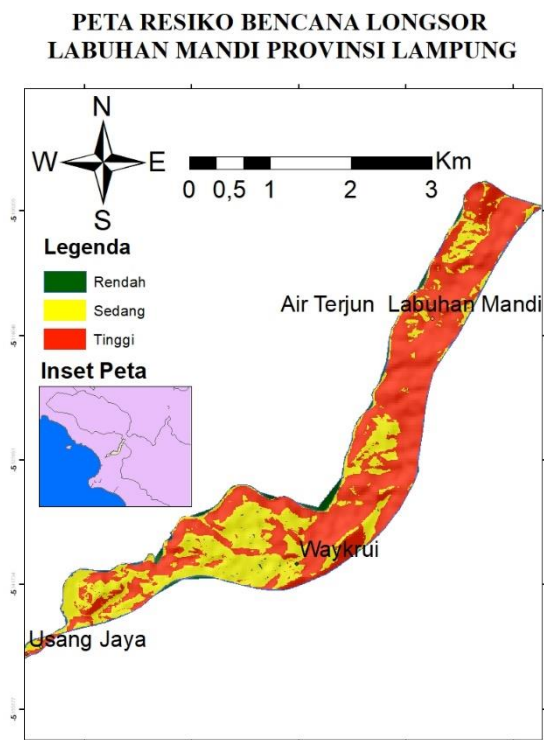
Gambar 6. Peta jenis tanah

Peta Potensi Longsor

Dalam menghasilkan peta potensi longsor, dipertimbangkan empat aspek kritis yang telah ditentukan yaitu kemiringan lereng, curah hujan, tutupan lahan dan jenis tanah (Tabel 8). Keempat parameter itu kemudian dibuat menjadi masing-masing peta turunan dan dilakukan *overlay* untuk mendapatkan peta potensi longsor. Setelah melakukan *overlay*, pada peta juga dilakukan *scoring* untuk mengklasifikasikan potensi terjadinya longsor pada daerah tersebut (Gambar 7 dan Tabel 9).

Tabel 8. Pengelompokan bobot parameter bahaya tanah longsor

No.	Parameter	Skor
1	Kemiringan lereng	4
2	Curah hujan	3
3	Tutupan lahan	2
4	Jenis tanah	1



Gambar 7. Peta resiko bencana longsor di Labuhan Mandi

Tabel 9. Pengelompokkan kelas bahaya bencana tanah longsor

No.	Selang Kelas	Kelas Bahaya
1	8-17	Rendah
2	18-27	Sedang
3	28-37	Tinggi

Berdasarkan dari hasil pemetaan tersebut, terlihat bahwa daerah Labuhan Mandi memiliki tingkat potensi longsor yang didominasi dengan potensi Tingkat tinggi di bagian utara dan pada bagian Selatan-barat didominasi dengan resiko Tingkat sedang. Sedangkan sedikit bagian dari Labuhan Mandi ini memiliki Tingkat resiko yang rendah. Daerah Labuhan Mandi memiliki Tingkat resiko yang sedang-tinggi, hal ini dipengaruhi oleh kondisi kemiringan lereng pada daerah ini didominasi oleh curam hingga sangat curam. Selain itu Tingkat resiko longsor pada daerah ini tinggi, disebabkan pula oleh jenis tanah yang terbesar, serta intensitas curah hujan yang cukup besar pada daerah ini.

Studi pemetaan mengindikasikan bahwa sebagian besar Desa Labuhan Mandi, yaitu lebih dari 60% wilayahnya, berada dalam zona dengan risiko longsor yang tinggi. Pemetaan ini dilaksanakan dengan memanfaatkan fungsi dari Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai alat pemetaan dan menganalisis data spasial seperti intensitas hujan,

tipe tanah, kemiringan lereng, dan tutupan lahan. Analisis mengungkapkan bahwa tingkat kecuraman lereng merupakan faktor dominan yang mempengaruhi kerentanan suatu area terhadap longsor. Dengan menggunakan SIG, dapat diidentifikasi daerah-daerah dengan tingkat kerawanan longsor yang tinggi hingga rendah, sehingga langkah-langkah mitigasi dapat dilakukan secara lebih efektif.

Mitigasi Bencana

Usaha untuk memitigasi bencana longsor di daerah Labuhan Mandi dapat dilakukan melalui strategi terstruktur dan tidak terstruktur. Mitigasi struktural untuk tanah longsor dapat dilakukan dengan menghindari pemotongan lereng atau penambahan bangunan disekitar daerah. Melakukan perbaikan aliran air atau drainase, untuk menghindari air dapat melimpas ke badan jalan. Kemudian perlunya dilakukan penutupan rekahan pada tanah dan dipadatkan agar menghindari masuknya air melalui rekahan tersebut.

Mitigasi non-struktural yang dilakukan yaitu untuk mengurangi segala bentuk kerusakan yang disebabkan karena longsor. Mitigasi non-struktural yang dapat dilakukan pada daerah Labuhan Mandi dapat berupa melakukan sosialisasi dan koordinasi mengenai bentuk upaya yang dapat dilakukan oleh Masyarakat, melakukan diseminasi mengenai bencana longsor melalui media poster, serta membuat peta atau melakukan pemetaan secara sederhana mengenai Tingkat kerawanan dan daerah evakuasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang memanfaatkan prosedur dan atau metode Sistem Informasi Geografis (SIG), bahwa kemiringan lereng, jenis tanah, intensitas hujan, dan penggunaan lahan merupakan hal-hal yang berpengaruh terhadap terjadinya tanah longsor. Untuk Desa Labuhan Mandi sendiri mempunyai daerah kerawanan yang tinggi yang mencakup 66% dari total luas wilayah Labuhan Mandi, hal ini dikarenakan wilayah Labuhan Mandi yang didominasi oleh hutan rimba dan tingkat kemiringan lereng yang tinggi. Tingkat kerawanan yang tinggi ini perlu untuk dilakukannya mitigasi secara struktural maupun non-struktural untuk mengurangi kerugian apabila terjadinya bencana tanah longsor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih juga disampaikan terhadap seluruh pihak yang terlibat dalam penyelesaian jurnal ini, khususnya kepada Indonesia

Geospatial Portal yang telah menyediakan data yang sangat penting dalam pembuatan peta yang mendukung penulisan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, K. A. 2017. Tingkat Kerawanan Tanah Longsor di Dusun Landungan Desa Guntur Macan Kecamatan Gunungsari Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 102(4), 24–25.
- Aronoff, S. 1989 *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. WDL pub., Ottawa.
- Bakornas PB. 2007. Pengenalan Karakteristik Bencana dan Upaya Mitigasinya di Indonesia. Cet. II. Jakarta: Direktorat Mitigasi Lakhar Bakornas PB.
- Karnawati, D., 2003. *Bencana Alam Gerakan Masa Tanah di Indonesia dan Upaya Penanggulangannya*. Jurusan Teknik Geologi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Karnawati, D. 2005. Geologi Umum Dan Teknik.
- Liu, C., Li, W., Wu, H., Lu, P., & Sang, K., 2013. Susceptibility evaluation and mapping of China's landslides based on multi-source data. *Nat Hazards Journal*, 69, 1477–1495.
- Muchlis, 2015. Interpretasi Potensi Massa Longsoran Dengan Metoda Geolistrik (Studi Prasyta, E. 2024. Jalur Liwa-Krui Terus Dilanda Longsor, Pengendara Diimbau Ambil Jalan Alternatif. Dalam *Medialampung.co.id*.
- Prawiradisastra, S., 2013. Landslide Prone Areas Identification in Lampung Province. *Jurnal Sains Dan Teknologi Indonesia*, 15(1), 52– 59.
- Puturu, F. 2015. *Mitigasi Bencana Dan Pengindraan Jauh*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Qodriyatun, S. N. 2019. *Longsor dan mitigasi bencana. Info Singkat: Kajian Singkat Terhadap Isu Aktual Dan Strategis*, 11(2), 13–18.
- Saputra, I., Wayan G. E., Ardhana, I. P., & Adnyana, I. W. S. 2016. Analisis Risiko Bencana Tanah Longsordi Kecamatan Sukasada, Kabupaten Buleleng. *ECOTROPHIC. Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1), 54–61.
- Selby, M. J., 1985, *Earth Changing Surface*, Clarendon Press. Oxford.
- Shahabi H., & Hashim M. 2015. *Landslide Susceptibility Mapping Using GIS based Statistical Models and Remote Sensing Data in Tropical Environment*. Scientific Reports. Malaysia (MY): Universiti Teknologi Malaysia.
- Suharini, E., Kurniawan, E., & Ichsan, I. Z. (2020). Disaster Mitigation Education in the Covid-19 Pandemic: a Case Study in Indonesia. Kasus Daerah Gayo Lues). *Jurnal Natural*, 15(1), 16–18.
- Mulyasari, R., Haerudin, N., Haryan, N. B., Saipuddin, M., Syahrani, H. A., & Dani, I. 2023. Analisis Daerah Rawan Bencana Longsor Menggunakan SIG di Kecamatan Tabulahan, Kabupaten Mamasa, Sulawesi Barat. *Jurnal Geologi Terapan*, 5(2), 44-51.
- Nugraha, A. L. 2013. *Penyusunan dan Penyajian Peta Online Risiko Bencana Banjir Rob Kota Semarang*. Yogyakarta: Teknik Geomatika Universitas Gajah Mada.
- Naryanto, H. S., & Zahra, Q. 2020. *Penilaian Risiko Bencana Longsor di Wilayah Kabupaten Serang*. *Majalah Geografi Indonesia*, 34(1), 1–10.
- Pánek, T., Břežný, M., Kapustová, V., Lenart, J., & Chalupa, V. (2019). Large Landslides and Deep-Seated Gravitational Slope Deformations In The Czech Flysch Carpathians: New Lidar-Based Inventory. *Geomorphology*, 346, 106852.
- Pareta, K. & U. Pareta, 2012. Landslide Modeling and Susceptibility Mapping of Giri River Watershed, Himachal Pradesh (India). *International Journal of Science and Technology*, 1(2), February, 2012: pp. 91-104.
- Sustainability: The Journal of Record*, 13(6), 292–298.
- Suwaroyo, P. A. W., & Yuwono, P. 2017. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengetahuan Masyarakat Dalam Mitigasi Bencana Alam Tanah Longsor. *Urecol*, 305–314.
- Syah, A., Putra, A. D., Dani, I., & Ashruri. 2021. *Kajian Potensi Longsor serta Upaya Pengurangan Risiko Bencana melalui Edukasi Mitigasi Berbasis Masyarakat di Kelurahan Pidada, Bandar Lampung*. LPPM Unila.
- Ulum, M. C. 2013. Governance Dan Capacity Building Dalam Manajemen Bencana Banjir di Indonesia. *Jurnal Penanggulangan Bencana*, 4(2), 5-12.
- Urbanus, A., Sela, R. L. E., & Tungka, A. E. 2021. Mitigasi Bencana Banjir Struktural dan Non Struktural di Kabupaten Bolaang Mongondow Selatan. *Jurnal Spasial*, 8(3), 447–458.
- Wang, F., Xu, P., Wang, C., Wang, N., & Jiang, N. 2017. Application of a Gis-Based slope unit method for landslide susceptibility mapping along the longzi river, southeastern tibetan plateau, China. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 6(6).

- Wibowo, S., & Taat Wulandari, S. 2014. Persepsi Mahasiswa Pendidikan Ips Terhadap Mitigasi Bencana Gempa Bumi. *Jipsindo*, 1(2), 161–182.
- Yusdian, M. F., & Hadiyansah, A. S. 2019. Kajian Pemanfaatan Sig Untuk Pemetaan Daerah Rawan Longsor Studi Kasus: Kecamatan Gunung Pati Kota Semarang. *Prosiding Seminar Nasional Diselenggarakan Pendidikan Geografi FKIP UMP “Manajemen Bencana Di Era Revolusi Industri 5.0”*, 333–341.
- Zuidam R. A. V. *Guide to Geomorphologic Aerial Photographic Interpretation & Mapping*. Netherlands: International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC).