

ANALISIS TINGKAT KERAWANAN LONGSOR LAHAN DI KECAMATAN ILE APE TIMUR KABUPATEN LEMBATA PROVINSI NUSA TENGGARA TIMUR (NTT)

Karim Uba, Aditya Saputra
Program Studi Geografi, Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di wilayah dengan kondisi topografi terjal, termasuk di Kecamatan Ile Ape Timur, Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur. Bencana ini disebabkan oleh kombinasi faktor alam, seperti curah hujan tinggi, kemiringan lereng, jenis tanah, serta aktivitas manusia yang mengubah penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat kerawanan longsor lahan dan mengidentifikasi upaya mitigasi yang dapat dilakukan di Kecamatan Ile Ape Timur. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data yang digunakan mencakup peta kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan, dan penggunaan lahan, yang dianalisis menggunakan teknik overlay berjenjang untuk menghasilkan peta tingkat kerawanan longsor. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, sementara data sekunder didapatkan dari instansi terkait seperti BPBD dan PUPR Kabupaten Lembata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat kerawanan longsor di Kecamatan Ile Ape Timur terbagi menjadi empat kategori: tidak rawan (3.174 hektare), kurang rawan (25 hektare), rawan (718 hektare), dan sangat rawan (6 hektare). Faktor utama yang memengaruhi kerawanan adalah kemiringan lereng yang curam, jenis tanah Andosols yang mudah longsor, serta curah hujan tahunan yang cukup tinggi. Upaya mitigasi yang direkomendasikan meliputi pendekatan struktural, seperti pembangunan terasering dan pemasangan early warning system (EWS), serta pendekatan non-struktural berupa edukasi masyarakat dan simulasi bencana. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pemerintah dan masyarakat setempat dalam melakukan mitigasi bencana tanah longsor secara efektif, guna meminimalkan kerugian material dan korban jiwa.

Kata Kunci: tanah longsor, kerawanan, mitigasi, ile ape timur, sistem informasi geografis.

Abstract

Landslides are a common natural disaster in areas with steep topography, including Ile Ape Timur Subdistrict, Lembata Regency, East Nusa Tenggara. This disaster is caused by a combination of natural factors, such as high rainfall, slope gradients, soil types, and human activities that alter land use. This study aims to analyze the landslide susceptibility levels and identify mitigation efforts in Ile Ape Timur Subdistrict. This research employed a descriptive method with a Geographic Information System (GIS) approach. The data used included slope gradient maps, soil type maps, rainfall data, and land use maps, analyzed using a weighted overlay technique to produce a landslide susceptibility map. Primary data were collected through field observations, while secondary data were obtained from relevant agencies such as BPBD and PUPR of Lembata Regency. The results show that the landslide susceptibility levels in Ile Ape Timur are categorized into four classes: not susceptible (3,174 hectares), less susceptible (25 hectares), susceptible (718 hectares), and highly susceptible (6 hectares). The main factors influencing susceptibility are steep slopes, Andosols soil prone to erosion, and relatively high annual rainfall. Recommended mitigation efforts include structural approaches, such as terracing and the installation of early warning systems (EWS), as well as non-structural approaches, including community education and disaster simulations. This study is expected

to serve as a basis for the government and local communities to implement effective landslide disaster mitigation measures, minimizing material losses and casualties.

Keywords: landslides, susceptibility, mitigation, ile ape timur, geographic information system.

1. PENDAHULUAN

Tanah Longsor adalah perpindahan material pembentuk bawah atau keluar lereng. Bencana tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang banyak menimbulkan korban jiwa dan kehilangan harta benda. Indonesia termasuk dalam wilayah yang rentan terhadap bencana longsor karena berada dalam wilayah tektonik aktif dan memiliki iklim tropis basah. Di Indonesia, kejadian tanah bergerak biasanya terjadi ketika pada musim hujan yang memiliki intensitas curah hujan yang tinggi. Longsor lahan terjadi akibat tingginya intensitas curah hujan pada suatu wilayah, sehingga tanah mendapatkan tekanan yang tinggi dari banyaknya air yang jatuh ke permukaan bumi mengakibatkan tanah kehilangan massa sehingga terjadilah longsorlahan (Harto et al., 2017).

Kerawanan bencana tanah longsor sering terjadi di wilayah yang memiliki perbedaan tinggi atau memiliki kondisi geomorfologi yang terjal. Faktor yang mempengaruhi kerawanan longsor lahan dapat dibagi menjadi dua, yaitu faktor alam dan pengaruh aktifitas manusia. Faktor alam meliputi tingginya intensitas curah hujan, kemiringan lereng, jenis tanah, kondisi geologi atau batuan, dan kedalaman tanah. Sedangkan faktor aktifitas manusia yaitu meliputi alih fungsi penggunaan lahan, keberadaan infrastruktur dan kepadatan permukiman (Budianta, 2021).

Kecamatan Ile Ape Timur merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kabupaten Lembata, Nusa Tenggara Timur, Kecamatan Ile Ape berada di ketinggian antara 500 meter hingga 1.000 meter di atas permukaan laut (dpl). Pusat Kecamatan Ile Ape Timur sendiri berada di ketinggian sekitar 1.200 meter dpl. Sehingga hal ini menunjukkan rawannya terjadi bencana longsor lahan di Kecamatan Ile Ape Timur

Kejadian bencana longsor lahan di Kecamatan Ile Ape Timur Kabupaten Lembata NTT terjadi dikarenakan curah hujan yang tinggi dan angin yang terjadi nonstop serta tanah yang tiba-tiba bercampur lumpur dan lahar dingin meluncur dari puncak gunung hingga memutus badan Jalan Trans Ile Ape. Bencana tanah longsor di Kabupaten Lembata, NTT terjadi akibat siklon tropis Seroja. Siklon tropis merupakan sistem tekanan rendah non-frontal yang berskala sinoptik yang tumbuh di atas perairan hangat dengan wilayah perawanan konvektif dan

kecepatan angin maksimum, setidaknya mencapai 34 knot pada lebih dari setengah wilayah yang melingkari pusatnya, serta bertahan setidaknya enam jam.

Bencana longsorlahan yang menimpa beberapa desa di Kecamatan Ile Ape Timur terdiri dari material-material berupa batu-batuan yang berukuran besar sehingga beberapa batuan besar tersebut menutupi sebagian wilayah pemukiman penduduk. Kawasan pemukiman penduduk terdampak kini berubah menjadi hamparan batu-batuan sehingga menghancurkan rumah penduduk. Bencana longsor yang menimpa beberapa desa menyebabkan kehilangan berbagai sarana dan aktifitas penduduk.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dan menganalisis tingkat kerawanan longsor lahan di Kecamatan Ile Ape Timur, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Hasil dari penelitian ini dapat memberikan gambaran dan informasi mengenai tindakan atau upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi bencana tanah longsor.

2. METODE

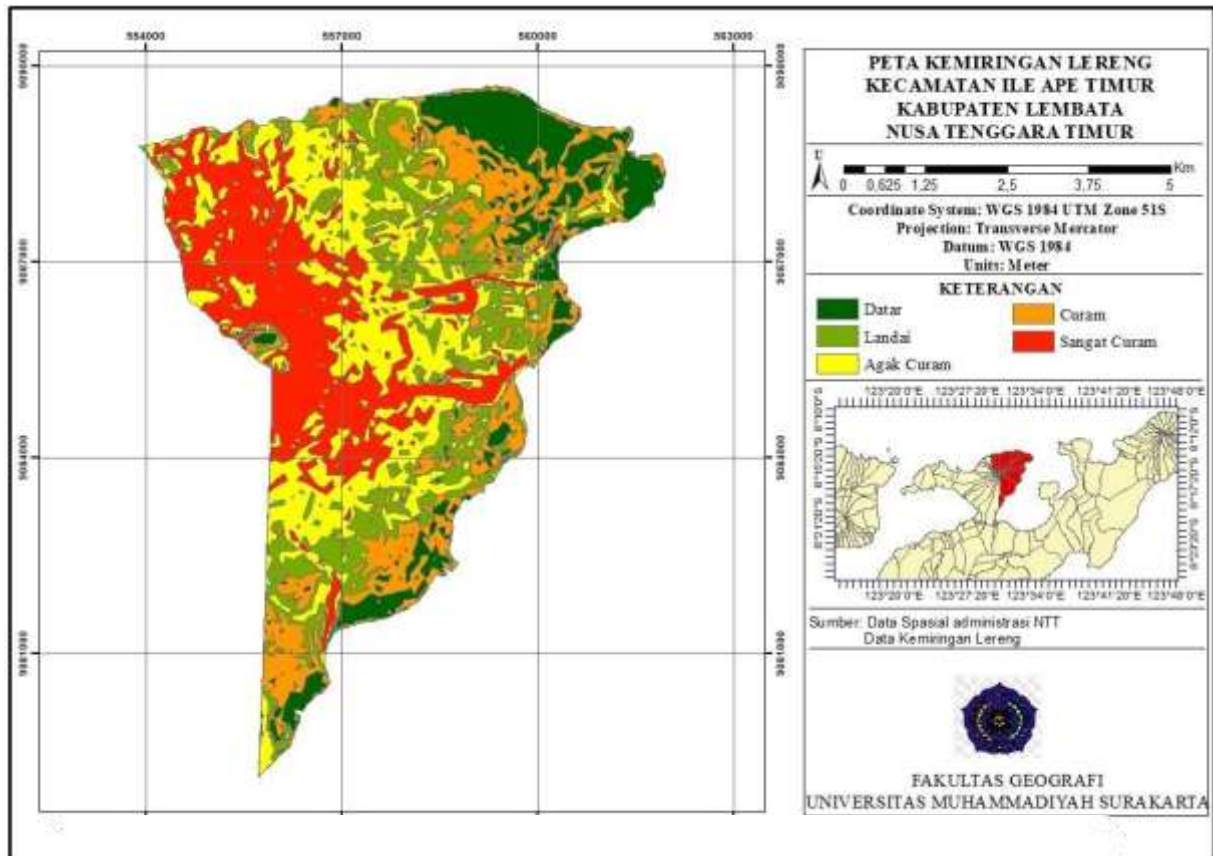
Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran nyata mengenai kondisi objek yang diteliti. Objek penelitian ini adalah seluruh wilayah di Kecamatan Ile Ape Timur untuk mengetahui tingkat kerawanan longsor. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan metode stratified random sampling. Pengambilan sampel ini dilakukan untuk memvalidasi data- data yang sudah di peroleh dan tinjau apakah sesuai dengan karakteristik di lapangan. Stratified random sampling merupakan teknik pengambilan sampel yang memperhatikan strata atau tingkatan, starta dalam penelitian ini adalah satuan lahan. Metode pengumpulan data ini menggunakan data primer dan sekunder, data primer di peroleh dengan survey lapangan melakukan observasi sedangkan data sekunder diperoleh dari instansi dan lembaga terkait parameter fisik kemiringan lereng, jenis tanah, curah hujan. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Metode utama yang digunakan adalah analisis overlay berbasis Sistem Informasi Geografis (SIG) serta wawancara dengan pemerintah setempat dan masyarakat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kemiringan Lereng

Area dengan kemiringan agak curam (736 hektare) memiliki risiko longsor yang lebih rendah dibandingkan dengan lereng curam dan sangat curam, tetapi tetap memerlukan pengelolaan yang hati-hati. Upaya mitigasi seperti pembuatan terasering, penanaman vegetasi penahan tanah, serta pembangunan drainase yang baik menjadi kunci untuk mengurangi risiko longsor. Sebaliknya, wilayah dengan kemiringan landai dan datar lebih aman untuk aktivitas pemukiman dan pertanian. Namun, pembangunan yang tidak terkendali di daerah ini juga dapat

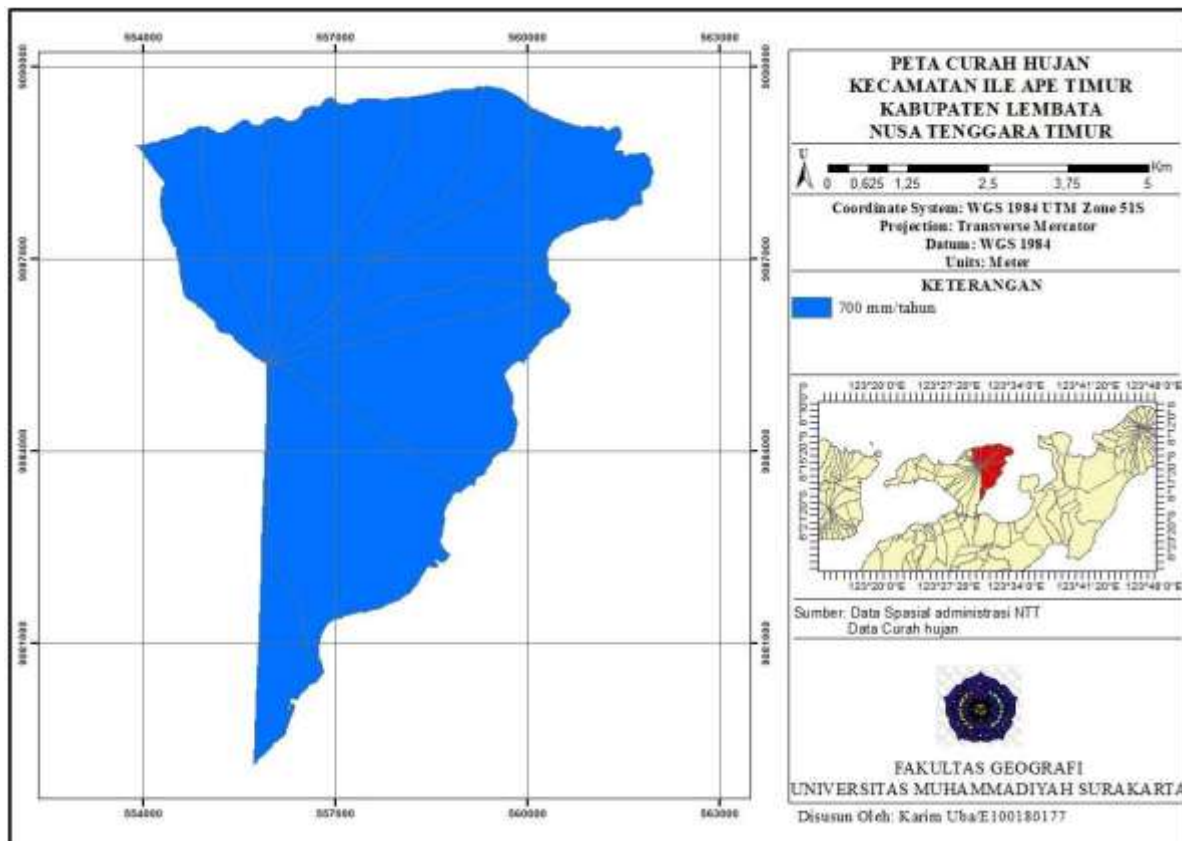
memperburuk risiko erosi di lereng yang lebih curam. Oleh karena itu, pengelolaan lahan yang berkelanjutan sangat diperlukan agar Kecamatan Ile Ape Timur dapat berkembang tanpa meningkatkan ancaman bencana longsor.



Gambar 1. Peta Kemiringan Lereng Kecamatan Ile Ape Timur Kecamatan Lembata.

3.2 Curah Hujan

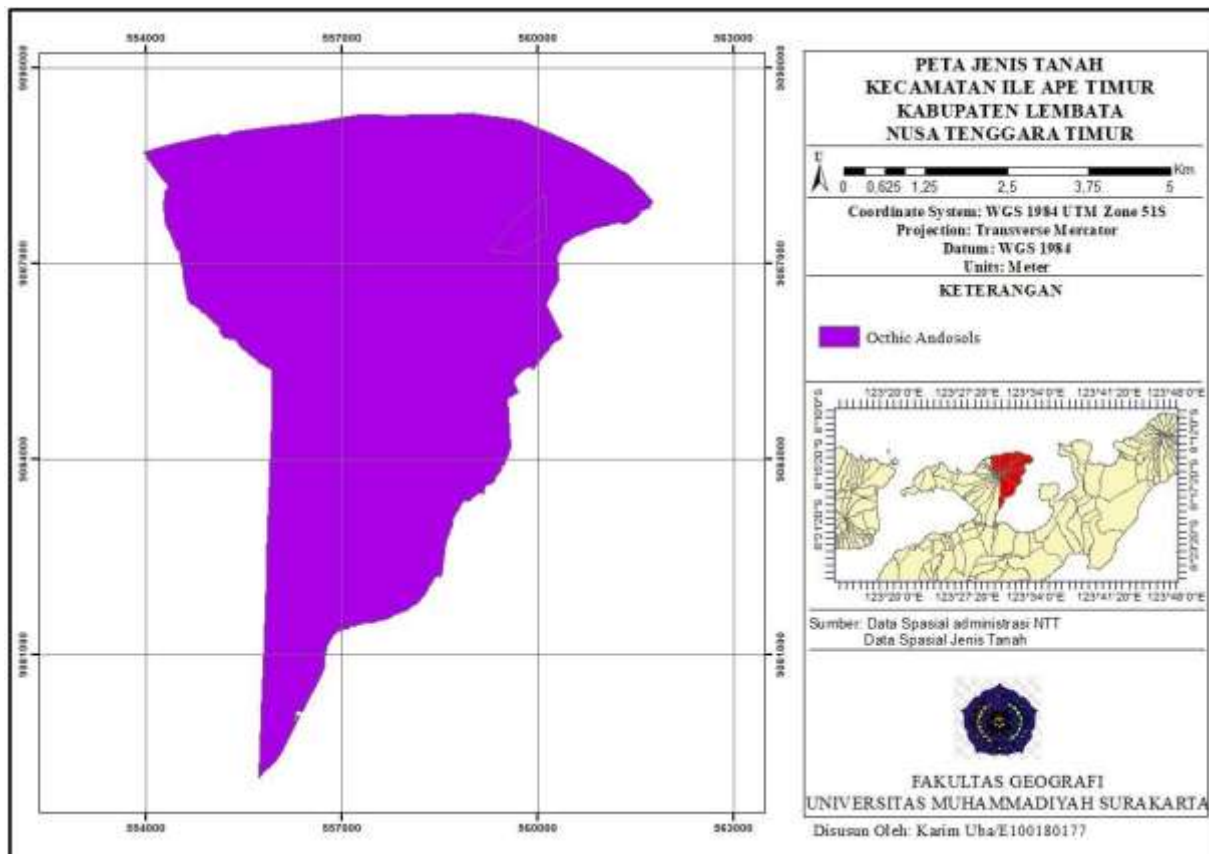
Faktor lain yang memperburuk kerawanan longsor adalah adanya aktivitas manusia seperti pembukaan lahan untuk pertanian dan permukiman tanpa mempertimbangkan konservasi tanah. Sistem pertanian tanpa terasering di lahan miring dapat mempercepat aliran air permukaan, meningkatkan risiko terjadinya gerakan tanah. Oleh karena itu, penerapan metode konservasi seperti pembuatan terasering, sumur resapan, dan reboisasi menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak negatif dari hujan deras. Dengan pengelolaan yang baik, curah hujan di Ile Ape Timur dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa meningkatkan risiko longsor. Pemerintah dan masyarakat perlu bekerja sama dalam menerapkan strategi mitigasi bencana, seperti sistem peringatan dini, pengelolaan air yang efektif, serta peningkatan kesadaran akan pentingnya menjaga kestabilan lereng.



Gambar 2. Peta Curah Hujan Kecamatan Ile Ape Timur Kecamatan Lembata

3.3 Jenis Tanah

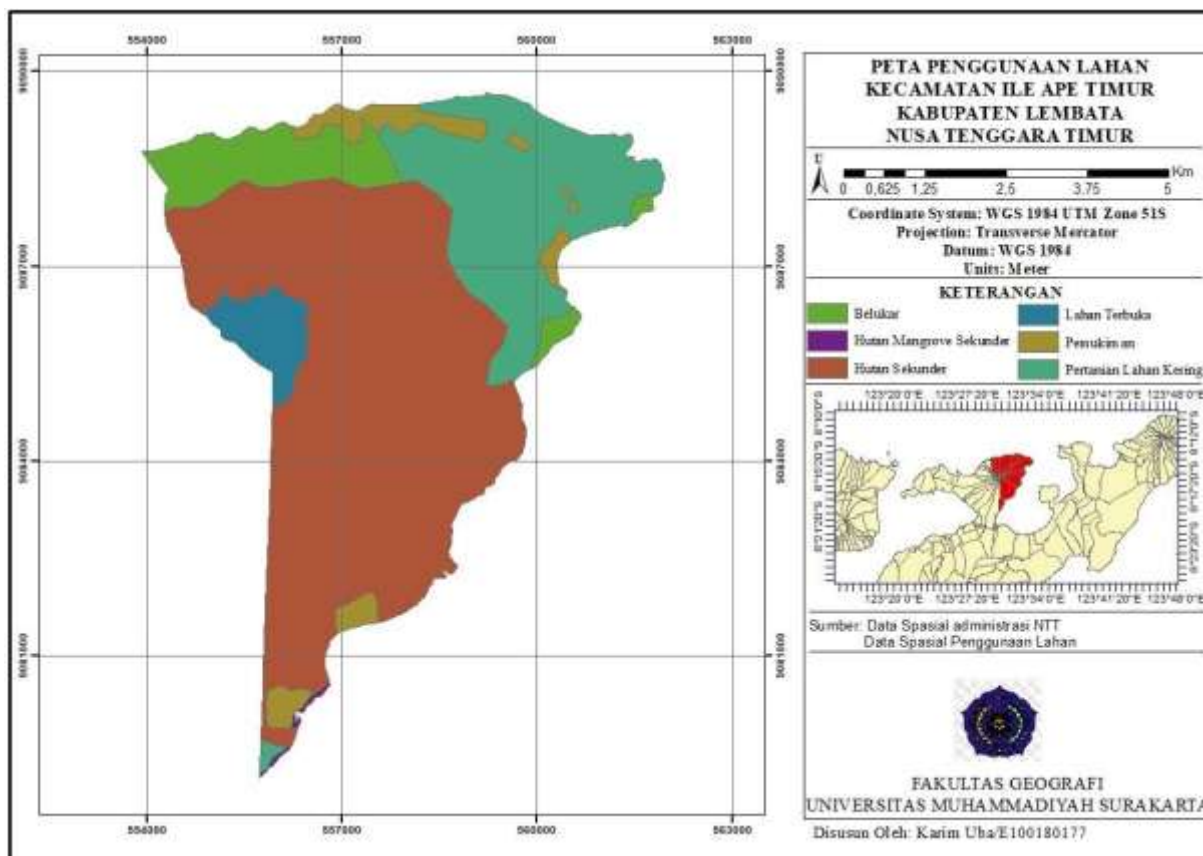
Pengelolaan tanah yang bijaksana tidak hanya meningkatkan produktivitas pertanian tetapi juga mengurangi risiko bencana. Dengan pendekatan yang tepat, masyarakat dapat memanfaatkan tanah vulkanik yang subur ini secara berkelanjutan tanpa meningkatkan ancaman longsor di wilayah Ile Ape Timur.



Gambar 3. Peta Jenis Tanah Kecamatan Ile Ape Timur Kecamatan Lembata

3.4 Penggunaan Lahan

Pemukiman umumnya terletak di daerah yang lebih landai, tetapi dalam beberapa kasus, pembangunan di lereng tanpa perencanaan yang matang bisa memperburuk risiko pergerakan tanah. Oleh karena itu, diperlukan kebijakan tata ruang yang memperhatikan aspek mitigasi bencana, seperti penanaman vegetasi penahan, sistem drainase yang baik, dan pemanfaatan lahan secara berkelanjutan. Dengan perencanaan yang tepat, risiko longsor di Kecamatan Ile Ape Timur dapat diminimalisir, sambil tetap mendukung kesejahteraan masyarakat setempat.



Gambar 3. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Ile Ape Timur Kecamatan Lembata

3.5 Tingkat Kerawanan Longsor

Tidak Rawan, Wilayah yang tergolong tidak rawan umumnya berada di dataran rendah atau tanah yang relatif datar. Area ini memiliki stabilitas tanah yang baik dan jarang mengalami longsor. Sebagian besar digunakan untuk pemukiman atau pertanian lahan kering campuran karena aksesibilitasnya yang baik dan risikonya yang minimal.

Kurang Rawan, Kawasan kurang rawan biasanya berada di lereng dengan kemiringan landai hingga agak curam. Kondisi tanah dan vegetasi masih cukup mendukung untuk menahan erosi, namun tetap perlu diawasi, terutama selama musim hujan. Penggunaan lahan di area ini sering kali mencakup pertanian lahan kering, yang jika tidak dikelola dengan benar, dapat meningkatkan risiko longsor.

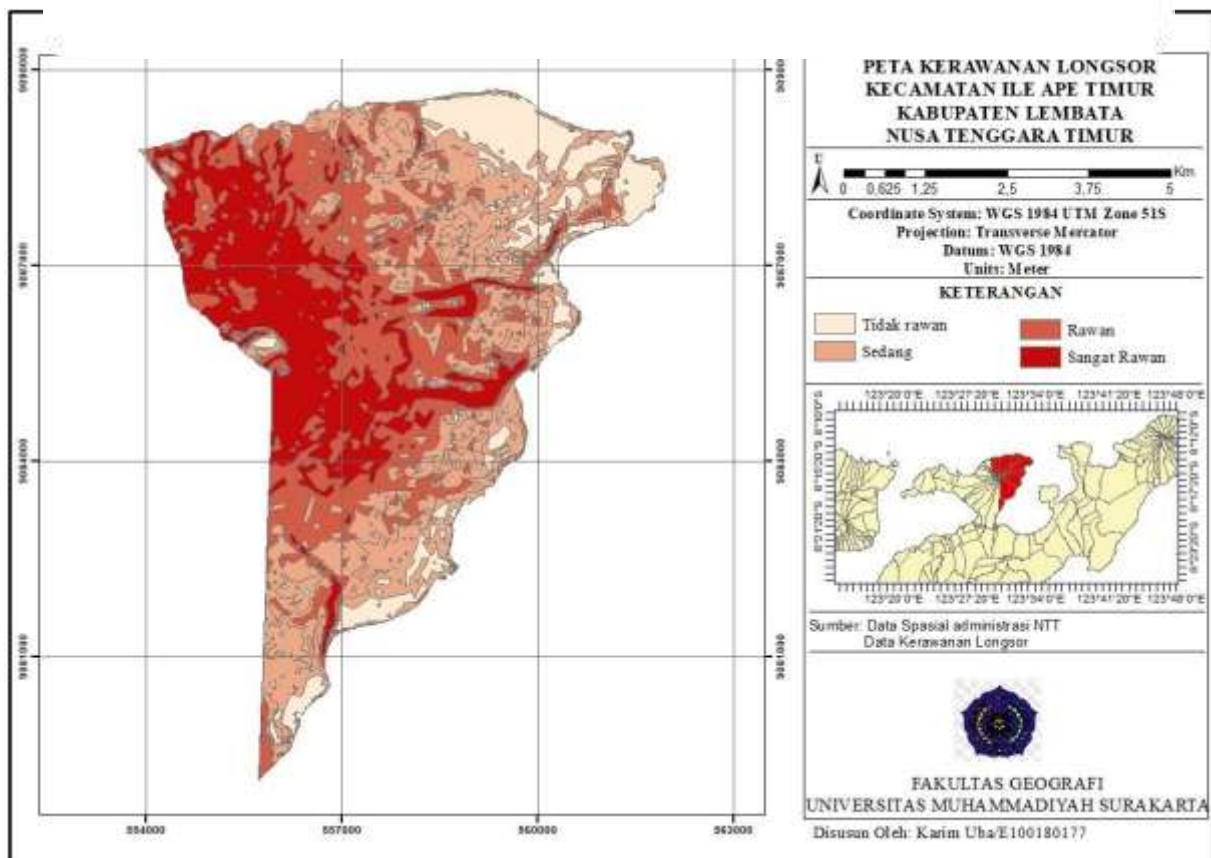
Rawan, Kategori rawan mencakup daerah dengan lereng curam, sering dijumpai di sepanjang perbukitan. Faktor curah hujan tahunan antara 1.000–1.500 mm memperbesar potensi erosi tanah di wilayah ini. Kawasan ini memerlukan upaya konservasi tanah seperti terasering atau penanaman pohon untuk mengurangi risiko longsor.

Sangat Rawan, Wilayah sangat rawan terletak di lereng yang sangat curam, sering kali dengan jenis tanah Andosols yang cenderung gembur. Curah hujan tinggi di wilayah ini dapat memicu longsor, terutama jika vegetasi tidak memadai. Area ini sebaiknya tidak dijadikan permukiman atau lahan pertanian tanpa langkah mitigasi yang serius. Berikut Tabel Kerawanan Longsor.

Table 1. Klasifikasi Kerawanan Longsor Kecamatan Ile Ape

Klasifikasi	Total Skor	Luas (Ha)
Tidak Rawan	4-8	3174
Kurang Rawan	9-12	25
Rawan	13-16	718
Sangat Rawan	>16	6

Sumber: Hasil Analisis, 2024



Gambar 4. Peta Tingkat Kerawanan Longsor Lahan

Penelitian ini menemukan bahwa lebih dari 1.700 hektare wilayah Kecamatan Ile Ape Timur memiliki lereng curam hingga sangat curam, dengan daerah paling berisiko longsor

seluas 769 hektare. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kemiringan lereng di atas 25 derajat meningkatkan risiko longsor secara signifikan. Misalnya, studi oleh Prasetyo (2020) di wilayah pegunungan Jawa menunjukkan bahwa daerah dengan kemiringan di atas 30 derajat memiliki tingkat kejadian longsor yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah landai. Perbedaan utama dalam penelitian ini terletak pada pendekatan mitigasi yang lebih spesifik, seperti rekomendasi konservasi tanah dengan terasering dan vegetasi penahan erosi.

Dengan curah hujan tahunan 1.000-1.500 mm, penelitian ini menemukan bahwa pola curah hujan yang terkonsentrasi pada bulan Desember-Maret memperbesar potensi longsor. Hal ini mirip dengan temuan Wahyudi et al. (2019) di Sumatera Barat, yang menunjukkan bahwa curah hujan lebih dari 1.200 mm/tahun berkontribusi terhadap ketidakstabilan tanah di daerah berbukit. Namun, penelitian ini memberikan tambahan analisis tentang bagaimana minimnya vegetasi memperburuk efek curah hujan, mempercepat laju erosi, dan meningkatkan risiko pergerakan tanah.

Jenis tanah dominan di Kecamatan Ile Ape Timur adalah Ochric Andosols dan Vitric Andosols, yang berasal dari material vulkanik Gunung Ile Lewotolok. Penelitian ini menyoroti bahwa meskipun tanah ini subur, karakteristiknya yang mudah terkikis meningkatkan potensi longsor. Studi sebelumnya oleh Lestari et al. (2021) di daerah vulkanik Jawa Tengah juga menunjukkan bahwa tanah Andosols memiliki drainase cepat yang dapat menyebabkan ketidakstabilan lereng, terutama ketika vegetasi berkurang. Penelitian ini memperkuat temuan sebelumnya dengan rekomendasi konservasi tanah menggunakan tanaman berakar kuat seperti bambu dan vetiver.

Analisis menunjukkan bahwa penggunaan lahan untuk pertanian lahan kering tanpa teknik konservasi tanah memperparah erosi dan meningkatkan risiko longsor. Studi oleh Rahmawati (2022) di Kalimantan juga menemukan bahwa konversi hutan menjadi lahan pertanian meningkatkan kejadian longsor hingga 40%. Perbedaan penelitian ini dengan studi sebelumnya adalah fokusnya pada peran hutan mangrove sebagai mitigasi longsor di pesisir, yang belum banyak dikaji dalam penelitian lain.

Penelitian ini mengklasifikasikan tingkat kerawanan longsor menjadi empat kategori: tidak rawan, kurang rawan, rawan, dan sangat rawan. Hasil analisis menunjukkan bahwa 718 hektare termasuk dalam kategori rawan, sementara 6 hektare dikategorikan sebagai sangat rawan. Hasil ini mendukung studi sebelumnya oleh Budiarto (2020), yang juga mengembangkan peta kerawanan longsor berdasarkan kombinasi faktor topografi dan curah hujan. Namun, penelitian ini lebih spesifik dalam merinci pengaruh penggunaan lahan terhadap

tingkat kerawanan, memberikan tambahan wawasan tentang bagaimana praktik pertanian dan pengelolaan lahan berkontribusi terhadap stabilitas tanah.

Penelitian ini menawarkan berbagai upaya mitigasi, termasuk terasering, reboisasi, pembangunan drainase, dan sistem peringatan dini. Temuan ini konsisten dengan studi sebelumnya oleh Nugroho (2018), yang menunjukkan bahwa penerapan sistem pertanian konservatif dapat mengurangi kejadian longsor hingga 35%. Namun, penelitian ini menyoroti tantangan utama dalam mitigasi longsor, seperti keterbatasan anggaran, kurangnya alat pendeteksi dini, serta rendahnya kesadaran masyarakat. Penekanan pada peran masyarakat dalam mitigasi bencana menjadi keunggulan penelitian ini dibandingkan dengan studi sebelumnya, yang cenderung lebih berfokus pada aspek teknis mitigasi.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan analisis yang mendalam tentang kerawanan longsor di Kecamatan Ile Ape Timur dengan mengidentifikasi faktor utama yang berkontribusi terhadap bencana ini. Dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini memberikan perspektif yang lebih komprehensif dengan menambahkan aspek penggunaan lahan dan keterlibatan masyarakat dalam mitigasi bencana. Rekomendasi yang diberikan dapat menjadi acuan bagi pemerintah daerah dalam mengembangkan strategi mitigasi bencana berbasis lingkungan dan sosial.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kecamatan Ile Ape Timur memiliki tingkat kerawanan longsor yang tinggi akibat kombinasi faktor kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah, dan penggunaan lahan yang kurang memperhatikan konservasi tanah, sehingga diperlukan strategi mitigasi yang tepat. Penelitian ini menegaskan bahwa upaya mitigasi longsor yang efektif harus mencakup pendekatan teknis seperti terasering dan reboisasi, serta meningkatkan peran aktif masyarakat dalam konservasi tanah dan kesiapsiagaan bencana untuk mengurangi risiko longsor secara berkelanjutan.

4.2 Saran

Saran untuk penelitian ini mencakup beberapa hal penting. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan data dengan cakupan wilayah yang lebih luas atau resolusi yang lebih tinggi, seperti data satelit terbaru, untuk meningkatkan akurasi dalam pemetaan tingkat kerawanan longsor. Selain itu, pengembangan teknologi modern, seperti sistem pemantauan berbasis Internet of Things (IoT) untuk early warning system (EWS), dapat menjadi solusi inovatif untuk memantau daerah rawan longsor secara real-time. Penelitian lanjutan juga dapat mengintegrasikan aspek sosial-ekonomi masyarakat, seperti pola pemukiman dan aktivitas ekonomi, guna memberikan rekomendasi mitigasi yang lebih relevan dan aplikatif. Terakhir,

studi pemantauan jangka panjang terhadap perubahan penggunaan lahan dan kondisi iklim perlu dilakukan untuk memahami dinamika risiko longsor secara lebih komprehensif, sehingga langkah mitigasi dapat disesuaikan dengan perubahan yang terjadi di wilayah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afifah, R, Sera. (2023). Geologi Untuk Mengetahui Satuan dan Sebaran Jenis Litologi Endapan Material Lepas Sungai Daerah Sungai “KLG”. *Info Teknik*. 24(2). 213-224.

Amni Z. Rahman, 2015. “Kajian Mitigasi Bencana Tanah Longsor di Kabupaten Banjarnegara”. *Jurnal manajemen dan kebijakan publik* vol. 1 no. 1. Bandung

Anonimous. 2007. “Peraturan Menteri Nomor 22/Prt/M/2007 Tentang Kerawanan Rawan Bencana Longsor”. Departemen Pekerjaan Umum Jendral Penataan Ruang

Anonimous. 2007. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana.

Anonimous. 2006. Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 33 Tahun 2006 Tentang Pedoman Umum Mitigasi Bencana.

Asfaro, R, Muhammad. (2023). Geomorfologi. Diakses Dari: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/117209657/4._Geomorphology_Pedoman_Ibadah_Geologi_Catatan_Kuliah_Sigmaboy-libre.pdf?1722814894=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3D4_Modul_Geomorfologi_Geomorphology_Pedom.pdf&Expires=1737416890&Signature=F94z~lcuJIVt1sUqaDUQBHCpTcdwak~j4ihME-TND5aruyCyh05Utx2QDrFBBM1rOSFolA0PeoHQmFFNJMoPAytB1UFtFNw7rOuuf0tvVGu~rLK67ojRUBgvdKk6CMtY8ZaIkcA7fUgjZA2z3Fx6XEaf12WaimqaAihjKFARlb1SpMag66PTz0MLexZ1fdHkCC9ivhPZ1Cxzg1x3cG8sAJML9MncQQka3il5EDGGjELSZk0Bi-x31JGHwD98cBH4qC8kym9uwNq6geCgLtVoNBWMFqdURt37Ap-94UMIFc5AhGXhyb4ls7CIMDDO~AhE881zoAVtKiVZ4vpoXMjQ_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

BPS. (2024). Kecamatan Ile Ape Timur Dalam Angka 2024. Diakses Dari: https://web-api.bps.go.id/download.php?f=4icyJ2o4zaYZZIIBAmxLezBBb1dBNXN4ZVo1Z1duRGd2c3dwRW1rajFhYVRIZUFDbW0zVTJbcHJ1QkIxTHlydExDVmVwSk9rWGJhSUYzVINsamxvSW82R3R2bk1oM1h1UIIYMTZxRGIzCuvDYnhEvgpsZnJTTWIDV2hsY3hielJCY1Z5UFewZC9paGUwc0lkTEtUbnZiMEpwVkhwZjv4U2owMEkxR1pNQ2IGVW5HTmpDd3BkSIJYWE0vODIISGRrOTV6d1NuQUF1djJVdG9GRmxOTVJxdWxmN3BTMndZVFBsQlBiTklqWUR6ZUpyK1RiNWJSOUE1cndJQIBiNEQvYTIxRWJna3BCNUxUdFJuSXIJNTkvR0g5YUN4cEhZN0RvSFFGVVhBPT0=&gl=1*1dysov7*_ga*MjAyOTExNDQ4Mi4xNz

A5ODM5OTAy* ga XXTTVXWHDB*MTczNzAyMTUzOS4xNi4wLjE3MzcwMjE1MzkuMC4wLjA.

- Enggalmulia, S, Hutami., Masnang, A., Aisyah. (2024). Comparative Study Through Soil Fertility Analysis On Andosol, Latosol And Podsolik Soil Types In Bogor District. *Jurnal Agriment*. 9(1). 1-11.
- Hartono, G., Bronto, S. (2007). Asal-usul pembentukan Gunung Batur di daerah Wediombo, Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Geologi Indonesia*. 2(3). 143-158.
- Herdianto Gani, 2014. “Pemetaan tingkat kerawanan longsor di kota Gorontalo”.
- Prodi pendidikan geografi, jurusan ilmu teknologi kebumian, fakultas MIPA, universitas negeri Gorontalo. Gorontalo
- Joko P Suranto. 2008. “Kajian pemanfaatan lahan pada daerah rawan bencana tanah longsor di gununglurah, cilongok, banyumas”. Program studi magister teknik pembangunan wilayah dan kota. Universitas diponegoro, Semarang
- Kusuma, M, Brilliant Cahya., Aji, A., Sanjoto, T, Budi. (2019). Model Penyajian Unit Geomorfologi Gunung Ungaran dan Sekitarnya Menggunakan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web. *Geo Image (Spatial-Ecological-Regional)*. 8(2). 80-89.
- Linda Tondobala. 2011. “Pemahaman tentang kawasan rawan bencana dan tinjauan terhadap kebijakan dan peraturan terkait”. Staf pengajar jurusan arsitektur, fakultas teknik, Universitas Samratulangi, Manado.
- Nugroho, S, Hari., Putra, P, Sulistya. (2019). Karakteristik Sebaran Besar Butir Endapan Pantai Pulau Sumba, Nusa Tenggara Timur Berdasarkan Data Ukuran Butir dan Geokimia. *Jurnal Geologi dan Mineral*. 20(3).153-164.
- Samodra, H. (2008). Geologi Batuan Dasar Gunung Ciremai Jawa barat. *Jurnal Biologi Indonesia*. 4(5). 279-287
- Setiani, E., Lempong, P., & Budiono, K. (2015). Studi Identifikasi Litologi BatuGamping Koral (Coral Limestone) Berdasarkan Metode GPR di Pesisir Pantai Nemberala, Kabupaten Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi FMIPA Unmul*. 1(2). 1-5.
- Suryani, E., Hikmatullah, Suratman. (2015). Karakteristik Mineralogi dan Fisiko-Kimia Tanah-Tanah dari Abu Vulkanik di Halmahera, Maluku Utara, Indonesia. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 39(2). 85-98.
- Wahyuni, S, Ananda., Zainabun., Arabia, T. (2023). Kajian Karakteristik dan Klasifikasi Tanah di Areal yang Ditanami Kopi Arabika di Kabupaten Aceh Tengah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 8(3). 484-488.