

PEMANFAATAN INFORMASI SPASIAL BERBASIS SIG UNTUK PEMETAAN TINGKAT KERAWANAN LONGSOR DI KECAMATAN SUMALATA

**La Ode Juni Akbar¹, Dewi Sartika T. Zees², Bambang Djau³*

^{1,2}*Program Studi perencanaan Wilayah, Jl. Agung Suprpto No 40,*

Universitas Binataruna Gorontalo, Kota Gorontalo, Indonesia

junilaode23@gmail.com, dewi.zees90@gmail.com

Abstrak: Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kecamatan Sumalata

Kecamatan Sumalata merupakan wilayah dengan topografi berbukit didominasi oleh lereng yang relatif curam. Kejadian bencana longsor sering terjadi pada wilayah penelitian tujuan penelitian yaitu Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kecamatan Sumalata. Berdasarkan hasil observasi tahun 2024 Maret hingga bulan April telah terjadi 7 kejadian bencana tanah longsor. Bencana tanah longsor dapat diminimalisir dengan melakukan pemetaan daerah rawan longsor. Pendekatan penelitian longsor dipakai pendekatan satuan unit lahan. Klasifikasi satuan unit lahan diperoleh dengan cata tumpang susun (*overlay*) peta tematik yaitu peta curah hujan, tutupan lahan, kelerengan, batuan dan peta jenis tanah. Berdasarkan hasil penelitian klasifikasi kerawanan longsor wilayah Kecamatan Sumalata yaitu kelas rendah luas 49,304 Ha, kelas sedang luas 13.409,71 Ha dan kelas tinggi luas 16.921,36 Ha.

Kata kunci: **Pemetaan; SIG; Tanah Longsor; Kecamatan Sumalata**

Abstract: The utilization of GIS-Based Spatial Information for Mapping the Landslide Vulnerability Levels in Sumalata District

Sumalata district is an area with hilly topography which is dominated by relatively steep slopes. The landslide disaster frequently occurs in this study setting. This study aims to explore the utilization of GIS-Based Spatial Information for mapping the landslide vulnerability levels in Sumalata District. Based on the observation on March to April 2024, there are 7 landslide disaster occurred. However, the disaster can be minimized by mapping the landslide-prone area. The approach used in this study is a land unit approach. The classification of land unit is obtained from the overlay of thematic map which consist of maps of rainfall, land cover, slopes, rocks and soil type maps. The result of this study shows that the classification of the landslide vulnerability categorized in three aspects, there are low grade with 49,304 Ha, medium grade with 13.409,71 Ha, and high grade with 16.921,36 Ha.

Keyword: **Mapping; SIG; Landslide, Sumalata District**

History & License of Article Publication:

Received: 12/05/2024 Revision: 02/06/2024 Published: 01/07/2024

DOI: <https://doi.org/10.37971/radial.vXXiXX.XXX>



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

PENDAHULUAN

Longsor merupakan salah satu bencana alam yang menyebabkan banyak kerusakan rumah, sarana dan prasarana permukiman sehingga berdampak pada kondisi sosial ekonomi. Bencana longsor berkaitan dengan faktor alam seperti curah hujan, tutupan lahan, jenis batuan, kelerang dan jenis tanah (Arsyad et al., 2018; Fan et al., 2017; Zhao & Lu, 2018).

Kejadian bencana longsor berhubungan dengan faktor alam yang berlangsung secara intens atau jangka waktu yang lama (Fan et al., 2017; Zhao & Lu, 2018). Terjadinya tanah longsor disebabkan oleh adanya gangguan kesetimbangan lereng pada faktor pengontrol dan pemicu. Ketidakseimbangan gaya terjadi karena gaya peluncur lereng lebih besar daripada gaya penahannya. Kondisi ini mengakibatkan masa tanah bergerak turun. Mengingat korban yang masih sangat tinggi, mitigasi longsor sangat diperlukan agar korban jiwa dapat dikurangi. Mitigasi longsor ini sangat diperlukan karena longsor memiliki dampak kerugian bagi manusia dan lingkungan dalam jangka panjang (Chang et al., 2018)

Mengamati fenomena tanah longsor disuatu wilayah atau kawasan diperlukan adanya pemetaan daerah rawa tanah longsor yang mampu memberikan gambaran kondisi kawasan yang ada berdasarkan faktor penyebab terjadinya tanah longsor. Mengacu data dari pusat penelitian tentang epideomologi bencana, (Liu et al., 2015) melaporkan bahwa setidaknya 17% dari semua korban jiwa dari bahaya alam seluruh dunia disebabkan oleh tanah longsor. China sebagai salah satu negara yang paling rawan longsor dengan pengaturan lingkungan yang kompleks dan intervensi manusia yang ekstensif menderita kerugian ekonomi yang besar dan banyak korban setiap tahun dan banyak bahaya alam, tanah longsor adalah salah satu yang paling luas dan destruktif (Chang et al., 2018; GUERRA et al., 2017; Nicu, 2018; Youssef et al., 2016).

Kecamatan Sumalata merupakan salah satu daerah di Kabupaten Gorontalo Utara yang sering terjadi longsor. Daerah ini umumnya mempunyai bahan longSORan yang luas. Tipe longSORan adalah *planar slide* merupakan tipe gerakan material berupa tanah atau batuan pada bidang lereng yang lemah terhadap proses longSOR, bidang gelincir longSOR berada pada kedalaman 2 meter – 3,75 meter. Kemiringan longSOR rata-rata 12° ke arah barat (Akbar et al., 2021; Lihawa et al., 2014). Menghindari jatuhnya korban yang lebih besar akibat bahaya tanah longSOR diperlukan upaya-upaya yang mengarah kepada tindakan meminimalisir dampak yang ditimbulkan.

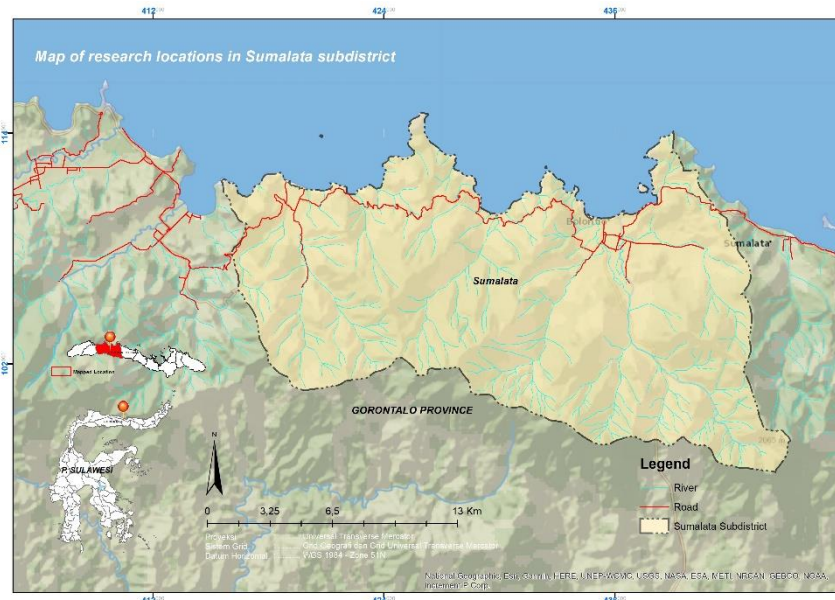
Efektivitas pengambilan keputusan tergantung pada kualitas data serta metode analisis yang digunakan untuk menghasilkan peta rawan tanah longSOR. Pembuatan peta potensi daerah rawan longSOR menggunakan Sistem Informasi Geografis (*SIG*) mampu memberikan solusi dan kemudahan dalam analisis spasial secara berulang, kontinu, cepat dan akurat (Akbar et al., 2019). Bahaya tanah longSOR diidentifikasi melalui sistem informasi geografis dengan metode *overlay* terhadap parameter-parameter penyebab tanah longSOR. Melalui *SIG* diharapkan mempermudah penyajian informasi spasial khusus penentuan tingkat kerawanan tanah longSOR serta dapat menganalisis dan memperoleh informasi baru dalam menentukan daerah-daerah khususnya Kecamatan Sumalata yang menjadi sasaran tanah longSOR. Tujuan utama dari analisis kerawanan longSOR adalah untuk mengetahui daera-daerah potensi berbahaya dan beresiko tinggi bencana tanah longSOR dengan demikian meminimalisir dampak tanah longSOR melalui tindakan mitigasi yang sesuai.

Alasan inilah peneliti tertarik melakukan penelitian tentang “Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis *SIG* untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan LongSOR di Kecamatan Sumalata”. Luaran dari penelitian ini berupa peta daerah rawan bencana tanah longSOR. Peta dapat digunakan sebagai acuan dalam memitigasi bencana alam serta untuk rekomendasi dalam

perencanaan tata ruang wilayah dan dapat dilakukan tindakan yang bersifat preventif terhadap daerah dengan kategori tingkat kerawanan tinggi.

METODE

Penelitian dilakukan di Kecamatan Sumalata Kabupaten Gorontalo Utara. Luas wilayah Kecamatan Sumalata 305,59 km² atau 17,2% dari luas Kabupaten Gorontalo Utara. Secara geografis Kecamatan Sumalata posisi koordinat (latitude: 0.980095 longitude: 122.490997). Secara administrasi wilayah: Sebelah Utara berbatasan dengan Laut Sulawesi, Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Sumalata Timur, Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Gorontalo, Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Biau.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian Kecamatan Sumalata

Metode dan Pendekatan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah survei lapangan. Survei lapangan dilakukan sebagai langkah awal untuk mengetahui kondisi aspek-aspek penting dalam permasalahan longsor daerah Kecamatan Sumalata. Pendekatan penelitian longsor dipakai pendekatan satuan unit lahan. Klasifikasi satuan unit lahan diperoleh dengan cata tumpang susun (*overlay*) 4 peta tematik yaitu, Penutupan lahan, peta kemiringan lereng, jenis tanah, peta geologi daerah penelitian.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian difokuskan pada longsor Kecamatan Sumalata adalah sebagai berikut:

1. Potensi suatu medan untuk terjadinya gerakan massa atau ketidakseimbangan yang dibentuk oleh lingkungan fisik maupun non fisik.
2. Potensi tanah longsor ditunjukkan oleh jumlah skor secara keseluruhan dari masing-masing parameter pendukung terjadinya tanah longsor dengan kriteria berpotensi rendah, sedang, tinggi dan sangat tinggi.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik dokumentasi dan Survei. Teknik dokumentasi untuk mendapatkan data sekunder berupa data tutupan lahan, curah

hujan, jenis tanah, jenis batuan dan data lereng Kecamatan Sumalata. Teknik survei dilakukan untuk memperoleh data primer dengan cara pengamatan langsung di lapangan.

Teknik pengumpulan data ditunjukkan pada **Tabel 1**

No.	Jenis Data	Di Lapangan	Di laboratorium
1	Penutupan Lahan	Pengamatan langsung	Interpretasi citra satelit dan dilakukan pengecekan lapangan
2	Curah Hujan	Pengambilan data stasiun meteorologi	Menganalisis data curah hujan dengan menggunakan metode <i>Isohyet</i>
3	Jenis Tanah	Diperoleh melalui peta jenis tanah	Analisis tanah
4	Jenis Batuan dan struktur		Diperoleh melalui interpretasi peta geologi daerah penelitian
5	Kemiringan Lereng	Pengukuran menggunakan kompas geologi atau <i>abney level</i>	Peta lereng melalui interpretasi citra

Analisis Data

Analisis data yang digunakan merupakan analisis spasial dengan Teknik superimpose (*overlay*). *Overlay* yaitu kemampuan untuk menampakan garis satu peta diatas grafis peta yang lain. Semakin tinggi skor dan bobot dari parameter, maka pengaruhnya akan semakin besar terhadap bahaya resiko longsor, begitu juga sebaliknya. Klasifikasi untuk Potensi dan resiko dibagi ke dalam 4 kelas, yaitu, rendah, sedang, tinggi, sangat tinggi. Nilai tingkat kerawanan longsor ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tingkat kerawanan longsor

No.	Kelas Kerawanan Longsor	Niai Rentan
1	Rendah	<2,0
2	Sedang	2,0 – 2,7
3	Tinggi	2,71 – 3,6
4	Sangat Tinggi	>3,6

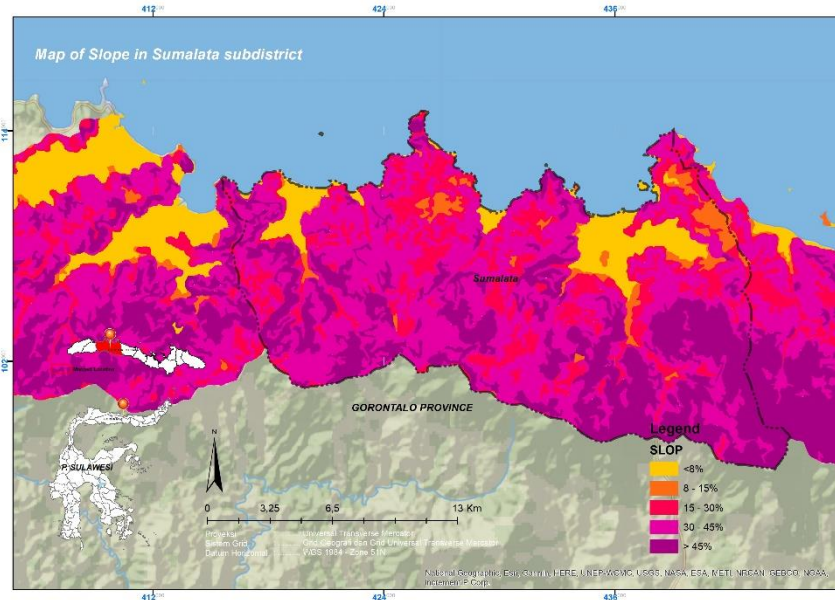
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penentuan lokasi kerawanan longsor dapat dilakukan dengan cara menganalisis secara spasial (*spatial approach*) parameter-parameter alami meliputi: kemiringan lereng, curah hujan, jenis tanah geologi dan penggunaan lahan. Nilai pembobotan dan skoring dari masing-masing parameter di *overlay* dalam proses GIS (*Geographic Information Sistem*) sehingga mendapatkan perkiraan potensi di Sumalata.

Klasifikasi kemiringan lereng

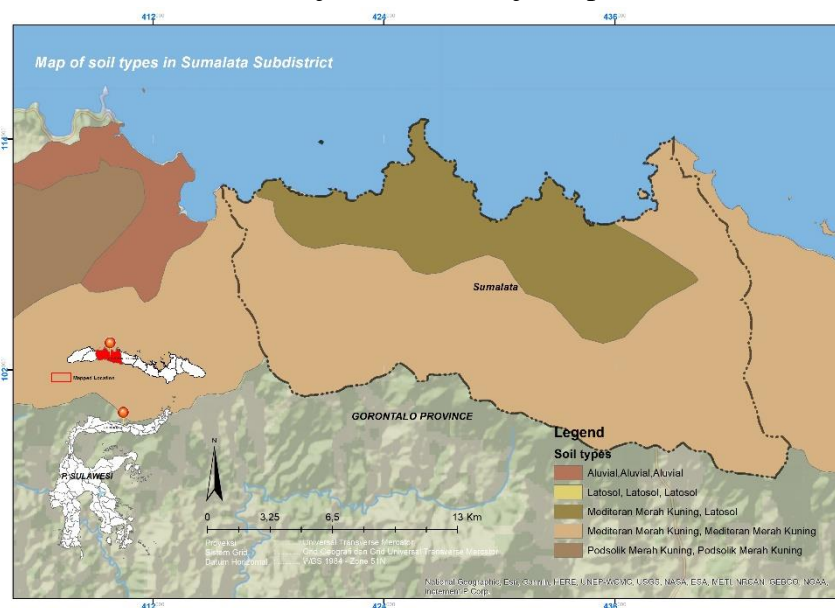
Kemiringan lereng Kabupaten Gorontalo Utara diklasifikasikan ke dalam 5 kelas yaitu datar, landai, sedang, curam dan sangat curam yang diperoleh dari hasil analisis Citra DEM STRM.



Gambar 2. Peta sebaran Kemiringan Lereng Kecamatan Sumalata

Klasifikasi Jenis Tanah

Berdasarkan peta jenis tanah di Gorontalo Utara terdapat beberapa jenis tanah yaitu latosol dan mediteran merah kuning. Mediteran merah kuning, jenis tanah ini merupakan jenis tanah yang kurang subur karena telah mengalami pencucian lanjut. Tanah latosol adalah tanah yang terbentuk karena pelapukan dengan intensitas tinggi. Tanah ini dapat ditemukan di wilayah dengan iklim hutan hujan tropis. Mirip dengan tanah podsol, tanah ini memiliki kandungan besi atau aluminium yang tinggi dan mengalami oksidasi, sehingga warnanya berwarna kemerahan. Peta jenis tanah disajikan pada **Gambar 3**.

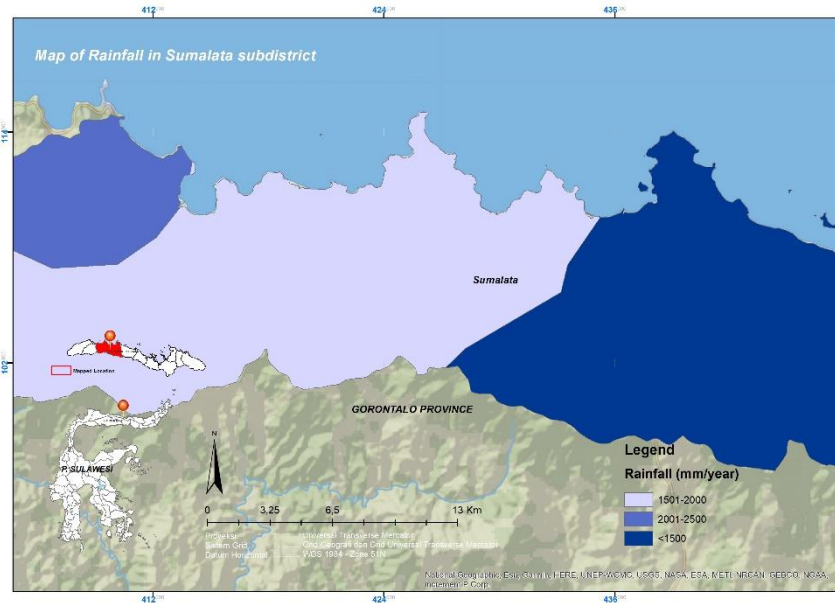


Gambar 3. Peta Sebaran Jenis Tanah Kecamatan Sumala

Klasifikasi curah hujan

Wilayah Kecamatan Sumala termasuk dalam tipe C dengan curah hujan setiap tahun rata-rata 2.267 mm/tahun dengan temperatur udara rata-rata 32° C dengan temperatur tertinggi $33,9^{\circ}$ C terjadi pada bulan Maret dan temperatur terendah 23° C terjadi pada bulan

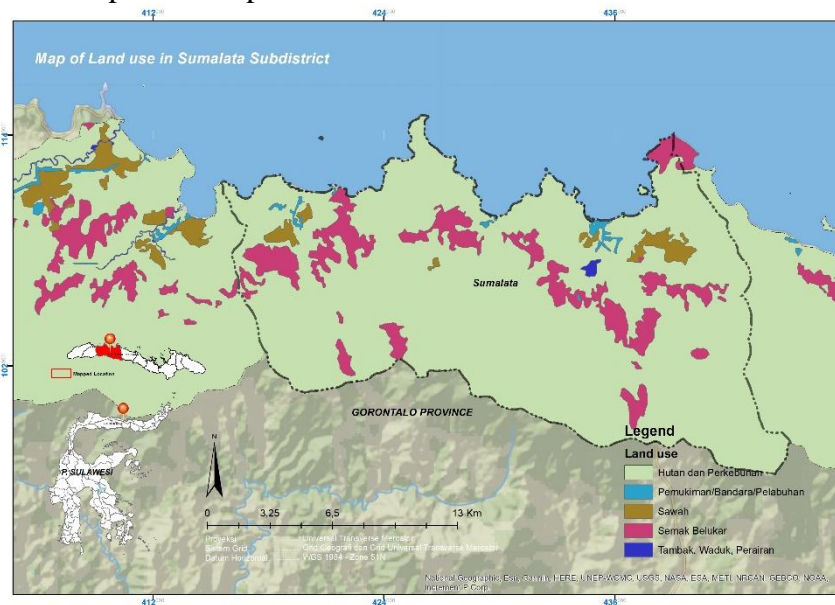
Februari Penelitian ini, menerapkan curah hujan tahunan rata-rata sebagai faktor pengendali. Data curah hujan tahunan dari 4 stasiun curah hujan dan kemudian dihitung curah hujan tahunan rata-rata untuk setiap stasiun curah hujan. Peta curah hujan disajikan pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Peta Sebaran Curah Hujan Kecamatan Sumalata

Klasifikasi Penggunaan Lahan

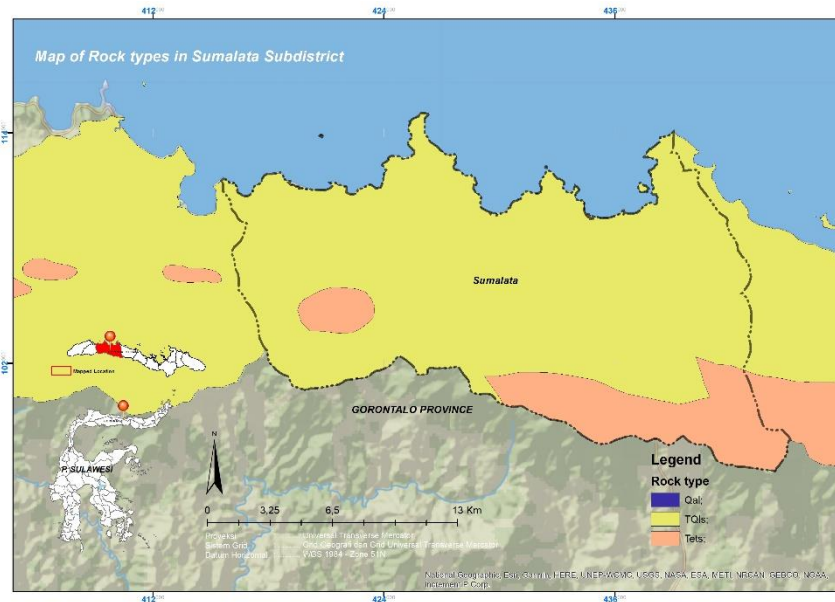
Dari hasil analisis didapatkan data penggunaan lahan yang terdiri atas: Hutan, semak belukar, pertanian lahan kering, permukiman, tambak, tanah terbuka dan tubuh air. Peta penggunaan lahan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Sumalata

Klasifikasi Geologi

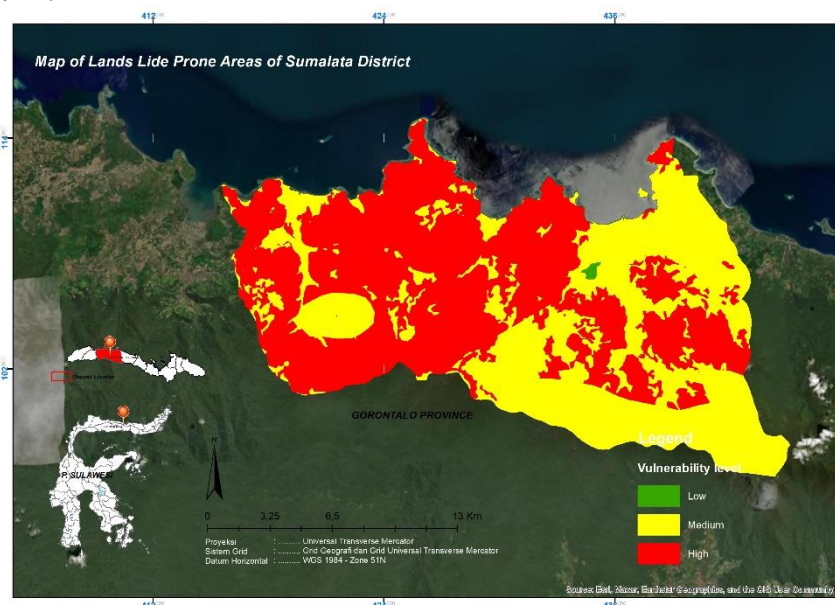
Kabupaten Gorontalo Utara terdiri atas beberapa formasi batuan yaitu Qal, TQls, TQpv, Tets. Formasi batuan Kabupaten Gorontalo Utara disajikan pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Peta geologi Kecamatan Sumalata

Klasifikasi Rawan Longsor

Hasil analisis spasial dengan Teknik *superimpose (overlay)* dengan memakai pembobotan dan pemberian skor pada tiap parameter yang ditentukan yaitu curah hujan, penutupan lahan, jenis batuan, kemiringan lereng dan jenis tanah. Semakin tinggi skor dan bobot dari parameter, maka pengaruhnya akan semakin besar terhadap bahaya resiko longsor, begitu juga sebaliknya. Kecamatan Sumalata berdasarkan hasil analisis terdapat tiga (3) kategori resiko kerawanan longsor yaitu tingkat kerawanan rendah, sedang dan tingkat kerawanan tinggi. Peta sebaran dan luasan daerah tingkat kerawanan longsor dapat dilihat pada **Gambar 7**.

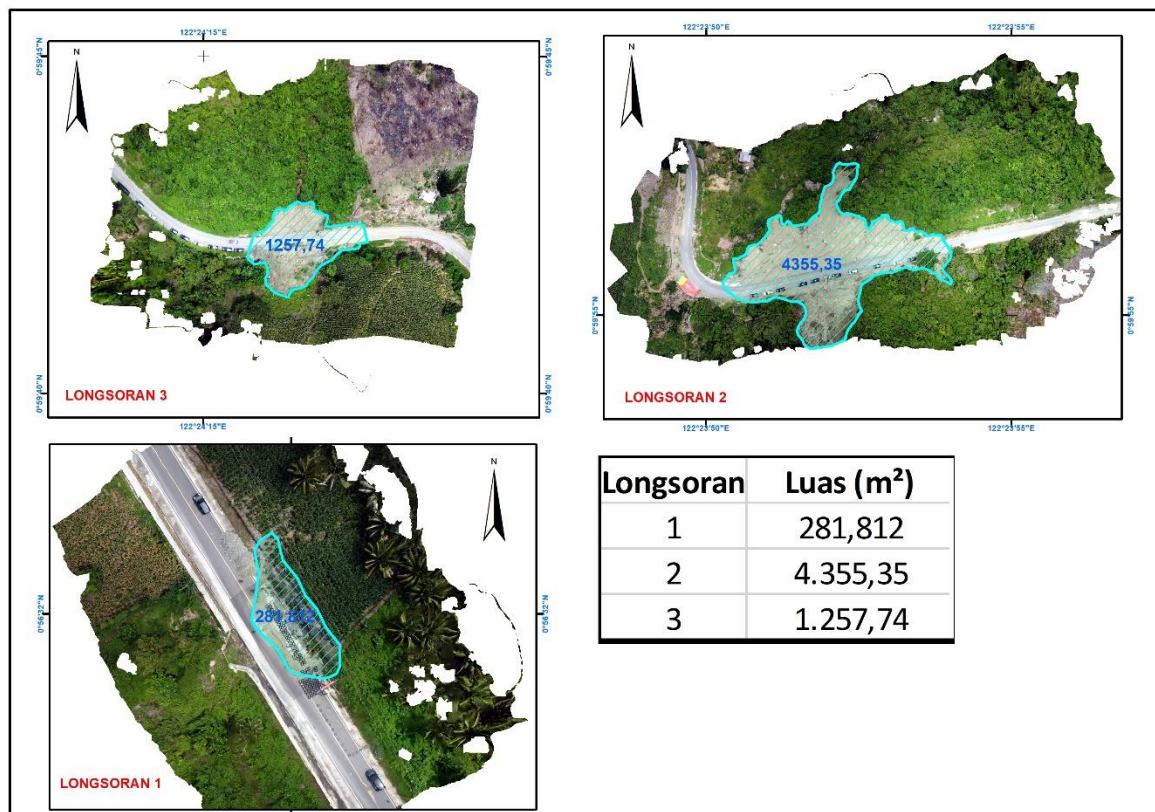


Gambar 7. Peta Sebaran Rawan Longsor Kecamatan Sumalata

Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis 5 parameter kerawanan longsor wilayah Kecamatan Sumalata diperoleh 3 kriteria kerawanan longsor yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi. Daerah dengan potensi longsor rendah berdasarkan hasil analisis yaitu kelas rendah luas 49,304 Ha, kelas sedang luas 13.409,71 Ha dan kelas tinggi luas 16.921,36 Ha. Ancaman longsor tinggi

dapat terjadi pada daerah yang memiliki kondisi geologi relatif labil, baik ditinjau dari komposisi batuan penyusun dan/ataupun dekatnya area tersebut dengan zona sesar; kemiringan lereng $>25\%$; curah hujan >1000 mm, serta kawasan yang vegetasi alamnya terganggu. Ketika intensitas curah hujan tinggi air masuk kedalam tanah melewati patahan beresamaan dengan material batuan dan tanah sehingga membentuk bidang gelincir longor yang memicu terjadinya longsor. Hasil penelitian (Fan et al., 2017; Nasiah & Ichsan, 2014) menunjukkan bahwa pelapisan batuan yang dikontrol oleh adanya rekahan, patahan, serta terdapatnya endapan massa tanah dan batuan dapat mempercepat terjadinya longsor apabila hujan turun dalam intensitas dan jumlah yang tinggi. Bersarkan data yang disajikan dapat dijelaskan bahwa bentuk penggunaan lahan pertanian lahan kering mempunyai hubungan erat dengan kejadian longsor sedangkan bentuk penggunaan lahan lainnya mempunyai intensitas longsor lebih rendah. Peta hasil ploating kejadian longsor pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Plot kejadian Longsor Kecamatan Sumalata

Setiap penggunaan lahan dapat dijelaskan bahwa pertanian lahan kering mempunyai intensitas longsor lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya seperti penggunaan lahan hutan, permukiman, semak belukar. Dalam penelitian (Abraw, 2017) penggunaan lahan yang tidak disertai dengan tindakan konservasi tanah dan air dapat mempercepat terjadinya longsor. Terganggunya lereng oleh aktivitas manusia berakibat pada perubahan proses lereng yang cenderung meningkatkan longsor. (Chaeril et al., 2018) juga menambahkan bahwa pada wilayah yang rawan terhadap longsor pembangunan infrastruktur dalam bidang pertanian akan menyebabkan perubahan komposisi tanah dan meningkatkan gerakan tanah yang dapat memicu longsor. Faktor pendorong lainnya yang

terkait terhadap longsor yaitu pemotongan lereng oleh penduduk untuk dijadikan lahan pertanian, sehingga dijumpai lereng-lereng yang rentan terhadap longsor diwaktu hujan. Demikian juga pemotongan lereng untuk pembangunan jalan lahan pertanian dapat menimbulkan terjadinya longsor.

Litologi telah dianggap sebagai faktor yang sangat penting, yaitu paling sering digunakan dalam penilaian kerentanan longsor (Hadji et al., 2017). Litologi dengan variasi struktural dan propertinya mungkin menyebabkan perbedaan kekuatan dan permeabilitas batuan dan tanah (Bui et al., 2011). Daerah lokasi penelitian sering terjadi longsor pada jenis tanah Latosol dan Mediteran saat musim hujan datang dengan intensitas tinggi. Jenis tanah tipe Latosol dan Mediteran sangat rentan terhadap kejadian longsor. Tanah Latosol di daerah pengunungan-perbukitan sangat mudah mengalami longsor dimusim hujan apabila aliran permukaan tidak dikendalikan akibat perubahan penggunaan lahan seperti hutan dikonversi kelahan pertanian kering

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis satuan unit lahan klasifikasi kerawanan longsor yaitu kelas rendah luas 49,304 Ha, kelas sedang luas 13.409,71 Ha dan kelas tinggi luas 16.921,36 Ha. Kawasan-kawasan dengan kerentanan yang tinggi ini ditandai dengan zona berwarna merah yang ditunjukkan pada peta rawan longsor. Faktor alam yaitu kandungan air dan kadar hujan biasanya menjadi pemicu utama tidak dapat diukur dengan pasti. Aktivitas manusia yang tidak dihitung justru memberikan andil besar dalam mempengaruhi kestabilan lereng di Wilayah Kecamatan Sumalata.N

DAFTAR PUSTAKA

- Abrauw, R. D. (2017). Wilayah rawan longsor di Kota Jayapura. *Jurnal Geografi Lingkungan Tropik*, 1(1). <https://doi.org/10.7454/jglitrop.v1i1.4>
- Akbar, L. O. J., Lihawa, F., & Mahmud, M. (2021). Analisis Tipe Dan Bidang Gelincir Longsor Di Kabupaten Gorontalo Utara. *Jambura Geoscience Review*, 3(2), 73–83. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v3i2.10623>
- Akbar, L. O. J., Yusuf, D., & Kasim, M. (2019). Analisis Potensi Wisata Bahari Berbasis Sistem Informasi Geografis di Pantai Langala Provinsi Gorontalo. *Jambura Geoscience Review*, 1(1), 30. <https://doi.org/10.34312/jgeosrev.v1i1.2036>
- Arsyad, U., Barkey, R. A., Wahyuni, W., & Matandung, K. K. (2018). Karakteristik Tanah Longsor di Daerah Aliran Sungai Tangka. *Jurnal Hutan Dan Masyarakat*, 10(1), 203. <https://doi.org/10.24259/jhm.v0i0.3978>
- Bui, D. T., Lofman, O., Revhaug, I., & Dick, O. (2011). Landslide susceptibility analysis in the Hoa Binh province of Vietnam using statistical index and logistic regression. *Natural Hazards*, 59(3), 1413–1444. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9844-2>
- Chaeril, C., Tjoneng, A., & Saida, S. (2018). Analisis Kerawanan Longsor Berbasis Spasial Di Kawasan Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 2(1), 54–68. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v2i1.45>
- Chang, K. J., Chan, Y. C., Chen, R. F., & Hsieh, Y. C. (2018). Geomorphological evolution of landslides near an active normal fault in northern Taiwan, as revealed by lidar and unmanned aircraft system data. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 18(3), 709–727. <https://doi.org/10.5194/nhess-18-709-2018>

- Fan, W., Wei, X. sheng, Cao, Y. bo, & Zheng, B. (2017). Landslide susceptibility assessment using the certainty factor and analytic hierarchy process. *Journal of Mountain Science*, 14(5), 906–925. <https://doi.org/10.1007/s11629-016-4068-2>
- GUERRA, A. J. T., FULLEN, M. A., JORGE, M. do C. O., BEZERRA, J. F. R., & SHOKR, M. S. (2017). Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review. *Pedosphere*, 27(1), 27–41. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60294-7](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60294-7)
- Hadji, R., Rais, K., Gadri, L., Chouabi, A., & Hamed, Y. (2017). Slope Failure Characteristics and Slope Movement Susceptibility Assessment Using GIS in a Medium Scale: A Case Study from Ouled Driss and Machroha Municipalities, Northeast Algeria. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 42(1), 281–300. <https://doi.org/10.1007/s13369-016-2046-1>
- Lihawa, F., Patuti Martha, I., & Nurfaika. (2014). Sebaran Aspek Keruangan Tipe Longsoran Di Daerah Aliran Sungai Alo Provinsi Gorontalo. *J.Urnal Manusia Dan Liigkungan*, 21(3), 277–285.
- Liu, Z., Lacasse, S., Nadim, F., & Gilbert, R. (2015). *Reliability of API and ISO Guidelines for Bearing Capacity of Offshore Shallow Foundations. 1.* <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-580-7-821>
- Nasiah, & Ichsan, I. (2014). Upaya Penanggulangan Bencana di Kabupaten Sinjai Identification of Areas Prone to Landslides as Disarter Management Effors in Sinjai Regency. *Jurnal Sainsmat*, III(2), 109–121.
- Nicu, I. C. (2018). Application of analytic hierarchy process, frequency ratio, and statistical index to landslide susceptibility: an approach to endangered cultural heritage. *Environmental Earth Sciences*, 77(3). <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7261-5>
- Youssef, A. M., Pourghasemi, H. R., Pourtaghi, Z. S., & Al-Katheeri, M. M. (2016). Landslide susceptibility mapping using random forest, boosted regression tree, classification and regression tree, and general linear models and comparison of their performance at Wadi Tayyah Basin, Asir Region, Saudi Arabia. *Landslides*, 13(5), 839–856. <https://doi.org/10.1007/s10346-015-0614-1>
- Zhao, C., & Lu, Z. (2018). Remote sensing of landslides-A review. *Remote Sensing*, 10(2), 8–13. <https://doi.org/10.3390/rs10020279>