



Analisis Stabilitas Lereng Wilayah Rawan Longsor di Gumintir Banyuwangi

Isna Amalia¹, Entin Hidayah², Indra Nurtjahjaningtyas^{3*}

^{1,2,3} Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Jl. Kalimantan Tegalboto No. 37. Krajan Timur, Sumbersari, Kec. Sumbersari, Kabupaten Jember, Jawa Timur.
(0331) 330224

E-mail*: IndraN.teknik@unej.ac.id

ABSTRACT

Landslides on the Gumitir Slope not only affect transport disruption, but also cause casualties and environmental losses, especially in the Kalibaru River. Therefore, this research aims to estimate the value of slope safety factor; as an effort to monitor landslides. The research method was slope stability modelling using unit weight, cohesion and shear angle data obtained from laboratory test result tables, in addition to using slope geometry data. GeoStudio application was used in the slope stability analysis process and the slope geometry was measured using a total station which was then drawn using AutoCAD. This research is expected to provide a better understanding of the factors affecting landslides as well as an effective framework for landslide monitoring in Gumitir Slope and other areas with similar characteristics. The results of the slope stability analysis are dominated by factor of safety values less than 1.2, making it highly vulnerable. The results of this study can be used by the government and local communities to improve preparedness and mitigation planning for landslides

Keywords: *Landslide vulnerability; Landslide monitoring; Slope stability, GeoStudio.*

ABSTRAK

Longsor di Lereng Gumitir tidak hanya berdampak pada gangguan transportasi, namun juga menimbulkan korban jiwa dan kerugian lingkungan, khususnya di Sungai Kalibaru. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan nilai faktor keamanan lereng; sebagai upaya pemantauan longsor. Metode penelitian dengan pemodelan stabilitas lereng dengan menggunakan data berat satuan, kohesi dan sudut geser yang diperoleh dari tabel hasil pengujian laboratorium, selain itu menggunakan data geometri lereng. Aplikasi GeoStudio digunakan dalam proses analisis stabilitas lereng dan geometri lereng diukur menggunakan total station yang kemudian digambarkan menggunakan AutoCAD. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi tanah longsor serta kerangka kerja yang efektif dalam pemantauan tanah longsor di Lereng Gumitir dan daerah dengan karakteristik serupa lainnya. Hasil analisis kestabilan lereng didominasi oleh nilai faktor keamanan kurang dari 1,2 sehingga atau pada kondisi sangat rentan. Hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pemerintah dan masyarakat setempat untuk meningkatkan kesiapsiagaan dan perencanaan mitigasi bencana tanah longsor.

Kata kunci: Kerawanan longsor; Monitoring longsor; Stabilitas Lereng, GeoStudio.

Naskah diterima 12 Juli 2025; Revisi 28 April 2025; Diterima 29 Agustus 2025. Tanggal Publikasi 01 September 2025

Jurnal teknika berada pada lisensi Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

DOI :10.30736/jt.v17i2. 1286. Hal 119 - 124



1. PENDAHULUAN

Tanah longsor menimbulkan risiko serius bagi kehidupan dan harta benda di daerah pegunungan, termasuk di daerah Gumitir yang merupakan jalur vital yang menghubungkan Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi (Jamalludin et al., 2021; Mauladana, 2023). Secara umum, jenis longsor yang terjadi adalah longsor dangkal dengan kedalaman kurang dari 3 meter, yang disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi. Air hujan yang meresap ke dalam

tanah menyebabkan kejenuhan tanah sehingga rentan runtuh (Amalia, 2022; Yoshihara et al., 2022). Dampaknya tidak hanya gangguan transportasi darat, seperti kemacetan berjam-jam dan terganggunya jalur kereta api, tetapi juga sering menimbulkan korban jiwa (Zhang et al., 2020). Selain itu, longsor juga berdampak serius pada DAS Kalibaru. Runtuhan tanah dan material yang masuk ke sungai menghambat aliran air dari hulu ke hilir,

meningkatkan sedimentasi, dan dapat menyebabkan kontaminasi akibat reaksi antara unsur kimia tanah dan air (Yoshihara et al., 2022). Oleh karena itu, diperlukan upaya mitigasi, salah satunya pemantauan longsor di wilayah Gunitir guna meminimalisir risiko bencana yang timbul.

Identifikasi stabilitas lereng sangat penting untuk mengidentifikasi lokasi yang berpotensi longsor (Batar & Watanabe, 2021). Dengan identifikasi potensi longsor, sumber daya dapat digunakan secara tepat untuk mengurangi kerentanan daerah terhadap tanah longsor dan memberikan perlindungan yang lebih baik bagi masyarakat dan infrastruktur lokal.

Analisis stabilitas lereng pada umumnya menggunakan Plaxis dengan menerapkan perhitungan elemen hingga (*Finite Element Method* - FEM) (Siregar et al., 2024). Metode FEM memungkinkan pemodelan deformasi tanah dan distribusi tegangan secara detail (Chodór et al., 2023). Metode ini berbeda dengan pendekatan tradisional, karena FEM mampu memberikan gambaran yang lebih realistis tentang kondisi tegangan dan deformasi lereng selama atau setelah proses pembebanan (Yang et al., 2024). Namun plaxis memakan biaya yang lebih mahal dan waktu komputasi yang lebih lama. Perangkat lunak ini lebih cocok untuk proyek besar dan kompleks, tetapi mungkin kurang efisien untuk proyek yang lebih sederhana.

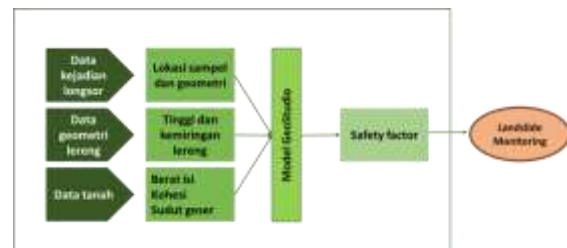
Untuk pekerjaan geoteknik yang sederhana, seperti analisis stabilitas lereng, dapat menggunakan aplikasi yang lebih ringan dan murah. Geostudio dianggap lebih sederhana, ekonomis dan lebih efisien. GeoStudio menggunakan metode *Limit Equilibrium Method (LEM)* untuk memodelkan stabilitas lereng (Hapsari & Lastiasih, 2024). Pendekatan sederhana untuk analisis tegangan tanah dapat diperoleh dengan lebih cepat dibandingkan perangkat lunak yang menggunakan metode elemen hingga (FEM).

2. METODE

Penelitian dilakukan di Lereng Gunitir, di perbatasan Kabupaten Jember dan Kabupaten Banyuwangi. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Beberapa kejadian longsor terjadi di lereng jalan nasional di Gunitir di STA KM. SBAYA 231+100 hingga 231+550. Tahapan penelitian meliputi identifikasi titik kejadian longsor, survey geometri, pengumpulan data tanah, dilanjutkan dengan penggambaran geometri lereng, kemudian pemodelan stabilitas lereng menggunakan bantuan aplikasi GeoStudio. Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Alur Penelitian

Proses dimulai dari pengumpulan data kejadian longsor, data geometri lereng, dan data tanah. Data tersebut kemudian diolah menjadi parameter lokasi dan geometri sampel, tinggi serta kemiringan lereng, dan sifat fisik tanah seperti berat isi, kohesi, dan sudut geser. Seluruh parameter dimasukkan ke dalam model GeoStudio untuk menghitung faktor keamanan (*safety factor*) lereng. Nilai *safety factor* ini selanjutnya digunakan dalam sistem *Landslide Monitoring* untuk memantau dan menilai tingkat kerawanan longsor di lokasi yang dianalisis. Berikut di jelaskan :

1) Persiapan Data

Data yang digunakan untuk analisis stabilitas lereng adalah data kejadian longsor, data tanah, dan data geometri lereng. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini disajikan pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Data

No	Data	Sumber Data	Data Turunan
1.	Kejadian Longsor	Berita Online Satker PJN Wilayah 1 Jawa Timur	Titik Kejadian Longsor
2.	Indeks Properties Tanah	Data borlog dan hasil laboratorium Satker PJN Wilayah 1 Jawa Timur	Kedalaman muka air tanah Berat Isi Kohesi Sudut Geser Tanah
3.	Data geometri lereng	Survey dan pengukuran langsung	Ketinggian dan kemiringan lereng

No	Data	Sumber Data	Data Turunan
	Kejadian Longsor	Berita Online Satker PJN Wilayah 1 Jawa Timur	Titik Kejadian Longsor

2) Analisis Faktor Keamanan Tanah

Nilai faktor keamanan adalah perbandingan antara kekuatan geser dan tegangan geser tanah yang bekerja di sepanjang bidang longsor seperti pada Gambar 4 (J. Li et al., 2021; Meena & Nachappa, 2019; Toderas & Filatiev, 2021). Faktor keamanan lereng dapat diperkirakan dengan menggunakan metode Fallensius seperti pada Persamaan 1.

$$\tau_{total} = \tau_{res} + \sigma' \tan \phi' \quad (1)$$

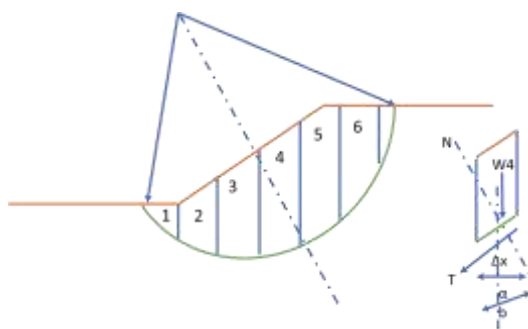
τ_{total} = gaya geser total yang bekerja di sepanjang bidang potensial batas stabilitas.

τ_{res} = gaya geser resistansi, dipengaruhi oleh tekanan air tanah atau struktur lainnya.

σ' = Stres efektif pada bidang geser.

ϕ' = sudut gesekan efektif.

Dapat dilihat pada Persamaan 1, tekanan air tanah merupakan faktor stabilitas yang memengaruhi gaya geser yang dihasilkan. Metode fallensius menggambarkan hubungan antara gaya geser yang disebabkan oleh berat lereng dan gaya geser yang dihasilkan oleh faktor stabilitas. Gambaran metode irisan Fallensius dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Metode Irisan Fallensius

Perhitungan faktor keamanan lereng pada penelitian ini menggunakan bantuan aplikasi Geostudio yang dapat menganalisis masalah geoteknik seperti tanah longsor. Aplikasi ini dapat menghasilkan nilai faktor keamanan tanah dan menggambarkan garis kelongsoran. Nilai faktor keamanan dapat menunjukkan seberapa besar potensi terjadinya keruntuhan pada sebuah lereng. Potensi keruntuhan lereng dibagi menjadi beberapa kelas kerawanan berdasarkan rentang nilai faktor keamanan lereng. Penelitian ini menggunakan klasifikasi kerawanan tanah yang tercantum pada

SNI 13-7124-2005 klasifikasi kerawanan tanah dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Faktor Keamanan

Faktor Keamanan	Kerawanan Tanah
$\leq 1,2$	Tinggi: Tanah Longsor sering terjadi
$1,2 < SF \leq 1,7$	Sedang: Tanah longsor dapat terjadi (kritis)
$1,7 < SF \leq 2,0$	Rendah: Tanah longsor jarang terjadi
$> 2,0$	Sangat rendah: Tanah longsor sangat jarang terjadi (aman)

Berdasarkan Tabel 2, klasifikasi kerawanan tinggi memiliki nilai faktor keamanan kurang dari 1,2 yang berarti longsor sering terjadi. Kerawanan sedang memiliki nilai 1,2 hingga 1,7 berarti lereng dalam keadaan kritis, atau kelongsoran dapat terjadi sewaktu-waktu. Kerawanan rendah memiliki nilai 1,7 hingga 2,0 berarti jarang terjadi kelongsoran. Sedangkan kerawanan sangat rendah atau yang dapat dikatakan tanah longsor sangat jarang terjadi (aman) memiliki nilai lebih dari 2,0.

3. PEMBAHASAN

Bagian pembahasan ini menguraikan hasil analisis yang diperoleh dari penelitian secara lebih mendalam. Pada tahap ini dipaparkan dua pokok bahasan utama yang saling berkaitan, yaitu data tanah dan geometri lereng sebagai dasar penentuan parameter input, serta pemodelan stabilitas lereng yang menggunakan parameter tersebut untuk mengevaluasi tingkat keamanan lereng. Dengan pembahasan ini diharapkan pembaca memperoleh pemahaman yang jelas mengenai proses analisis yang dilakukan serta relevansi hasilnya terhadap tujuan penelitian.

3.1 Data Tanah dan Geometri Lereng

Pemodelan stabilitas lereng pada kondisi eksisting dilakukan untuk mengetahui nilai faktor keamanan (Safety Factor/SF) yang menggambarkan tingkat kestabilan lereng di lokasi penelitian. Kondisi eksisting ini merujuk pada keadaan lereng dalam kondisi sebenarnya di lapangan sebelum dilakukan intervensi atau perkuatan, sehingga hasil analisis mencerminkan kondisi asli yang dihadapi. Proses pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak GeoStudio 2018, yang memiliki kemampuan untuk menganalisis stabilitas lereng berdasarkan berbagai parameter geoteknik.

Data input yang dimasukkan ke dalam model diperoleh melalui pengujian lapangan dan laboratorium. Dari lapangan diperoleh data borlog yang mencatat lapisan tanah, kedalaman, serta kondisi geologi setempat. Dari hasil laboratorium diperoleh parameter teknis penting berupa berat volume tanah (γ), nilai kohesi (c), dan sudut geser

dalam (ϕ) yang menentukan kekuatan geser tanah. Kombinasi data ini kemudian digunakan untuk memodelkan lereng dalam kondisi aktual sehingga menghasilkan gambaran kuantitatif mengenai

stabilitas lereng. Seluruh parameter tersebut dirangkum dalam Tabel 2 dan Tabel 3, yang menjadi dasar untuk simulasi dan evaluasi faktor keamanan lereng pada tahap awal penelitian.

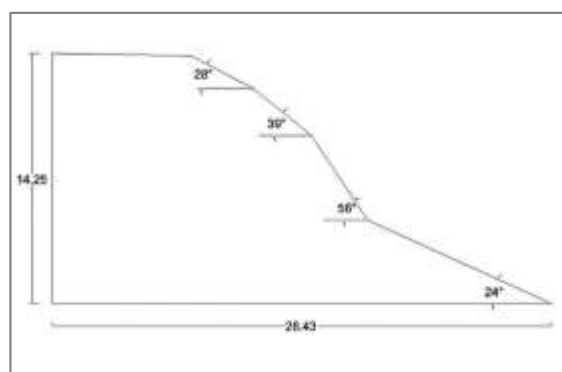
Tabel 2. Data Borlog 1 Gumitir

Koordinat Borlog : Tinggi muka air tanah : 18 m dibawah permukaan tanah				Properti Indeks		Direct Shear Test	
Lapisan	Kedalaman (M)	Jenis Tanah	Warna Visual	Berat Isi (gr/cm ³)	Kadar Air (%)	Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser (°)
1	2	Pasir kelanauan dengan kerikil	Coklat	0,884	75,64	0,31	16
2	4	Pasir kelanauan dengan kerikil	Coklat	0,771	86,07	0,25	21
3	6	Pasir kelanauan dengan kerikil	Coklat	0,834	79,31	0,21	23
4	8	Pasir kelanauan dengan kerikil	Coklat	0,902	71,29	0,29	18
5	10	Lanau kepasiran dengan lempung	Coklat	0,837	79,65	0,33	14
6	12	Pasir kelanauan dengan kerikil	Coklat	0,997	60,53	0,27	20
7	14	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat kuning	0,91	71,71	0,36	11
8	16	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat kuning	0,887	71,69	0,34	13
9	18	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat kuning	0,986	64,98	0,32	15
10	20	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat merah	1,144	50,1	0,37	10

Tabel 3. Data Borlog 2 Gumitir

Koordinat Borlog : Tinggi muka air tanah : 18 m dibawah permukaan tanah				Properti Indeks		Direct Shear Test	
Lapisan	Kedalaman (M)	Jenis Tanah	Warna Visual	Berat Isi (gr/cm ³)	Kadar Air (%)	Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser (°)
1	2	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat	0,952	60,08	0,23	20
2	4	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat	0,879	68,7	0,36	10
3	6	Lanau dengan pasir dan lempung	Coklat	0,859	67,33	0,29	15
4	8	Pasir dan lanau dengan lempung	Coklat	0,966	49,48	0,29	15
5	10	Pasir dan lanau dengan lempung	Coklat	1,076	41,55	0,27	16
6	12	Lanau dan pasir	Coklat	0,072	36,55	0,2	19
7	14	Lanau dan pasir	Coklat	0,843	66,05	0,28	16
8	16	Lanau kelempungan dengan pasir	Coklat	1,173	38,55	0,34	9
9	18	Lanau kelempungan dengan pasir	Coklat kuning	1,367	35,44	0,35	11
10	20	Pasir dan lanau dengan lempung	Coklat kuning	1,628	23,93	0,32	14
11	22	Lanau dengan pasir dan lempung padat	Coklat	1,459	27,93	0,25	18
12	24	Lanau dengan pasir dan lempung padat	Coklat	1,538	23,91	0,27	17
13	26	Lanau dengan pasir dan lempung padat	Coklat	1,635	23,2	0,33	13
14	28	Lanau dengan pasir dan lempung padat	Coklat	1,513	22,46	0,34	12
15	30	Pasir dan lanau dengan lempung	Coklat	1,735	16,99	0,3	15

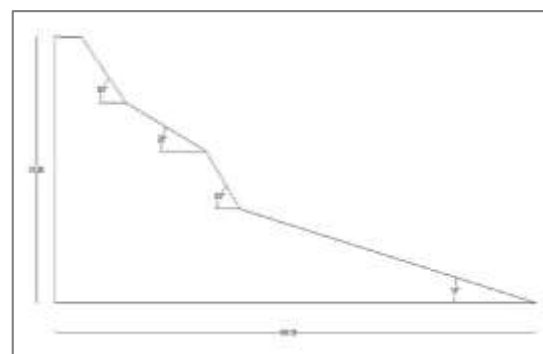
Data yang diperoleh dari pengukuran total station digambarkan menggunakan AutoCad. Hasil penggambaran geometri lereng Gumitir 1 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Penggambaran Geometri Lereng Gumitir 1

Hasil pengukuran lereng Gumitir 1 menunjukan tinggi lereng 14,25 meter dengan panjang lereng

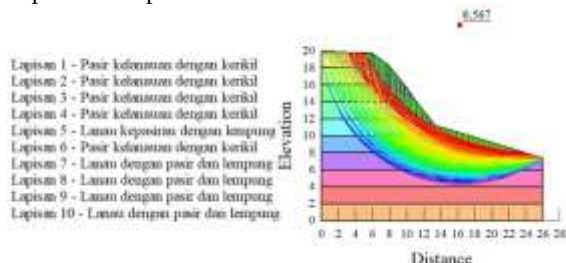
28,43 meter. Sudut kemiringan lereng bervariasi antara 24 derajat hingga 56 derajat. Sedangkan pada lereng Gumitir 2 menunjukkan tinggi lereng 23,90 meter dengan panjang lereng 54,19 meter. Lereng Gumitir 2 memiliki sudut kemiringan antara 14 derajat hingga 54 derajat. Geometri lereng Gumitir 2 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Penggambaran Geometri Lereng Gumitir 2

3.2 Pemodelan Stabilitas Lereng

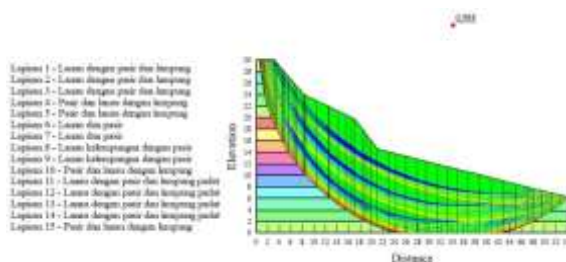
Pemodelan lereng dibuat dengan beberapa lapisan tanah sesuai dengan kedalaman borlog. Data tanah borlog 1 memiliki kedalaman 20 meter dengan pengujian lapisan setiap 2 meter. Sehingga borlog 1 memiliki 10 lapisan tanah. Setiap lapisan tanah digambarkan dengan warna yang berbeda. Pemodelan stabilitas lereng dengan data borlog 1 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pemodelan stabilitas lereng titik borlog 1

Hasil pemodelan menunjukkan dilihat garis kelongsoran yang digambarkan dengan garis melengkung berwarna merah, kuning, hijau, biru muda dan biru tua. Garis tipis vertikal berwarna hitam menunjukkan irisan fallensius dalam pemodelan ini. Berdasarkan hasil pemodelan tanah yang telah dilakukan, nilai faktor keamanan pada lereng Gunitir 1 dengan data borlog 1 adalah 0,567.

Data borlog 2 memiliki kedalaman 30 meter dengan pengujian setiap 2 meter sehingga memiliki 15 lapisan tanah. Pemodelan stabilitas lereng dengan data borlog 2 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Pemodelan stabilitas lereng titik borlog 2

Berdasarkan hasil pemodelan tanah yang telah dilakukan, ditemukan bahwa nilai faktor keamanan memiliki nilai 0,567 dan 0,988. Nilai safety faktor kurang dari 1,2 maka lereng termasuk dalam keadaan yang sangat rentan mengalami keruntuhan. Tingkat kestabilan lereng diklasifikasikan berdasarkan berbagai faktor keamanan sesuai dengan klasifikasi pergerakan tanah yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 13-7124-2005).

Temuan ini menunjukkan bahwa daerah dengan stabilitas lereng rendah biasanya diklasifikasikan memiliki kerentanan longsor yang tinggi. Lereng dengan stabilitas rendah rentan terhadap tanah

longsor karena lereng yang tidak stabil tidak dapat mendukung material di atasnya (Liu et al., 2024) Penelitian lain menunjukkan bahwa tanah kohesi rendah dan lereng curam membahayakan stabilitas, terutama selama hujan lebat, yang menyebabkan kejenuhan tanah meningkat, mengurangi kohesi, dan mengurangi kekuatan daya dukung (T. Li et al., 2024) Demikian pula, daerah dengan aliran air yang buruk atau permukaan air tanah yang tinggi lebih rentan karena tekanan tambahan pada struktur lereng (Bosslerelle et al., 2022)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pemodelan yang telah dilakukan, stabilitas lereng di wilayah rawan longsor di Gunitir, Banyuwangi, sangat rentan terhadap longsor. Hasil analisis menggunakan aplikasi GeoStudio menunjukkan nilai faktor keamanan (Safety Factor/SF) lereng kurang dari 1,2. Hal ini menunjukkan bahwa lereng sangat rentan mengalami keruntuhan.

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah intensitas curah hujan, sifat tanah seperti kohesi dan sudut geser, serta geometri lereng itu sendiri. Lereng dengan nilai SF rendah memerlukan perhatian khusus, baik dari pemerintah maupun masyarakat setempat, untuk meningkatkan langkah mitigasi dan kesiapsiagaan bencana. Pemodelan stabilitas lereng ini dapat membantu dalam merencanakan strategi pencegahan dan mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi risiko longsor di daerah-daerah serupa.

REFERENSI

- Amalia, I. (2022). PEMETAAN ZONA RAWAN LONGSOR PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI TANGGUL, WILAYAH KECAMATAN KENCONG, KABUPATEN JEMBER.
- Batar, A. K., & Watanabe, T. (2021). Landslide susceptibility mapping and assessment using geospatial platforms and weights of evidence (WoE) method in the Indian himalayan region: Recent developments, gaps, and future directions. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/ijgi10030114>
- Bosserelle, A. L., Morgan, L. K., & Hughes, M. W. (2022). Groundwater Rise and Associated Flooding in Coastal Settlements Due To Sea-Level Rise: A Review of Processes and Methods. *Earth's Future*, 10(7), 1–26. <https://doi.org/10.1029/2021EF002580>
- Chodór, J., Kukielfka, L., Chomka, G., Bohdal, Ł., Patyk, R., Kowalik, M., Trzepieciński, T., & Radchenko, A. M. (2023). Using the FEM Method in the Prediction of Stress and Deformation in the Processing Zone of an

- Elastic/Visco-Plastic Material during Diamond Sliding Burnishing. *Applied Sciences* (Switzerland), 13(3). <https://doi.org/10.3390/app13031963>
- Hapsari, A. P., & Lastiasih, Y. (2024). Comparison of Limit Equilibrium Method (LEM) 2D on Safety Factor and Embankment Reinforcement. *Journal of Infrastructure & Facility Asset Management*, 6(0), 77–92. <https://doi.org/10.12962/jifam.v6i0.19966>
- Jamalludin, Sudarti, & Wachju Subchan. (2021). Potensi Potensi longsor gunung gumitir sebagai dampak pengalihan fungsi lahan menjadi perkebunan kopi. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 11(2). <https://doi.org/10.37630/jpm.v11i2.469>
- Li, J., Wang, X., Jia, H., Liu, Y., Zhao, Y., Shi, C., Zhang, F., & Wang, K. (2021). Assessing the soil moisture effects of planted vegetation on slope stability in shallow landslide-prone areas. *Journal of Soils and Sediments*, 21(7). <https://doi.org/10.1007/s11368-021-02957-4>
- Li, T., Gong, W., Zhu, C., & Tang, H. (2024). Stability evaluation of gentle slopes in spatially variable soils using discretized limit analysis method: a probabilistic study. *Acta Geotechnica*. <https://doi.org/10.1007/s11440-024-02289-w>
- Liu, X., Shao, S., & Shao, S. (2024). Landslide susceptibility zonation using the analytical hierarchy process (AHP) in the Great Xi'an Region, China. *Scientific Reports*, 14(1), 1–19. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53630-y>
- Mauladana, Y. F. (2023). *Penentuan nilai ambang hujan sebagai pemicu tanah longsor dengan pendekatan empiris di gumitir*.
- Meena, S. R., & Nachappa, T. G. (2019). Impact of spatial resolution of digital elevation model on landslide susceptibility mapping: A case study in Kullu valley, Himalayas. *Geosciences* (Switzerland), 9(8). <https://doi.org/10.3390/geosciences9080360>
- Siregar, C. A., Nuggraha, H. R., Azhar, G. A., & Warlina, D. (2024). Slope Stability Analysis Using Plaxis & Slope/W (Case Study: Bagbagan-Jampangkulon Road Section STA 8+400, STA 8+200, and STA 13+000). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1321(1), 0–13. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1321/1/012031>
- Toderaş, M., & Filatiev, M. (2021). Slopes stability analysis from Rosia Poieni open pit mine, Romania. *MATEC Web of Conferences*, 342, 02005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134202005>
- Yang, Z., Ding, X., Liu, X., Wahab, A., Ao, Z., Tian, Y., Bang, V. S., Long, Z., Li, G., & Ma, P. (2024). Slope Deformation Mechanisms and Stability Assessment under Varied Conditions in an Iron Mine Waste Dump. *Water* (Switzerland), 16(6). <https://doi.org/10.3390/w16060846>
- Yoshihara, N., Matsumoto, S., Umezawa, R., & Machida, I. (2022). Science of the Total Environment Catchment-scale impacts of shallow landslides on stream water chemistry. *Science of the Total Environment*, 825, 153970. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153970>
- Zhang, Q., Yu, H., Li, Z., Zhang, G., & Ma, D. T. (2020). Assessing potential likelihood and impacts of landslides on transportation network vulnerability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 82(xxxx), 102304. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102304>