

**Studi Stabilitas Bangunan Pengendali Longsor STA 0+080 ROW 22
Bukit Melia, Citra Indah City Bogor*****Stability Study of Landslide Control Structure STA 0+080 ROW 22
Bukit Melia, Citra Indah City, Bogor*****Leica Nurlailita¹, Moh Abduh^{2*}, Ernawan Setyono³**

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil-Fakultas Teknik-Universitas Muhammadiyah Malang, Indonesia
Alamat korespondensi: Jl. Raya Tlogomas 246 Malang
email: ²abduh@umm.ac.id; ³ernawan_s@umm.ac.id

Abstract

Landslides, also known as mass movements of soil, rocks, or a combination of both, frequently occur on natural or man-made slopes. This natural phenomenon seeks a new equilibrium due to disturbances or factors that influence and cause a reduction in shear strength and an increase in shear stress within the soil. Landslides occur due to soil movement. The landslide event at ROW 22 Bukit Melia, Citra Indah City, Bogor, with a slope height of 8.5 meters, necessitates a study on landslide control structures. The design calculations are determined by the slope stability value. The planning of landslide control structures offers alternative solutions, such as the use of geotextiles or the installation of micropiles. The required geotextile type STABILENKA 1000/100 involves using 6 layers with a width of 2 meters (3 layers) spanning 8 meters, 1 meter (2 layers) spanning 7.75 meters, and 0.5 meters (1 layer) spanning 7.5 meters, according to the slope height of 8.5 meters and the landslide area length of 22 meters. The alternative use of micropiles involves 5 piles with a span distance of 2 meters, using micropiles with specifications of 30 x 30 cm. The use of geotextiles and the micropile formation can provide a safety factor that meets the requirements, especially with the transverse direction micropile formation playing a crucial role.

Keywords: *Landslide; Slope Stability; Geotextile; Micropile*

Abstrak

Peristiwa tanah longsor atau dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasi keduanya, sering terjadi pada lereng-lereng alam atau buatan, merupakan fenomena alam untuk mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat geser serta peningkatan tegangan geser tanah. Longsor terjadi karena adanya gerakan tanah. Peristiwa longsor pada ROW 22 Bukit Melia Citra Indah City Bogor dengan tinggi lereng 8,5 m memerlukan studi tentang bangunan pengendali longsor. Perhitungan perencanaan ditentukan dengan nilai stabilitas lereng. Dengan adanya perencanaan bangunan pengendali longsor dengan alternatif pilihan berupa penggunaan geotekstil atau pemasangan mikropile. Kebutuhan geotekstil tipe STABILENKA 1000/100 menggunakan 6 lapis dengan lebar 2 m (3 lapis) bentang 8 m, 1 m (2 lapis) bentang 7,75 m, dan 0,5 m (1 lapis) bentang 7,5 sesuai ketinggian lereng yaitu 8,5 m dan panjang bidang longsor 22 m. Sedangkan alternatif penggunaan mikropile dengan jumlah 5 pile dan jarak bentang 2 m, spesifikasi yang digunakan adalah mikropile 30 x 30 cm. Penggunaan geotekstil dan formasi mikropile dapat memberikan nilai keamanan yang memenuhi terutama formasi mikropile terhadap arah melintang sangat menentukan.

Kata Kunci: Longsor; Stabilitas Lereng; Geotekstil; Mikropile

PENDAHULUAN

Peristiwa tanah longsor atau dikenal sebagai gerakan massa tanah, batuan atau kombinasi keduanya, sering terjadi pada

lereng-lereng alam atau buatan, sebenarnya merupakan fenomena alam karena alam mencari keseimbangan baru akibat adanya gangguan atau faktor yang mempengaruhi dan menyebabkan terjadinya pengurangan kuat

Please cite this article as:

Nurlailita, L., Abduh, M., & Setyono, E. (2023). Studi Stabilitas Bangunan Pengendali Longsor STA 0+080 ROW 22 Bukit Melia, Citra Indah City Bogor. *Media Teknik Sipil*, 21(1), 11-17.
<https://doi.org/10.22219/jmts.v21i1.36030>

geser serta peningkatan tegangan geser tanah (Amarasinghe et al., 2024). Longsor terjadi karena adanya gerakan tanah. Gerakan tanah adalah proses perpindahan massa tanah atau batuan dengan arah tegak, mendatar atau miring terhadap kedudukan semula karena pengaruh air (Igwe & Fukuoka, 2015), gravitasi dan beban yang bekerja di atasnya, serta faktor lingkungan sekitar (Agustin & Sudardja, 2021). Fenomena jalan amblas dapat disebabkan oleh rendahnya kuat geser tanah berbentuk lereng, adanya peningkatan beban tambahan serta pengaruh muka air tanah (Mina et al., 2019).

Dinding penahan merupakan bangunan struktur yang berfungsi untuk memberikan dukungan lateral pada tanah atau batu. Dinding penahan tanah merupakan sebuah struktur yang didesain dan dibangun untuk menahan tekanan lateral tanah ketika terdapat perubahan dalam elevasi tanah yang melampaui sudut geser dalam tanah. Dalam beberapa kasus dinding penahan juga dapat mendukung beban vertikal. Beberapa contohnya adalah dinding basemen, abutment jembatan dan dinding penahan pada jalan. Dalam merencanakan dinding penahan tanah, harus memperhatikan letak geografis dan garis konturnya (Fernanda & Sungkar, 2024). Selain itu harus memperhitungkan data tanah yang diperoleh dari uji tanah di laboratorium. Dari data yang diperoleh diperhitungkan fase kestabilan lereng pada kondisi asli lereng dengan memperhitungkan potensi gempa di lokasi penelitian (Fernanda & Sungkar, 2024; Agustin & Sudardja, 2021).

Pada Jalan ROW 22 Bukit Melia Perumahan Citra Indah City terjadi penurunan tanah pada dua titik dengan bentang 68 m dan 83 m (Gambar 1). Jenis tanah pada longsor tersebut cenderung berjenis tanah lunak (Miao & Wang, 2021) sehingga menjadi alasan harus diberikan dinding penahan agar menopang beban pada jalan di atasnya (Igwe, 2015; Arefnia et al., 2020).

Dari gambaran kasus perlu dilakukan analisis dan kajian tentang perbaikan lereng tersebut sebagai alternatif dinding penahan tanah, sesuai dengan kondisi lokasi studi (Sandi et al., 2024). Tentu pemilihan alternatif harus efektif dan efisien, artinya memiliki kemudahan dalam pelaksanaannya serta, aman dan ekonomis, sehingga memberikan rasa aman kepada masyarakat yang tinggal di

lokasi studi maupun masyarakat yang menggunakan akses jalan tersebut.



Gambar 1 Kondisi Longsor

METODE PENELITIAN

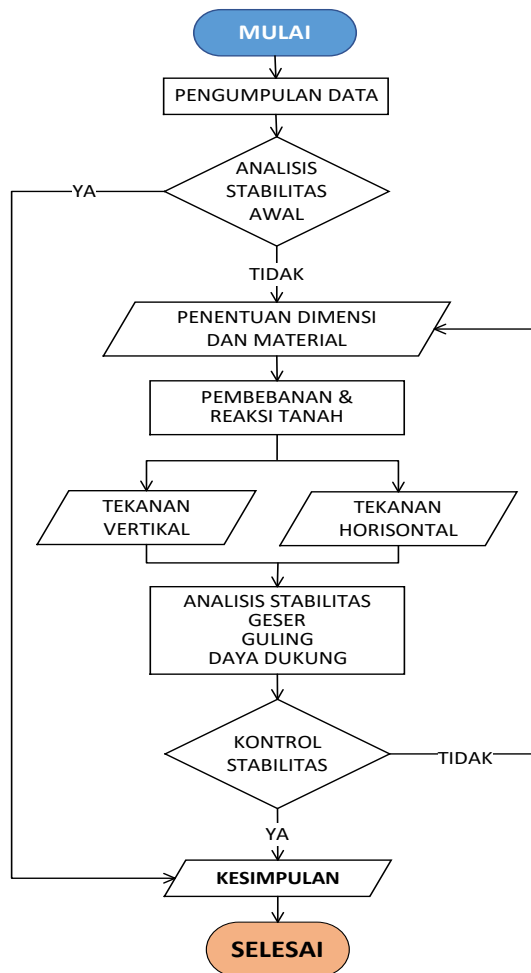
Metode yang digunakan dalam penelitian ini secara garis besar meliputi identifikasi masalah dengan melakukan pengumpulan data dari lokasi studi (Sandi et al., 2024; Wang et al., 2024; Zhang et al., 2024). Selanjutnya melakukan kajian dan analisa terhadap data yang diperoleh untuk mengetahui karakteristik dan sifat fisik tanah agar dapat diketahui dengan rinci nilai-nilai karakteristik tanah tersebut.

Berdasarkan data-data karakteristik tanah tersebut selanjutnya dapat dilakukan analisis mendalam terkait nilai keamanan stabilitas tanah dengan kondisi sesuai keadaan di lapangan tanpa perlakuan khusus. Tentu dengan tanpa perkuatan hasil yang diperoleh tidak aman seperti kondisi di lapangan yang terjadi longsor (Kang et al., 2021).

Dengan demikian selanjutnya melakukan perkuatan dengan 2 macam alternatif, dengan perkuatan geotekstil maupun perkuatan mikropile sesuai dengan konsep hipotesisnya (Vaniček et al., 2019; Jesmani et al., 2016). Pada tahap ini dilakukan uji coba dengan formasi yang bermacam-macam hingga mendapatkan nilai yang aman (Yang et al., 2022; Raouf et al., 2024).

Tentu memenuhi batas nilai keamanan saja tidak cukup, perlu memberikan manfaat dalam proses pelaksanaannya, yaitu mudah dan memungkinkan dilaksanakan serta memiliki nilai ekonomis.

Dalam proses penentuan model dan analisis desain yang akan dilakukan, perlu adanya pertimbangan-pertimbangan yang teliti dengan membandingkan dengan kasus-kasus yang pernah terjadi. Tahapan studi seperti diuraikan Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alur Penelitian

Geotekstil:

Tekanan horizontal terhadap fungsi kedalaman (z).

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2) \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \sigma_h &= \sigma_{hs} + \sigma_{hq} \\ &= K_a \cdot \gamma \cdot z + K_a \cdot q \end{aligned} \quad (2)$$

Jarak Vertikal Geotekstil (Sv) dengan ketinggian z

$$T_{allow} = \frac{T}{F_{Sib} \times F_{Scr} \times F_{Scd} \times F_{Sbd}} \quad (3)$$

$$S_v = \frac{T \cdot i_{jin}}{\sigma_h \cdot F_S} \quad (4)$$

Dengan T adalah kuat tarik maksimum geotekstil dan FSib, FSbd, FScr, FScd merupakan karakteristik geotekstil.

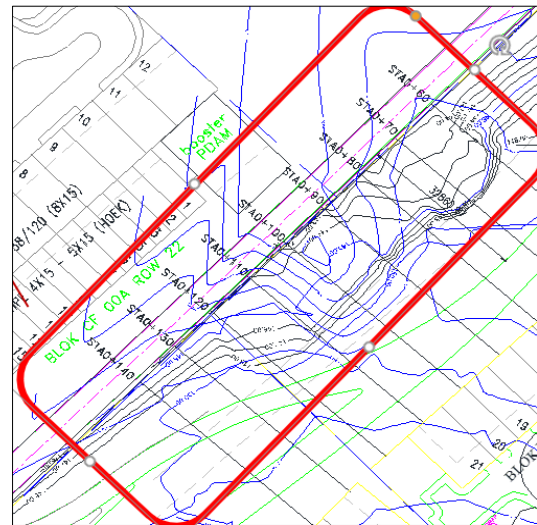
Menentukan panjang geotekstil:

$$L_e = \frac{S_v \cdot \sigma_h \cdot F_S}{2(C + \gamma Z \cdot \tan \delta)} \quad (5)$$

$$L_r = (H - z) \tan (45^\circ - \frac{10^\circ}{2}) \quad (6)$$

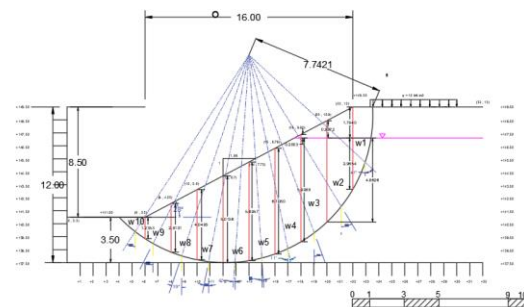
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil investigasi data di lokasi studi seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1, kondisi lokasi studi secara detail ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Layout Kondisi Awal Jalan

Adapun kondisi lereng di lokasi studi yang perlu ditinjau dan di analisis stabilitasnya adalah sebagai berikut;



Gambar 4. Analisis Stabilitas (Eksisting)

Tinjauan terhadap kondisi karakteristik tanah di lokasi studi berdasarkan analisis Gambar 4 diuraikan seperti pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Karakteristik Tanah

H (m)	C (kg/cm ²)	φ	qu (kg/cm ²)	γt (t/m ³)	γ dry (t/m ³)	Gs	eo
2.5-3.0	0.79		0.58	0.69	0.31	0.66	0.04
4.0-4.5	0.25	5	0.20	0.99	0.47	0.61	0.77
7.0-7.5	0.19	8	0.30	0.86	0.36	0.71	0.19
14.5-15.5	0.68		0.36	0.76	0.26	0.73	0.17

Berdasarkan data-data yang diuraikan di atas, selanjutnya dengan menggunakan sudut geser dalam (ϕ) 28° , nilai kohesi (c) 1.9 t/m^2 dan berat jenis tanah (γ_t) $1,69 \text{ t/m}^3$ maka hasil analisis tentang faktor keamanan (FK) pada kondisi normal adalah $0.787 < 1,5$ (Tidak Aman), pada kondisi gempa nilai FK $0.302 < 1,2$ (Tidak Aman).

Dari hasil perhitungan tersebut di atas, faktor keamanan yang diperoleh berada di bawah ambang aman sehingga kondisi lereng harus dilakukan perbaikan/perkuatan dengan merencanakan bangunan pengendali longsor.

Sesuai dengan hasil analisis terhadap kondisi eksisting di atas, selanjutnya dilakukan analisis penambahan perkuatan dengan dua alternatif yaitu menggunakan geotekstil dan mikropile.

Geotekstil

Berdasarkan data-data yang telah diuraikan di atas, tekanan horizontal dengan nilai tekanan aktif tanah (K_a) 0.36 dan tegangan tanah (σ_h) $5.97z + 3.6 \text{ (kN/m}^2\text{)}$.

Jarak Vertikal Geotekstil (S_v) dengan $z = 8,5 \text{ m}$, nilai $T_{allow} = 154,32 \text{ kNm}$, dan $S_v = 2,18 \text{ m}$ dibulatkan menjadi $2,20 \text{ m}$.

Dari hasil perencanaan digunakan geotextile sebanyak 6 lapis (Gambar 5).

Tabel 2. Hasil Perhitungan Nilai S_v

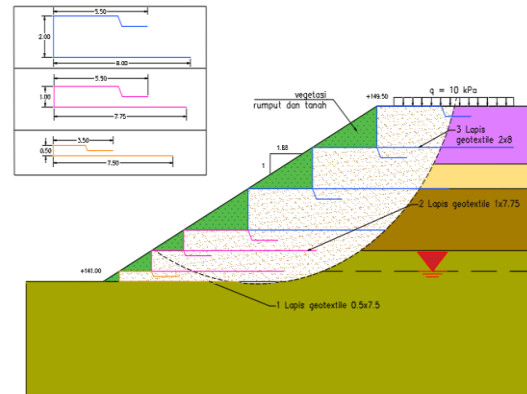
z (m)	sv (m)	Sv dipakai
8.35	1.43	200 cm
6.6	1.77	
5.35	2.15	
3.6	3.04	100 cm
2.35	4.33	
0.6	10.63	

Tabel 3. Panjang Geotekstil

Lapisan	Kedalaman (cm)		Jarak Geotekstil (cm)			
	z	Sv	Le	Lr	L	L _{pakai}
6	200	200	98.77	546	644.77	800
5	400	200	99.21	378	477.21	800
4	600	200	99.36	210	309.36	800
3	700	100	49.70	126	175.70	775
2	800	100	49.72	42	91.72	775
1 (dasar)	850	50	24.86	0	24.86	750

Berdasarkan Gambar 4, total gaya vertikal (W_i) $1230,32 \text{ kN}$ dan momen tahanan

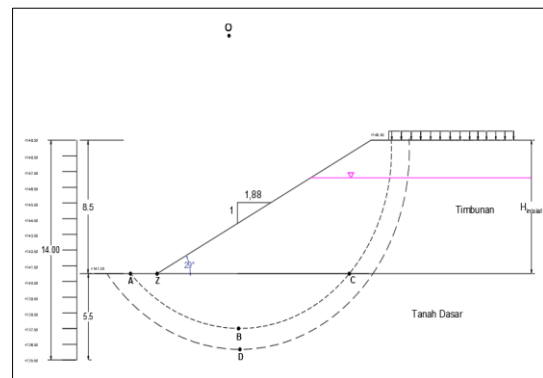
(M_r) $4747,32 \text{ kNm}$, sedangkan total gaya horizontal yang bekerja (H_i) $251,32 \text{ kNm}$ dan momen guling (M_o) $789,38 \text{ kNm}$. Dari hasil tersebut maka nilai $FR = 763,85 \text{ kN}$ dan nilai $FK (FR/W_i) = 3.04 > 3.00$ (Aman)



Gambar 5. Pemasangan Geotekstil

Mikropile

Dari data di atas model konstruksi yang direncanakan meliputi timbunan dengan lebar (B) 9 m dan tinggi timbunan (H) $8,5 \text{ m}$ dengan SF minimum (Gambar 6).



Gambar 6. Model Tinggi Timbunan (z)

- Koordinat dasar timbunan di titik z
 - $X_z = 4$
 - $Y_z = 3,5$
- Angka keamanan
 - $SF_{min} = 1,025$
- Jari-jari kelongsoran
 - $R = 20,75 \text{ m}$
- Koordinat pusat bidang longsor
 - $X_o = 12,7$
 - $Y_o = 18,68$
- Koordinat dasar bidang longsor
 - $X_c = 9,32$
 - $Y_c = 1,34$

- Koordinat batas longsor (titik A dan B)
 - Xa = 2,45
 - Ya = 3,5
 - Xb = 16,25
 - Yb = 3,5
- Momen penahan
 - MRmin = 20880 kNm
 - Lbid longsor = XB - XA = 13.8
 - SF Rencana = 1,5
- Koordinat dasar timbunan di titik z
 - Xz = 4
 - Yz = 3,5
- Angka keamanan
 - SF = 1,615
- Jari-Jari Kelongsoran
 - R1.2 = 13,12 m
- Koordinat pusat bidang longsor
 - Xo' = 13
 - Yo' = 18,73
- Koordinat dasar bidang longsor
 - Xd = 9,32
 - Yd = 0,34
- Momen Penahan:
 - MR1.2 = 37580 kNm

Perencanaan Mikropile

Dimensi :

bt = 30 cm

ht = 30 cm

fy' = 400 Mpa

fc' = 30 Mpa

D = 16 mm

φ = 8 mm

d' = 40 mm

Tulangan tarik 2 buah

Tulangan tekan 2 buah (praktis)

Jarak sengkang = 200 mm (praktis)

- Panjang mikropile (L)
 - La di atas bidang longsor: koordinat (Yz-Yc) = 3,5 - 1,34 = 2,16 m
 - Lb di bawah bidang longsor: koordinat (Yc - YD) = 1,34 - 0,34 = 1 m
 - Ltotal = La + Lb = 2,16 + 1 = 3,16 m
 - = 271,04 x $\left(\frac{12}{2} - \frac{3 \times 0,3}{2}\right)$
 - = 1504,32 tm ≥ My = 364,39 tm (sesuai)

Jumlah mikropile yang dibutuhkan:

Hinisial = 8,5 m

FKmin = 1,025

MRmin = 20880 kNm

R(jari-jari) = 20,75 m

SFrencana = 1,5

$$M \text{ dorong} = \frac{20880}{1,025} = 20370,372 \text{ kNm}$$

$$\Delta Mr = (MR_{rencana} - Mr_{min}) SF = (37580 - 20880) 1,5 = 25.050 \text{ kNm}$$

$$Fk = 2,007$$

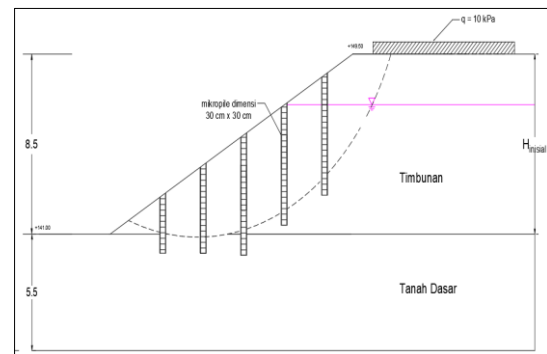
$$P_{max} = P \times Fk = 140,63 \times 2,007 = 4282,67 \text{ kN}$$

$$n = \frac{\Delta Mr}{(P_{maks} \times R)} = \frac{25.050}{(282,67 \times 20,75)} = 4,27 \sim 5 \text{ (bh) tiap meter}$$

Jarak antar mikropile

$$S = \frac{L \text{ bidang longsor}}{(n+1)} = \frac{13,8}{(5+1)} = 1,97 \text{ m}$$

$$= 2 \text{ m } A_s - A_s$$



Gambar 7. Skema Pemasangan Mikropile

Berdasarkan hasil analisis, kekuatan dengan menggunakan geotekstil dan mikropile dengan spesifikasi dan formasi pada Gambar 7 dapat meningkatkan faktor keamanan terhadap longsor sesuai yang diinginkan. yang terjadi di lereng lokasi studi.

Dengan dua alternatif kekuatan yang ditawarkan di atas masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan, namun sejauh ini berkaitan dengan proses pelaksanaan di lapangan lebih sangat dimungkinkan dengan menggunakan kekuatan mikropile, karena proses pelaksanaannya akan lebih sederhana dan memungkinkan dari mulai pengadaan dan waktu pelaksanaannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan telaah kasus yang terjadi di lokasi studi menunjukkan bahwa kondisi tanah yang merupakan tanah lunak tidak memungkinkan bilamana dilakukan hanya seperti apa adanya atau tidak ada kekuatan yang dilakukan. Dari hasil analisis stabilitas yang dilakukan pada

kondisi eksisting menegaskan bahwa pada kondisi gempa maupun normal hasil yang diperoleh tidak aman. Dengan melakukan perkuatan menggunakan geotekstil dan mikropile, hasil yang diperoleh berdasarkan perkuatan tersebut nilai keamanan yang diperoleh lebih tinggi dari batas yang diprasyarkan. Dari hasil tersebut kedua metode perkuatan yang dilakukan dapat digunakan. Rekomendasi yang diberikan terkait hasil analisis dan kondisi lokasi studi adalah direkomendasikan untuk melakukan perkuatan menggunakan mikropile. Mikropile direkomendasikan karena proses pelaksanaan di lapangan lebih sangat efektif dan proses pelaksanaannya akan lebih sederhana dan memungkinkan dari mulai pengadaan dan waktu pelaksanaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, R., & Sudardja, H. (2021). Desain Ulang Badan Jalan Dengan Geotekstil Sebagai Alternatif Peningkatan Stabilitas Lereng. *PROKONS Jurusan Teknik Sipil*, 15(1), 32. <https://doi.org/10.33795/prokons.v15i1.279>
- Amarasinghe, M. P., Kulathilaka, S. A. S., Robert, D. J., Zhou, A., & Jayathissa, H. A. G. (2024). Risk assessment and management of rainfall-induced landslides in tropical regions: a review. *Natural Hazards*, 120(3), 2179–2231. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-06277-3>
- Arefnia, A., Dehghanbanadaki, A., Kassim, K. A., & Ahmad, K. (2020). Stabilization of backfill using tda material under a footing close to retaining wall. *Geomechanics and Engineering*, 22(3), 197–206. <https://doi.org/10.12989/gae.2020.22.3.197>
- Fernanda, F., & Sungkar, M. (2024). Increase in Safety Factor Value in Existing Conditions and Reinforcement of Gabion Type Retaining Wall Pt. Medco E&P Malaka Block A. In Z. Ziana, R. Fikri, A. Salmannur, F. Apriandy, N. Abdullah, Z. Amalia, K. Iqbal, A. R. Kasuri, Y. Darma, E. Meilianda, M. Sungkar, M. Mubarak, J. Fisaini, C. N. Asyifa, L. Chaliqi, C. D. Refika, K. Putritami, & A. Putri (Eds.), *E3S Web of Conferences* (Vol. 476). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601014>
- Igwe, O. (2015). The compressibility and shear characteristics of soils associated with landslides in geologically different localities—case examples from Nigeria. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(8), 6075–6084. <https://doi.org/10.1007/s12517-014-1616-3>
- Igwe, O., & Fukuoka, H. (2015). The effect of water-saturation on the stability of problematic slopes at the Iva Valley area, Southeast Nigeria. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(5), 3223–3233. <https://doi.org/10.1007/s12517-014-1398-7>
- Kang, K.-H., Chao, W.-A., Yang, C.-M., Chung, M.-C., Kuo, Y.-T., Yeh, C.-H., Liu, H.-C., Lin, C.-H., Lin, C.-P., Liao, J.-J., Chang, J.-M., Ngui, Y.-J., Chen, C.-H., & Tai, T.-L. (2021). Strengthening the rigidity of landslide materials measured by seismic interferometry. *Remote Sensing*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/rs13142834>
- Miao, H., & Wang, G. (2021). Effects of clay content on the shear behaviors of sliding zone soil originating from muddy interlayers in the Three Gorges Reservoir, China. *Engineering Geology*, 294. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2021.106380>
- Mina, E., Fathonah, W., Desy, F., & Sari, C. (2019). ANALISIS STABILITAS DINDING PENAHAN TANAH UNTUK PERKUATAN TEBING BADAN JALAN SURADITA-KRANGGAN. In *Jurnal Fondasi* (Vol. 8).
- Nur, A. (n.d.). *STUDY ANALISA PERBANDINGAN DINDING PENAHAN TANAH TYPE BRONJONG DAN GEOTEKSTIL DENGAN TYPE KANTILEVER RUAS JALAN BATAS KOTA TENGGARONG-SP.3 SENONI-KOTA BANGUN STA. 3+500 PROVINSI KALIMANTAN TIMUR*.
- Sandi, D. M. N., Santoso, C. B., Erwanto, Z., & Istanto, K. (2024). Identification of Safety Factors and Soil Deformation Against Potential Landslide Hazard by Disturbed and Undisturbed Soil Boring

Sampling in Kandangan Village, Pesanggaran District, Banyuwangi Regency. In E. M. Nia & M. Awang (Eds.), *Lecture Notes in Civil Engineering* (Vol. 466, pp. 507–523). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH.
https://doi.org/10.1007/978-981-97-0751-5_46

Wang, D., Wang, Y., Li, G., Wang, L., Zhou, Z., Du, Y., & Ding, C. (2024). Identification of sliding surface and classification of landslide warning based on the integration of surface and deep displacement under normal distribution theory. *Geomechanics and Geophysics for Geo-Energy and Geo-Resources*, 10(1). <https://doi.org/10.1007/s40948-024-00836-z>

Zhang, R., Zhao, X., Dong, X., Dai, K., Deng, J., Zhuo, G., Yu, B., Wu, T., & Xiang, J. (2024). Potential Landslide Identification in Baihetan Reservoir Area Based on C-/L-Band Synthetic Aperture Radar Data and Applicability Analysis. *Remote Sensing*, 16(9). <https://doi.org/10.3390/rs16091591>

