

Analisis Pengaruh Kondisi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Dinamis Pada Lokasi Penambangan Nikel di Kabupaten Konawe Utara

La Ode Dzakir*, Rina Rembah, Sahrul Poalahi Salu, Arif, Syahrul, Suwarto Sunandar, Isramyano Yatjong, Rizki Kumalasari, Nurfasiaha, Hasriyanti

Prodi Teknik Pertambangan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka,

**E-mail: laodedzakir@usn.ac.id*

SARI

Stabilitas lereng merupakan faktor kritis dalam operasi penambangan nikel, dan sangat ditentukan oleh karakteristik fisik dan karakteristik mekanik tanah, geometri lereng, keadaan air tanah, serta getaran. Studi ini meneliti dampak muka air tanah terhadap stabilitas lereng dinamis, dengan fokus khusus pada zona limonit serta zona saprolit, serta stabilitas lereng secara keseluruhan. Analisis stabilitas lereng dalam studi ini dilakukan menggunakan Metode Keseimbangan Batas dengan bantuan perangkat lunak Slide. Temuan studi menunjukkan bahwa kondisi air tanah memiliki pengaruh yang substansial terhadap stabilitas lereng secara keseluruhan. Seiring peningkatan muka air tanah pada lereng laterit, stabilitas lereng menurun, sehingga lebih rentan terhadap ketidakstabilan. Sebaliknya, penurunan muka air tanah menyebabkan peningkatan stabilitas lereng.

Kata kunci: dinamis, kestabilan, lereng, air tanah

How to Cite: Dzakir, L. O., Rimba, R., Salu, S.P., Arif, Syahrul, Sunandar, S., Yatjong, I., Kumalasari, R., Nurfasiaha, Hasriyanti. 2024. Analisis Pengaruh Kondisi Muka Air Tanah Terhadap Kestabilan Lereng Dinamis pada Lokasi Penambangan Nikel di Kabupaten Konawe Utara. Jurnal Geomine, 12 (1): 1-9.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Phone:

+6285299961257

+6281241908133

Article History:

Submit December 17, 2023

Received in from January 13, 2024

Accepted March 26, 2024

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



ABSTRACT

Slope stability is a crucial factor in nickel mining operations, and it is predominantly influenced by the physical and mechanical properties of the soil, slope geometry, groundwater conditions, and dynamic forces such as vibrations. This study examines the effect of groundwater levels on the dynamic stability of slopes, with a specific focus on the limonite and saprolite zones, as well as the overall slope stability. The stability analysis was conducted using the Limit Equilibrium Method, supported by the Slide software. The findings of this study demonstrate that groundwater conditions significantly impact the overall stability of the slopes. An increase in the groundwater level on laterite slopes leads to a reduction in slope stability, making the slope more prone to failure. In contrast, a decrease in groundwater levels results in improved slope stability.

Keywords: *dynamic, stability, slope, groundwater*

PENDAHULUAN

Bencana longsor yang terjadi pada lereng di beberapa perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan mengakibatkan perusahaan mengalami kerugian besar karena kegiatan produksi penambangan terhambat oleh material longsor di area penambangan (Marief dkk, 2022; Sidiq, Zakaria, & Mulyo, 2017)). Kasus longsor pada lereng tersebut menyebabkan pihak perusahaan harus lebih memperhatikan kondisi kestabilan lereng pada area penambangan agar produktivitas penambangan bijih nikel dapat berjalan dengan baik dan lancar (Sudinda, 2020). Selain merupakan faktor yang mendukung peningkatan produksi penambangan, kestabilan lereng pada area kerja juga sangat berperan untuk meningkatkan keamanan dan keselamatan pekerja serta peralatan yang digunakan dalam aktivitas penambangan (Sukardi dan Hariyadi, 2021).

Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi kondisi kestabilan lereng pada area penambangan antara lain; kondisi muka air tanah, kondisi struktur pada tanah laterit dan kondisi beban statis pada lereng tambang dan kondisi beban dinamis pada lereng (Dzakir, 2023; Nataniel, Salu, & Dzakir, 2024).). Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk melihat pengaruh kondisi muka air tanah terhadap kondisi keamanan lereng pada kondisi dinamis. Untuk mengetahui pengaruh muka air tanah terhadap keamanan lereng tambang pada penelitian ini, maka akan dilakukan analisis menggunakan *Limit Equilibrium Method*.

Penelitian ini menawarkan inovasi signifikan dalam pengembangan analisis stabilitas lereng di daerah pertambangan nikel di Kabupaten Konawe Utara. Meskipun banyak penelitian sebelumnya telah membahas pengaruh muka air tanah terhadap stabilitas lereng secara umum, hanya sedikit yang secara khusus meneliti pengaruh muka air tanah terhadap lereng dinamis di lokasi pertambangan nikel. Lebih lanjut, penelitian ini berfokus pada analisis menggunakan Metode Keseimbangan Batas (*Limit Equilibrium Method/LEM*), yang dianggap lebih efektif dalam menghitung stabilitas lereng di bawah kondisi beban dinamis yang sering ditemui dalam kegiatan pertambangan.

Hal baru lain yang disajikan dalam penelitian ini adalah penilaian kondisi air tanah di lokasi pertambangan nikel di Konawe Utara, yang memiliki karakteristik geologi dan hidrogeologi yang berbeda dari lokasi pertambangan nikel lainnya di Indonesia. Penelitian ini juga mengintegrasikan efek dinamis getaran yang dihasilkan oleh peralatan pertambangan berat dan peledakan terhadap stabilitas lereng, yang jarang dibahas dalam penelitian sebelumnya di sektor ini. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor ini secara komprehensif, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi baru untuk meningkatkan pengetahuan tentang stabilitas lereng di daerah pertambangan, serta memberikan rekomendasi praktis yang dapat

digunakan untuk mengurangi risiko tanah longsor dan meningkatkan keselamatan kerja di tambang.

METODOLOGI PENELITIAN

Survey dan Pengambilan Sampel

Kegiatan survey dan pengambilan sampel dilakukan di salah satu perusahaan yang melakukan aktivitas penambangan bijih nikel di daerah Langgikima, Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.

Pengujian Sampel

Sampel yang diperoleh di lapangan selanjutnya diuji di laboratorium mekanika tanah. Adapun kegiatan pengujian yang dilakukan adalah:

1. Pengujian propertis tanah
Pengujian propertis tanah laterit dilakukan untuk memperoleh data berupa densitas kering (ρ_d) dan densitas jenuh (ρ_s) material tanah laterit (Kumalasari, 2023).
2. Pengujian karakteristik mekanik tanah
Pengujian karakteristik mekanik yang dilakukan dalam studi ini yaitu pengujian kuat geser tanah. Pengujian kuat geser tanah bertujuan untuk memperoleh data berupa kohesi (c) serta sudut geser dalam (ϕ) (Dzakir, 2023).

Pengumpulan Data

Berikut adalah data-data yang diperoleh untuk melakukan analisis kestabilan lereng pada area penambangan nikel di kecamatan Langgikima:

1. Ukuran Geometri Lereng Tambang

Tabel 1. Hasil pengukuran geometri lereng

No	Tinggi Lereng Tunggal (m)	Lebar Lereng Tunggal (m)	Kemiringan Lereng Tunggal ($^\circ$)
1	4	2	60



Gambar 1. Titik Pengukuran Geometri Lereng di Lapangan

2. Data propertis tanah laterit
Dari hasil pengujian propertis material tanah laterit di laboratorium untuk mengetahui propertis material tanah laterit diperoleh data sebagai berikut:



Tabel 2. Hasil pengujian propertis material tanah laterit

No	Jenis Material	Densitas Jenuh (ρ_s) (kN/m^3)	Densitas Kering (ρ_d) (kN/m^3)
1	Limonit	14,22	7,85
2	Saprolit	12,75	6,96

3. Data karakteristik mekanik

Setelah dilakukan pengujian kuat geser tanah laterit dilaboratorium diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil pengujian karakteristik mekanik material tanah laterit

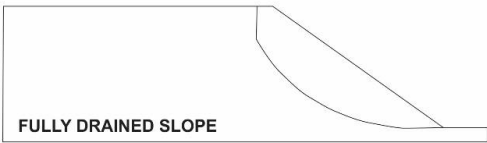
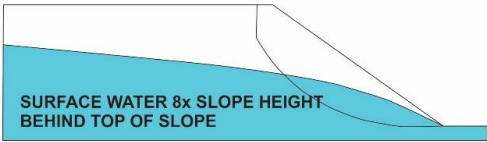
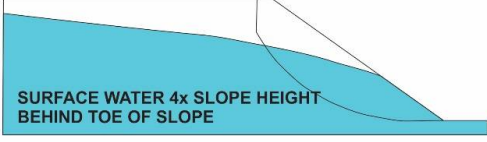


No	Jenis Material	Kohesi (c) (kN/m^2)	Sudut Geser dalam (ϕ) (...°)
1	Limonit	34,32	27,98
2	Saprolit	36,28	29,36

4. Data beban dinamis

Beban dinamis mengacu pada gaya yang dialami lereng akibat getaran, yang dapat disebabkan oleh operasi mesin berat, aktivitas peledakan, atau getaran karena gempa bumi. Menurut Rocscience (2023), koefisien seismik tipikal umumnya antara 0,1 hingga 0,3. Berdasarkan justifikasi penulis sebagai ahli geoteknik, nilai koefisien seismik 0,2 digunakan dalam analisis, berdasarkan nilai koefisien seismik rata-rata yang disarankan oleh Rocscience.

5. Data kondisi muka air tanah

Dalam studi ini, kondisi air tanah didasarkan pada ketinggian muka air tanah seperti yang didefinisikan oleh Hook dan Bray pada tahun 1981. Dalam analisis ini, simulasi akan dilakukan untuk merepresentasikan kondisi air tanah, mengikuti tingkat yang diuraikan dalam grafik 1 hingga 5. Grafik-grafik ini menggambarkan berbagai skenario air tanah yang akan digunakan untuk menilai dampak berbagai ketinggian muka air tanah terhadap stabilitas lereng, memberikan pandangan komprehensif tentang bagaimana kondisi ini memengaruhi stabilitas keseluruhan lereng yang sedang dipelajari.

GROUNDWATER FLOW CONDITION	CHART NUMBER
 <p>FULLY DRAINED SLOPE</p>	1
 <p>SURFACE WATER 8x SLOPE HEIGHT BEHIND TOP OF SLOPE</p>	2
 <p>SURFACE WATER 4x SLOPE HEIGHT BEHIND TOE OF SLOPE</p>	3
 <p>SURFACE WATER 2x SLOPE HEIGHT BEHIND TOP OF TOE</p>	4
 <p>SATURATED SLOPE SUBJECTED TO HEAVY SURFACE RECHARGE</p>	5

Gambar 2. Modifikasi Kondisi Muka air tanah menurut Hook and Bray, 1981 (Andriyan dkk, 2018)

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan Metode Keseimbangan Batas dengan bantuan perangkat lunak Slide. Penggunaan perangkat lunak ini bertujuan untuk menyederhanakan analisis dampak kondisi air tanah terhadap stabilitas lereng di daerah pertambangan nikel Langgikima, Sulawesi Tenggara.

Kriteria stabilitas yang diterapkan dalam penelitian ini mengikuti pedoman yang diberikan oleh Bowles pada tahun 1989.

Tabel 4. Kriteria kestabilan menurut Bowles, 1989

No	Faktor Keamanan (FK)	Kondisi Lereng	Keterangan
1	$FK < 1,07$	Biasa Terjadi Longsor pada Lereng	Labil
2	$1,07 < FK < 1,25$	Pernah Terjadi Longsor pada Lereng	Kritis
3	$FK > 1,25$	Longsor Jarang Terjadi	Stabil

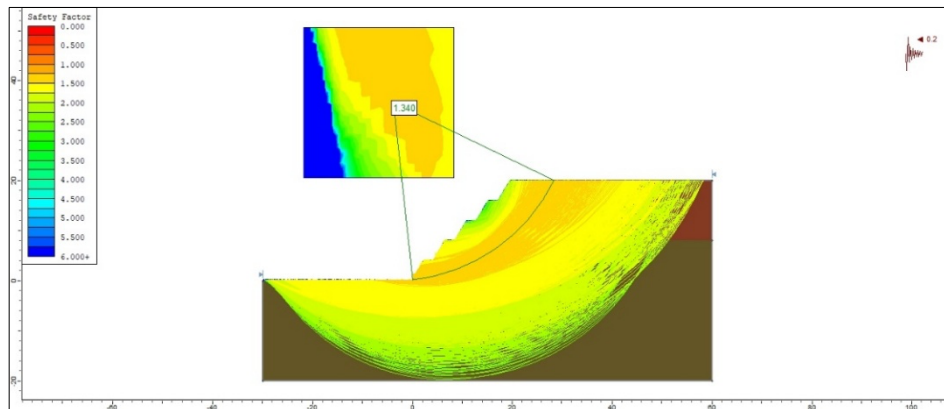
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kestabilan lereng berdasarkan kondisi muka air tanah seperti yang dinyatakan oleh Hook and Bray (1981) adalah sebagai berikut:



Chart Number 1

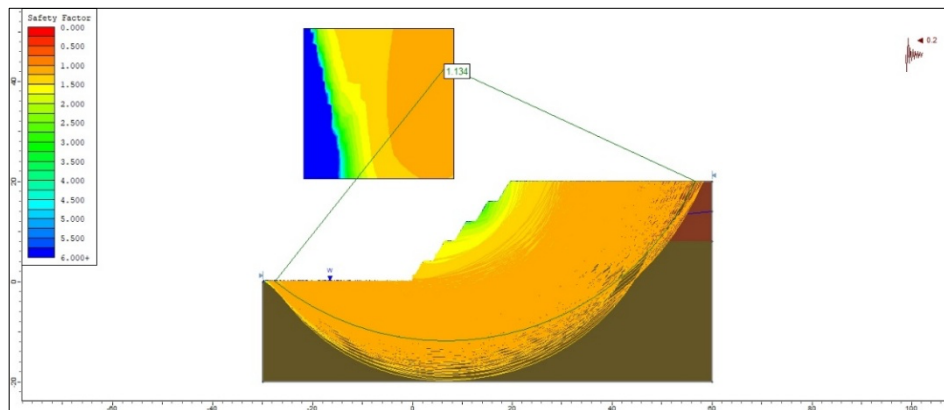
Hasil analisis kestabilan lereng pada kondisi kering menunjukkan bahwa nilai faktor keamanan lereng adalah 1,340. Menurut Bowles (1989), nilai faktor keamanan sebesar 1,340 untuk keseluruhan lereng menunjukkan bahwa lereng tersebut dianggap aman dan stabil. Nilai ini berada dalam kisaran yang dapat diterima, yang menegaskan bahwa lereng tersebut cukup stabil dalam kondisi kering dan tidak berisiko mengalami kegagalan.



Gambar 3. Hasil analisis kestabilan lereng pada kondisi kering

Chart Number 2

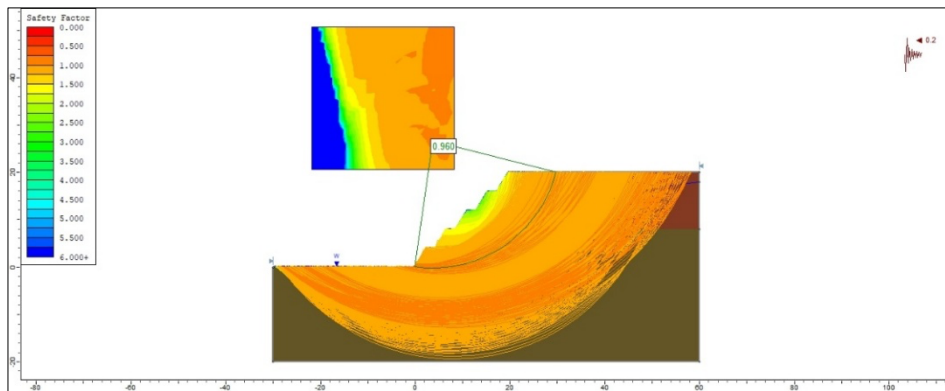
Hasil analisis kestabilan lereng dengan kondisi muka air tanah yang sesuai dengan grafik nomor 2 menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 1,134. Menurut Bowles (1989), nilai faktor keamanan sebesar 1,134 untuk keseluruhan lereng dianggap kritis. Hal ini menunjukkan bahwa lereng berada pada ambang ketidakstabilan, dan peningkatan lebih lanjut pada permukaan air tanah berpotensi menyebabkan kegagalan.



Gambar 4. Hasil analisis kestabilan lereng dengan kondisi muka air tanah sesuai dengan grafik nomor 2 menurut Hook dan Bray, 1981

Chart Number 3

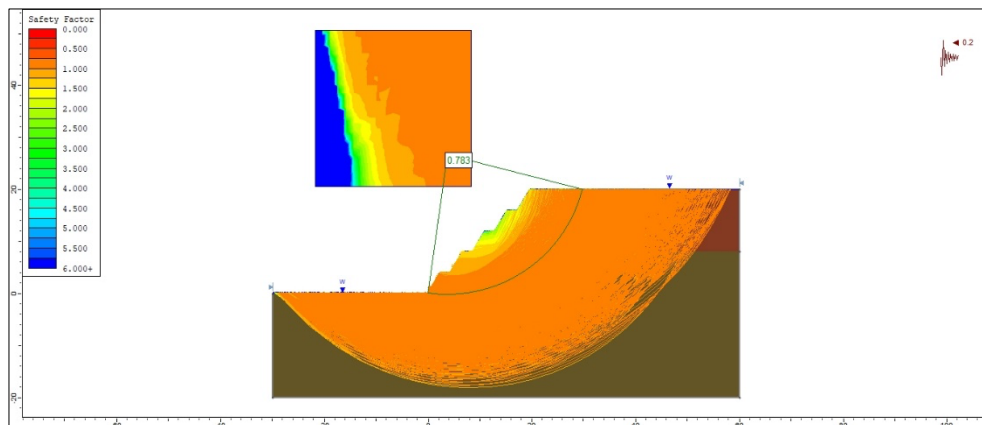
Hasil analisis kestabilan lereng dengan kondisi muka air tanah sesuai dengan grafik nomor 3 menunjukkan nilai faktor keamanan lereng sebesar 0,960. Menurut Menurut Bowles tahun 1989, nilai faktor keamanan 0,960 untuk lereng keseluruhan (*overall slope*) adalah labil.



Gambar 5. Hasil analisis kestabilan lereng dengan kondisi muka air tanah sesuai *dengan chart number 3* Hook and Bray, 1981

Chart Number 4

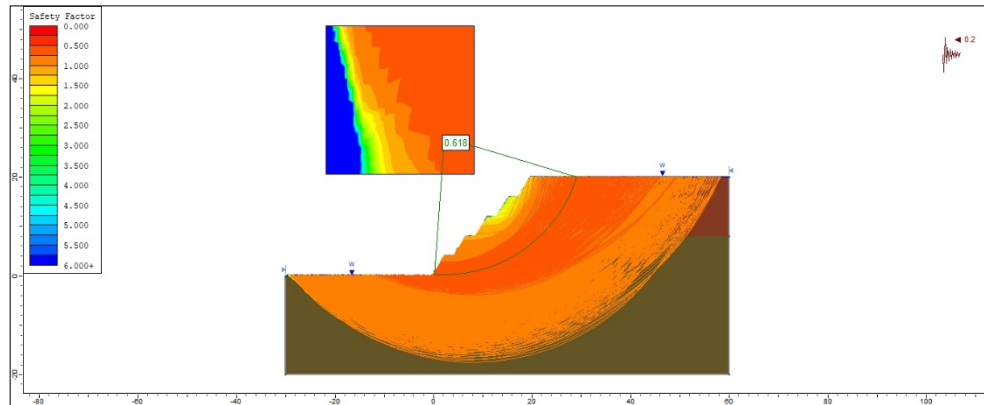
Hasil analisis stabilitas lereng di bawah kondisi air tanah yang sesuai dengan grafik nomor 4 menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 0,783. Menurut Bowles (1989), faktor keamanan sebesar 0,783 untuk lereng secara keseluruhan dianggap tidak stabil. Hal ini menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi ketidakstabilan kritis, di mana faktor keamanan berada di bawah ambang batas yang dapat diterima untuk stabilitas. Lereng rentan terhadap kegagalan dalam kondisi ini, dan setiap perubahan tambahan, seperti peningkatan permukaan air tanah atau tekanan eksternal, berpotensi menyebabkan ketidakstabilan yang signifikan.



Gambar 6. Hasil analisis kestabilan lereng dengan kondisi muka air tanah sesuai *dengan chart number 4* Hook and Bray, 1981

Chart Number 5

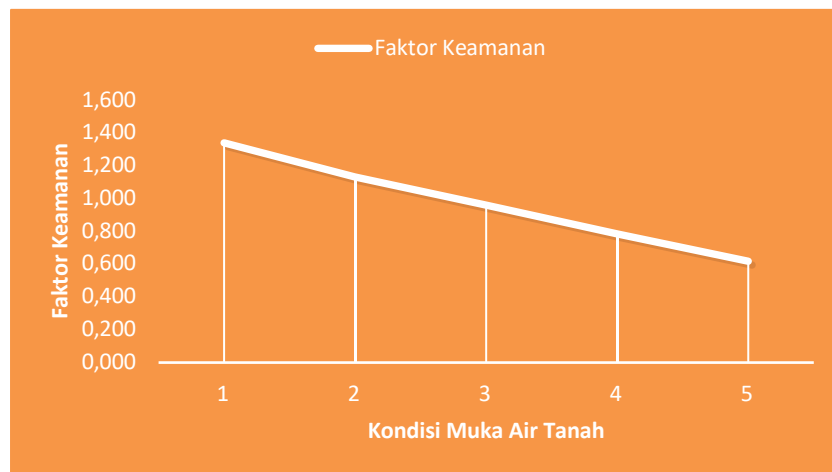
Hasil analisis stabilitas lereng di bawah kondisi air tanah yang sesuai dengan grafik nomor 5 menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 0,618. Menurut Bowles (1989), faktor keamanan 0,618 untuk lereng secara keseluruhan dianggap tidak stabil. Nilai ini berada di bawah ambang batas minimum untuk stabilitas, menunjukkan bahwa lereng sangat rentan terhadap kegagalan di bawah kondisi air tanah ini. Faktor keamanan yang rendah tersebut menunjukkan bahwa lereng berada dalam kondisi tidak aman dan dapat mengalami ketidakstabilan yang signifikan jika faktor eksternal, seperti peningkatan permukaan air tanah atau beban tambahan tidak diperhitungkan.



Gambar 7. Hasil analisis kestabilan lereng dengan kondisi muka air tanah sesuai dengan *chart number 5* Hook and Bray, 19814

Tabel 4. Rangkuman Hasil Analisis Kestabilan Lereng berdasarkan kondisi muka air tanah

Chart Number	Kondisi Muka Air Tanah	Faktor Keamanan
1	Lereng yang Dikeringkan Sepenuhnya	1,340
2	Permukaan Air 8x Tinggi Lereng Di Belakang Puncak Lereng	1,134
3	Permukaan Air 4x Tinggi Kemiringan Di Belakang Kaki Lereng	0,960
4	Permukaan Air 2x Tinggi Kemiringan Di Belakang Ujung Jari Kaki Lereng	0,783
5	Kemiringan Jenuh yang Dikenakan Pengisian Ulang Permukaan Berat	0,618



Gambar 8. Grafik Hubungan Muka Air Tanah dengan FK Lereng

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa semakin tinggi muka air tanah yang terdapat pada lereng tambang maka akan semakin besar pula potensi ketidakstabilan yang akan terjadi pada lereng tanah laterit, begitu pula sebaliknya semakin rendah muka air tanah (kering) maka semakin rendah potensi ketidak stabilan pada lereng.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kondisi air tanah di lereng memainkan peran penting dalam menentukan stabilitas keseluruhan lereng. Ketika permukaan air tanah naik di lereng laterit, hal itu secara signifikan mengurangi stabilitas lereng,

membuatnya lebih rentan terhadap ketidakstabilan (kurang stabil). Di sisi lain, ketika permukaan air tanah lebih rendah, lereng menjadi lebih stabil, karena berkurangnya kandungan air dalam tanah meningkatkan kekuatan dan kohesinya, sehingga meningkatkan stabilitas keseluruhannya. Hal ini menyoroti pentingnya pemantauan dan pengelolaan permukaan air tanah untuk memastikan keselamatan dan stabilitas lereng pertambangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh tim atas dukungan dan kontribusi yang tak ternilai selama proses penelitian ini. Tanpa bantuan, kerja keras, dan dedikasi setiap anggota tim, penelitian ini tidak akan mungkin terlaksana dan tidak akan mencapai hasil yang begitu sukses. Kami sangat menghargai semua upaya yang telah dilakukan, baik dalam pengumpulan dan analisis data, maupun dalam memberikan masukan berharga yang sangat membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyan, S.H., Hirnawan, F., Yuliadi, Y. 2018. Stabilisasi Optimal Lereng Timbunan Overburden pada Area Disposal PT Insani Baraperkasa Tambang Loa Janan, Provinsi Kalimantan Timur Dengan Rekayasa Geoteknik. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 4 (2): 391-397.
- Dzakir, L.O., Rembah, R., Salu, S.P., Kadar, M.I. 2023. Pengaruh Koefisien *Seismic Load* Terhadap Faktor Keamanan Lereng Pada Penambangan Nikel Di Kecamatan Palangga Selatan Kabupaten Konawe Selatan. *Mining Science and Technology Journal*, 2 (1): 82-90.
- Kumalasari, R., Dzakir, L.O., Hariono, H., Amir, M.K., Dullah, N.K., 2023. Studi Perbandingan dan Hubungan Antara Densitas dan Kuat Tekan Tanah Laterit pada Lapisan Limonit dan Saprolit di Area Penambangan Nikel di Kecamatan Lasolo. *Jurnal Geomine*, 11(1): 64-72.
- Marief, A. A., Hediando, H., Okviyani, N., Mahyuni, E.T., Affan, A. 2022. Analisis Stabilitas Lereng Tambang Batubara dengan Menggunakan Metode Limit Equilibrium pada PT. Kalimantan Prima Nusantara. *Jurnal Geoecebes*, 6 (2): 117 -125.
- Nataniel, W., Salu, S.P., Dzakir, L.O. (2024). Desain Geometri Disposal Untuk Kegiatan Penataan Kembali Bekas Penambangan Pit Bukit 20 Pada PT. Putra Mekongga Sejahtera Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 97-104.
- Razak, S., Kusumaningsih, D. A. 2023. Analisis Kestabilan *Heap Leach Pad* Berdasarkan Jumlah Material Yang Dapat Ditampung Pada Proyek Tambang Xx, Jawa Barat. *Mining Science and Technology Journal*, 2 (1): 39-53.
- Seismic Load* data diperoleh melalui situs internet: <https://www.roscience.com/help/slide2/documentation/slide-model/loading/seismic-load> Diakses pada tanggal 29 Maret 2023 pukul 13.00 Wita,
- Sidiq, M. I., Zakaria, Z., & Mulyo, A. (2017). Rancangan Terasering untuk Stabilisasi Lereng pada Tambang Nikel Laterit. *Geoscience Journal*, 1(2), 172-182.
- Sudinda, T. W. 2020. Analisis Kestabilan Lereng pada Lokasi Tambang Batubara Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Alami*, 4 (2): 96 – 104.
- Sukardi, P., Hariyadi, S. 2021. Kajian Kestabilan Lereng Penambangan Batubara pada. Pit. 1 PT. Indomas Karya Jaya (IKJ) Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*, 27 (1): 14-23.