

Rancangan Teknis Stabilitas Lereng Tambang Batuan Trass PT Tambang Batuan Trass Desa Kupa Kabupaten Barru

Ramli^{1*}, Hedianto², A.Al'Faizah Ma'rief², Enni Try Mahyuni²

1. Teknik Geologi, Universitas Bosowa

2. Teknik Pertambangan, Universitas Bosowa

*Email ramli.geologi@universitasbosowa.ac.id

SARI

Kestabilan lereng pada area penambangan batuan trass merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan, khususnya pada bagian jenjang lereng atau bench dalam pit, yang berfungsi sebagai area kerja untuk proses pengambilan material atau ore getting. Tujuan dari penelitian ini adalah: 1) Untuk menganalisis kestabilan lereng pit yang aman dengan mempertimbangkan sifat fisik dan mekanik tanah penyusun lereng Blok Penambangan PT. Prima Karya Manunggal menggunakan metode Bishop Simplified, dan 2) Untuk merancang geometri lereng tambang yang aman guna meminimalkan potensi longsor yang bisa merugikan pihak perusahaan. Penelitian ini dilakukan di PT. Prima Karya Manunggal yang terletak di Desa Kupa, Kecamatan Mallusetasi, Kabupaten Barru, Provinsi Sulawesi Selatan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif, di mana penulis melakukan survei geologi, pengukuran topografi, dan pengambilan sampel batuan serta tanah. Data yang diperoleh kemudian dianalisis di laboratorium untuk menentukan sifat fisik dan mekanik material tersebut. Berdasarkan hasil simulasi kestabilan lereng dengan menggunakan metode kesetimbangan batas (Bishop Simplified), yang mempertimbangkan sifat fisik dan mekanik tanah penyusun lereng di Blok Penambangan PT. Prima Karya Manunggal, dengan batuan Trass pada sudut lereng 45°, tinggi jenjang 5 meter, dan lebar lereng minimal 10 meter, masih dianggap aman untuk digunakan dalam desain lereng tunggal pada pit. Untuk lereng tunggal dengan kemiringan rendah hingga tinggi, nilai faktor keamanan (FK) minimum yang diperlukan adalah 1,1, dengan persentase kestabilan PL antara 25-50%, yang memenuhi ketentuan $FK \geq 1$.

Kata kunci: Kestabilan lereng, metode *Bishop Simplified*, Geometri Lereng, Faktor Keamanan.

How to Cite: Ramli, Hedianto, Ma'rief, A.A., dan Wahyuni, E.T. Rancangan Teknis Stabilitas Lereng Tambang Batuan Trass PT Tambang Batuan Trass Desa Kupa Kabupaten Barru. Jurnal Geomine, 12 (3): 270-281.

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 October 12, 2024

Received in from November 23, 2024

Accepted December 10, 2024

Available online

Lisensec By:

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



ABSTRACT

Slope stability at the trass rock mining site is a crucial aspect that must be considered, especially at the slope level or bench in the pit as a work location area for material collection or ore getting. The goals of this study are 1) To assess the safe pit slope based on the physical and mechanical properties of the soil that make up the Mining Block slope at PT. Prima Karya Manunggal using the Bishop Simplified method, and 2) To design a safe mining slope geometry that minimizes the risk of landslides that could negatively impact the company. This research was carried out at PT. Prima Karya Manunggal, located in Kupa Village, Mallusetasi District, Barru Regency, South Sulawesi Province. The research employs a quantitative approach, in which the author conducted geological surveys, topographic measurements, and collected samples of rock and soil, with the data then analyzed in a laboratory to determine the physical and mechanical properties of the materials. The findings, based on slope stability simulations using the limit equilibrium method (specifically the Bishop Simplified method), reveal that for the Trass rock type, a slope angle of 45° , a bench height of 5 meters, and a minimum slope width of 10 meters, the slope is still considered safe for designing a single slope in the Pit. For a low single slope, the minimum required factor of safety (FK) is 1.1, and the permissible PL with the condition $FK \geq 1$ ranges from 25% to 50%.

Keyword: *Slope stability, Bishop Simplified method, Slope Geometry, Safety Factor*

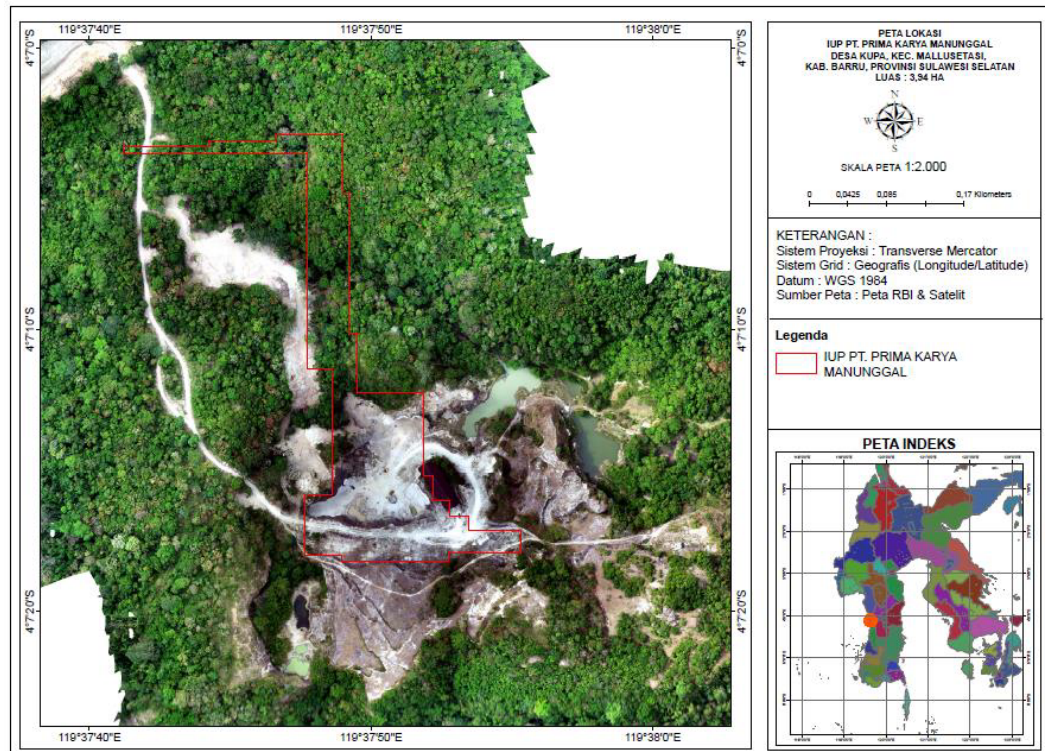
PENDAHULUAN

Masalah kestabilan lereng pada area penambangan batuan trass merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan, terutama pada bagian jenjang lereng atau bench yang digunakan sebagai lokasi kerja untuk proses pengambilan material. (Zuhri & Cahyono, 2020). Mengingat bahwa geometri lereng tidak bersifat permanen dan akan terus berubah seiring dengan kemajuan penambangan, perhitungan faktor keamanan pada lereng harus dilakukan sesuai dengan ketentuan (Hedianto et al., 2023).

Batu trass, yang dikenal karena sifat fisiknya yang unik dan aplikasinya yang luas dalam industri konstruksi, berpotensi menghadapi tantangan serius terkait kestabilan lereng (Saputra et al., 2022). Dalam konteks penambangan, kondisi geoteknik lereng harus dievaluasi secara mendalam untuk mengurangi risiko kelongsoran dan memastikan keselamatan operasional (Ramadhani et al., 2024). Kegiatan penambangan yang dilakukan di lokasi dengan geometri lereng yang tidak stabil dapat mengakibatkan kerugian material, penundaan produksi, serta risiko keselamatan bagi para pekerja (Aripin et al., 2022). Oleh karena itu, perancangan yang cermat dan penerapan prinsip-prinsip geoteknik yang tepat menjadi sangat penting (Agustiarini & Permata Wijaya, 2021).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan model stabilitas lereng yang lebih efektif dengan memperhitungkan berbagai faktor geoteknikal yang memengaruhi kestabilan, seperti sudut lereng, jenis tanah, dan kondisi hidrogeologi. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memperdalam pemahaman tentang stabilitas lereng pada batuan trass, tetapi juga untuk memberikan rekomendasi praktis yang dapat diterapkan dalam perencanaan dan pelaksanaan penambangan. Melalui analisis yang komprehensif, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan praktik penambangan yang lebih aman dan berkelanjutan.

Lokasi penelitian terletak di PT. Tambang Batuan Trass di Desa Kupa Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan. Dengan luas wilayah operasi produksi mencapai 3.94 Ha.



Gambar 1. Lokasi Tambang PT. Tambang Batuan Trass

METODE PENELITIAN

Metode penelitian untuk rancangan teknis stabilitas lereng tambang batuan trass melibatkan serangkaian langkah sistematis yang bertujuan untuk mengevaluasi dan merancang kestabilan lereng dengan akurasi tinggi. Berikut adalah penjelasan detail mengenai metode yang akan digunakan:

Studi Literatur

Studi literatur menjadi tahap pertama dalam penelitian ini, di mana dilakukan pencarian dan kajian terhadap referensi-referensi yang relevan. untuk mengumpulkan informasi terkait teori dan praktik yang telah ada mengenai stabilitas lereng, terutama yang berkaitan dengan batuan trass. Hal ini mencakup analisis dari jurnal, buku, dan dokumen teknis yang relevan. Penelitian ini juga akan mencakup tinjauan terhadap standar dan pedoman yang berlaku, seperti yang diatur dalam Kepmen ESDM (Oktarina & Sutriyono, 2022).

Pengumpulan Data Lapangan

Setelah memahami dasar teori, langkah selanjutnya adalah melakukan pengumpulan data lapangan. Ini meliputi:

- **Survei Geologi:** Mengidentifikasi jenis batuan, struktur geologi, dan kondisi geoteknik di lokasi tambang.
- **Pengukuran Topografi:** Melakukan pemetaan topografi untuk mendapatkan informasi mengenai kemiringan lereng dan konfigurasi permukaan tanah.
- **Sampling Tanah dan Batuan:** Mengambil sampel dari berbagai kedalaman untuk analisis laboratorium guna menentukan sifat fisik dan mekanik material.



Gambar 2. Pengambilan Sampel Batuan Trass di Tambang PT. Tambang Batuan Trass

Analisis Laboratorium

Sampel yang diambil akan diuji di laboratorium untuk mendapatkan informasi mendalam

tentang karakteristik material, termasuk:

- Uji Kekuatan Geser: Menentukan kohesi dan sudut geser internal.
- Uji Sifat Fisik: Memahami kondisi fisik dari setiap material



Gambar 3. Pengujian Sifat Mekanik dan Sifat Fisik Batuan Trass PT. Tambang Batuan Trass

Modeling dan Simulasi

Dengan data yang diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan dan simulasi kestabilan lereng menggunakan perangkat lunak geoteknik (Park et al., 2013). Metode analisis yang umum digunakan meliputi:

- Metode Keseimbangan Batas (Limit Equilibrium Method): Digunakan untuk menghitung faktor keamanan lereng dengan menganalisis gaya dan momen yang berpengaruh pada lereng.

Evaluasi dan Rekomendasi

Hasil dari analisis akan dievaluasi untuk menentukan kondisi stabilitas lereng. Jika faktor keamanan berada di bawah standar yang ditetapkan, langkah-langkah perbaikan akan direkomendasikan. Rekomendasi ini bisa mencakup:

- Perubahan Desain Lereng: Menyesuaikan sudut lereng agar lebih aman.

HASIL PENELITIAN

Analisis Jenis Litologi (Batuan) Lokasi Penelitian

Di lokasi penelitian terdapat berbagai jenis material vulkanik, termasuk breksi vulkanik dan batuan trass. Batuan trass ini merupakan hasil perubahan dari batuan vulkanik yang telah mengalami proses pelapukan. Secara megaskopis, batuan ini memiliki warna putih, struktur yang tidak berlapis, tekstur klastik, dan kemasan yang tertutup. Jenis batuan ini menjadi komponen utama dalam area penyelidikan dan merupakan bagian dari Formasi Anggota Batuan Gunungapi Camba. Formasi ini terdiri dari tufa halus, tufa pasir, serta lapili dan breksi vulkanik yang berselingan, dan di beberapa lokasi juga ditemukan fragmen batu gamping.



Gambar 4. Singkapan Batuan Breksi Vulkanik dan Batuan Trass yang terdapat pada daerah penelitian.

Laboratorium pengujian tanah menggunakan satu contoh batuan yaitu jenis material batuan Trass yang merupakan target utama material penambangan dengan ketebalan rata-rata 20 meter. Sedangkan material breksi vulkanik yang merupakan material overburden dengan ketebalan rata-rata 2- 5 meter akan di potong ditempatkan sebagai

materialimbunan dan material disposal. Uji laboratorium di lakukan untuk mengetahui Sifat fisik dan mekanik tanah diuji di Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang Makassar untuk memperoleh data yang diperlukan.

Sifat Fisik Tanah

Sifat fisik tanah merujuk pada karakteristik yang berkaitan dengan komponen penyusun massa tanah tersebut. Pengujian terhadap sampel tanah dilakukan untuk mengukur beberapa parameter, seperti kadar air (*moisture content*), berat volume (*unit weight*), berat jenis (*specific gravity*), Batas Cair (*Liquid Limit*), Batas Plastis (*Plastic Limit*), dan Analisis Saringan (*Sieve Analysis*).

Pengujian sifat fisik tanah ini mengikuti standar yang ditetapkan oleh ASTM dan SNI, yang telah disarankan untuk digunakan di laboratorium. Melalui pengujian ini, diperoleh data yang menggambarkan sifat fisik tanah yang relevan.

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis batuan

No	Parameter	Standar	Nilai
1	Kadar Air (<i>Mousture Content</i>) %	ASTM D 2216-98	45,64
2	Berat Volume (<i>Unit Weight</i>) gr/cm ³	ASTM D 2216-98, AASHTOT 9268	1,18
3	Bera Jenis (<i>Specivic Grafity</i>) Gs	SNI 1964 : 2008/ ASTM D.854 - 00/ AASHTO T.100	2,07
4	Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>) % • Batas Cair (LL) • Batas Plastis (PL) • Indeks Plastis (PI)	SNI 03-1967- 1990 ASM D - 4318	0

Pengujian Sifat Mekanik Tanah

Pengujian sifat mekanik tanah dilakukan dengan mengukur kuat geser langsung dan kuat tekan bebas. Uji kuat geser langsung bertujuan untuk menentukan nilai kohesi dan sudut geser dalam dari sampel yang diuji. Sementara itu, uji kuat tekan bebas digunakan untuk mengukur tegangan aksial maksimum yang dapat ditahan oleh material sebelum mengalami kerusakan akibat gaya tekan yang diterapkan.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat mekanik batuan

No	Parameter	Standar	Nilai
1	Unconfined Compression Test	ASTM D-1833 / AASHTO T-180/ T -183	0,37
2	Direct Shear Test	Kohesi kg/cm ² Degree 0°	0,00 20,45

Stabilitas Lereng Eksisting

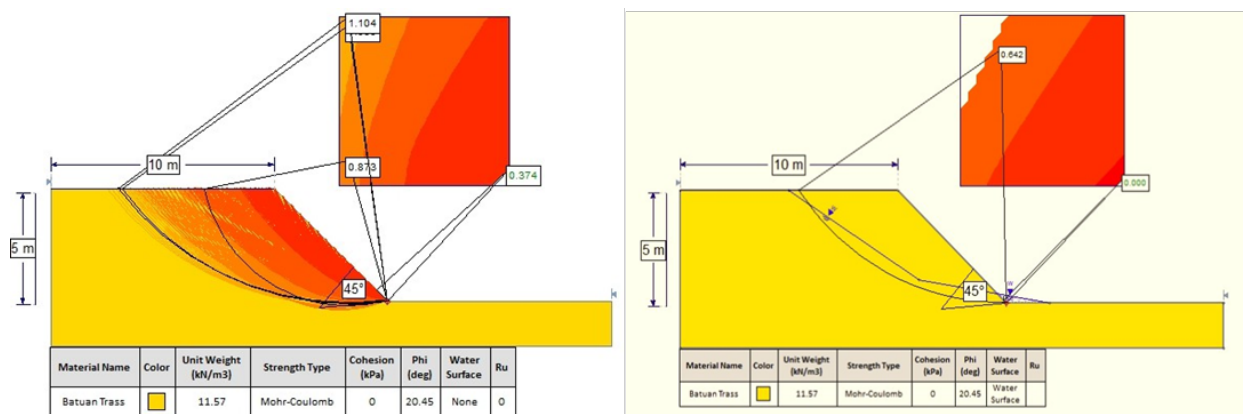
Faktor Keamanan (FK) pada Kondisi Lereng Tidak Jenuh dan Jenuh:

Penentuan faktor keamanan dilakukan untuk kondisi lereng yang tidak jenuh dan jenuh air, dengan tujuan untuk menganalisis perbedaan stabilitas lereng yang dipengaruhi oleh keberadaan air permukaan atau tanah. Hasil dari analisis ini menunjukkan adanya perbedaan

signifikan dalam nilai faktor keamanan, yang mengindikasikan perlunya pengelolaan dan pengaturan air permukaan secara efektif.

Tabel 3. Faktor keamanan kondisi Unsaturated dan saturated

Lereng	Litologi	Slope Jenjang (°)	Faktor Keamanan (FK) Metode <i>Bishop</i> <i>Simplified</i>		Faktor Keamanan Lereng dalam Kepmen 1827 K/30 MEM/2018, Hal 56	Rekomendasi
			Saturated	Unsaturat ed		
Pit Trass	Batuan Trass	45°	1,104	0,64	Minimal 1,1	Untuk mencapai stabilitas lereng yang aman dengan FK 1,1 maka kegiatan penambangan harus menggunakan tinggi jenjang 5 meter dan lebar Lereng minimal 10 meter dan slope lereng 45°



Gambar 5. Faktor keamanan dalam kondisi saturated dan Unsaturated

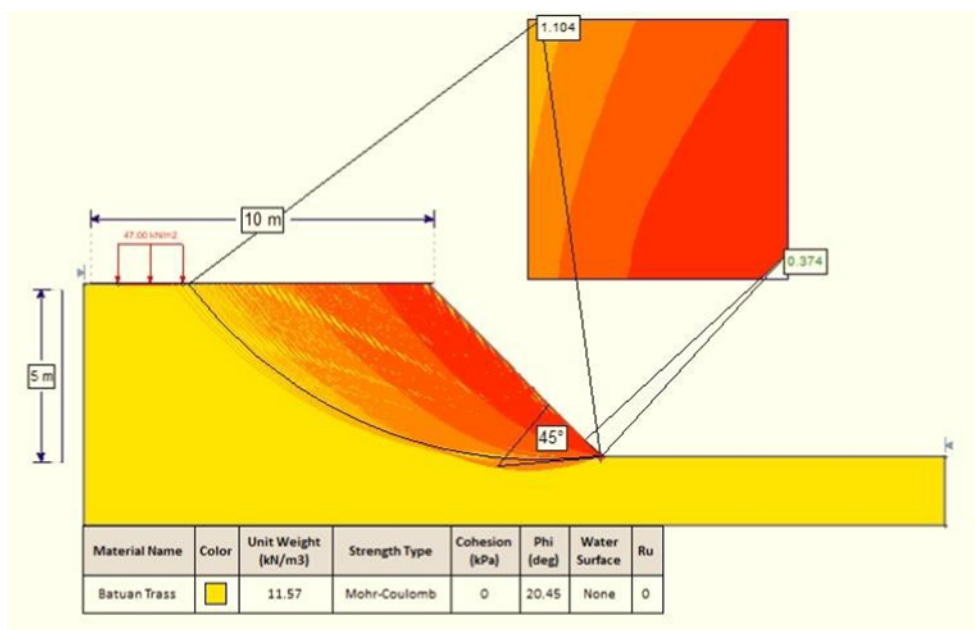
Faktor Keamanan (F) pada Kondisi Tidak Jenuh dengan Beban Kendaraan Tambang

Distribusi beban sangat penting untuk menentukan kekuatan maksimum suatu lereng (Pratama et al., 2022). Sebagai contoh, keberadaan alat berat seperti excavator yang beroperasi di atas lereng dapat menambah beban yang diterima, di samping beban yang berasal dari Kestabilan lereng dipengaruhi oleh geometri lereng serta jenis tanah yang membentuknya.. Untuk sudut lereng 45 derajat, dengan tinggi jenjang 5 meter dan lebar lantai penambangan

minimal 10 meter, kondisi ini masih dianggap aman untuk merancang lereng tunggal pada pit, karena nilai faktor keamanan (FK) saat beban excavator terdistribusi adalah 47 kN/m². Nilai FK pada kondisi tidak jenuh dan jenuh dengan tambahan beban alat berat adalah sama, asalkan alat tersebut berada pada radius ≥ 7 meter dari tepi bench. Namun, hasil pengujian menunjukkan bahwa jika alat berada dalam radius < 7 meter (antara 1 hingga 6 meter), kondisi lereng menjadi tidak aman dengan nilai FK di bawah 1,1, yaitu sebesar 0,873. Oleh karena itu, disarankan agar posisi alat saat beroperasi tetap berada pada radius ≥ 7 meter dari tepi bench untuk menjaga keamanan lereng.

Tabel 4. Faktor keamanan pada saat penambahan beban peralatan tambang

Lereng	Slope Jenjang (°)	Faktor Keamanan n (FK) <i>Metode Bishop Simplified</i>	Faktor Keamanan Lereng dalam Kepmen 1827 K/30 MEM/2018, Hal 56	Rekomendasi
Pit Trass	45	1,104	Minimal 1,1	Untuk mencapai stabilitas lereng yang aman dengan FK 1,1 maka kegiatan penambangan harus menggunakan tinggi jenjang 5 meter dan lebar Lereng minimal 10 meter dan slope lereng 45°. Posisi alat saat menambang minimal radius 7 meter dari pinggir bench. Pada saat kondisi musim penghujan sebaiknya tidak melakukan kegiatan penambangan, kondisi jenuh air lereng dalam kondisi tidak aman.



Gambar 6. Faktor keamanan dengan penambahan beban peralatan tambang

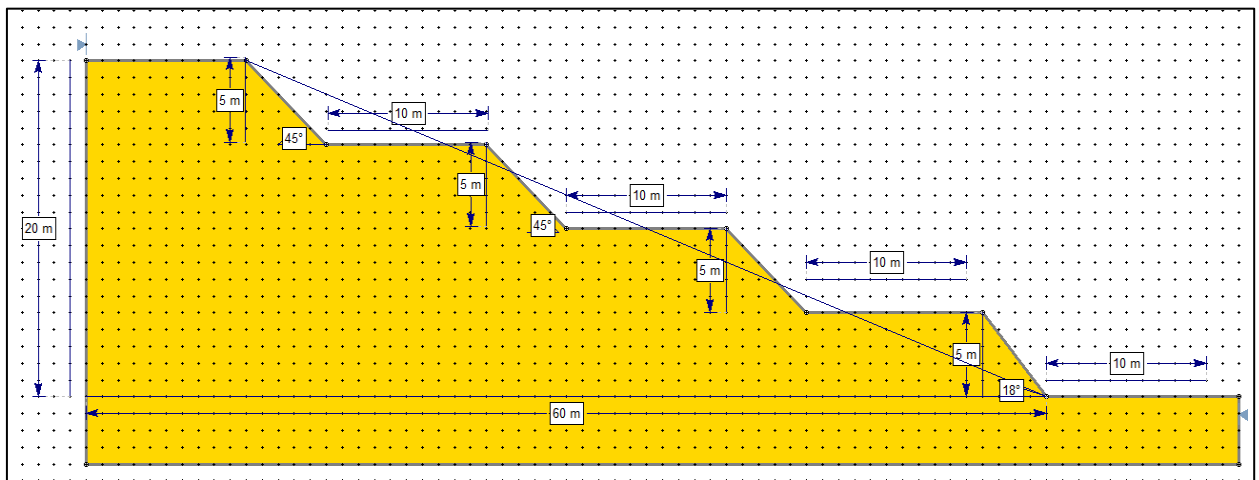
Beban kendaraan yang beroperasi di area tambang saat kondisi tanah basah dapat memicu longsor atau ketidakstabilan lereng. Oleh karena itu, disarankan untuk menghentikan sementara aktivitas penambangan selama musim hujan.

Rekomendasi Geometri Lereng

Bentuk dan ukuran lereng (geometri lereng) memiliki pengaruh signifikan terhadap kestabilan lereng tambang (Aprianti et al., 2021). Beberapa faktor geometri lereng yang perlu diperhatikan antara lain tinggi, kemiringan, lebar, dan jumlah jenjang. Berdasarkan hasil pengamatan di lokasi penelitian, tinggi setiap jenjang adalah 5 meter dengan kemiringan 45 derajat, sedangkan kemiringan keseluruhan lereng adalah 18 derajat.

Tabel 5. Nilai dimensi geomteri lereng pada lokasi penelitian

Titik Lokasi	Pit Trass
Jenis Litologi (Batuan)	Batuan Trass
Ketinggian Lereng (m)	5
Lebar Jenjang Kerja (m)	10
Kemiringan Lereng Tunggal (°)	45
Kemiringan Jenjang Overall (°)	18
Jumlah Jenjang	4



Gambar 7. Rekomendasi Geometri Lereng pada pit penambangan Trass.

Pemantauan stabilitas lereng tambang

Untuk memantau stabilitas lereng, khususnya pada area yang telah menunjukkan tanda-tanda retakan, digunakan metode pemantauan pergerakan lereng dengan crackmeter (Wibowo et al., 2022). Alat ini bekerja dengan cara memasang dua titik acuan (anchor) pada sisi berlawanan retakan. Setiap pergerakan lereng akan terdeteksi melalui pergeseran skala pada crackmeter. Pemantauan dilakukan secara harian untuk memastikan tidak ada perubahan signifikan pada stabilitas lereng. Ilustrasi pemasangan crackmeter dapat dilihat pada gambar 8 berikut.



Gambar 8. Pemanatauan lereng dengan menggunakan Alat Crackmeter

KESIMPULAN

1. Berdasarkan simulasi kestabilan lereng menggunakan metode kesetimbangan batas, yaitu metode Bishop Simplified, serta mengacu pada sifat fisik dan mekanik tanah penyusun lereng di Blok Penambangan PT. Prima Karya Manunggal, dengan batuan Trass pada

sudut lereng 45° , tinggi jenjang 5 meter, dan lebar lereng minimal 10 meter, lereng tersebut masih dinilai aman untuk digunakan dalam desain lereng tunggal pada pit.

2. Untuk lereng tunggal dengan kemiringan rendah hingga tinggi, nilai faktor keamanan (FK) minimum yang diperlukan adalah 1,1, dengan persentase PL yang memenuhi ketentuan $FK \geq 1$, yaitu antara 25% hingga 50%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada bagian ini, penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak atau instansi yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini.

PUSTAKA

- Agustiarini, V., & Permata Wijaya, D. (2021). Jurnal Penelitian Sains. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(3), 163–167.
- Aprianti, E., Pujiastuti, H., Isfanari, I., & Rahmawati, E. (2021). Faktor Keamanan Lereng Jalan Raya Pusuk Kecamatan Pemenang Kabupaten Lombok Utara Menggunakan Metode Fellenius Dan Bishop. *Spektrum Sipil*, 8(1), 55.
<https://doi.org/10.29303/spektrum.v8i1.201>
- Aripin, D. D., Asniar, N., & Hendardi, A. R. (2022). Studi Analisis Stabilitas Lereng (Studi Kasus Lereng Bukit Cikirai Cikoneng Ciamis). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(2), 108–124.
- Hedianto, Ma'rief, A. A., Mahyuni, E. T., Sultan, K. El, & Afasedanya, M. (2023). Faktor Geometri Lereng Dalam Simulasi Nilai Ambang Batas Safety of Factor Di Front Penambangan Mahfia Pada PT. ANTAM Tbk, Kabupaten Halmahera Timur, Provinsi Maluku Utara. *Jurnal Teknik Amata*, 4(2), 9–18.
- Oktarina, M., & Sutriyono, E. (2022). *Journal of Geology Sriwijaya*. 2, 1–9.
- Park, H. J., Lee, J. H., & Woo, I. (2013). Assessment of rainfall-induced shallow landslide susceptibility using a GIS-based probabilistic approach. *Engineering Geology*, 161(August 2021), 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2013.04.011>
- Pratama, R. J. A., Krisnamurti, & Wicaksono, L. A. (2022). Analysis of the Liquefaction Potential of Palu City Using Qualitative and Qauntitative Methods. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(1), 140–151. <https://doi.org/10.28932/jts.v18i1.4526>
- Ramadhani, S., Minmahddun, A., Patuti, I. M., & Widiastuti, M. (2024). Analisis Stabilitas Lereng Tambang Nikel Kabupaten Morowali. *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, 65–70.
<https://doi.org/10.22487/renstra.v5i1.654>
- Saputra, R., Ikhsan, J., & Prayuda, H. (2022). Pengaruh Penambangan Pasir terhadap Laju Degradasi Agradasi Dasar Sungai Progo. *Jurnal Teknik Sumber Daya Air*, 1(2), 109–120.
<https://doi.org/10.56860/jtsda.v1i2.24>
- Wibowo, R. C., Rizkiano, A., & Sarkowi, M. (2022). Identifikasi Zona Potensi Longsor Menggunakan Metode Fotogrametri Foto Udara Area Pidada Kota Bandar Lampung. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*, 3(2), 70–76.
<https://doi.org/10.23960/jgrs.2022.v3i2.74>
- Zuhri, S., & Cahyono, Y. D. G. (2020). Analisa Match Factor untuk Meningkatkan Produktifitas Alat Muat dan Alat Angkut pada Penambangan Sirtu PT. Pasirindo

Perkasa Kabupaten Lumajang Jawa Timur. *Prosiding Seminar Teknologi Kebumian Dan Kelautan*, 2(1), 543–548.