

ANALISIS KESTABILAN LERENG HIGHWALL PADA RENCANA PENAMBANGAN TAHUN 2024 DI PIT RAJAWALI DI PT TRIARYANI

ANALYSIS OF HIGHWALL SLOPE STABILITY IN THE 2024 MINING PLAN AT RAJAWALI PIT PT TRIARYANI

Dzaky Alfaiz Halza¹, Alio Jasipto¹, M. Akbari Danasla¹

1. Institut Teknologi Sumatera, Indonesia

Email: Dzaky.120370123@itera.ac.id

ABSTRAK

PT Triaryani adalah salah satu perusahaan yang bergerak di sektor pertambangan batubara. Perusahaan ini telah beroperasi sejak tahun 2012 di dua wilayah di Kabupaten Musi Rawas Utara. Berdasarkan Surat Izin Usaha Pertambangan (IUP), PT Triaryani memiliki luas wilayah konsesi sebesar 2.143 ha. Pada bulan kelima kegiatan penambangan, terjadi kelongsoran lereng di area *highwall* pada elevasi 50-60. Oleh karena itu, diperlukan analisis ulang terhadap desain geometri lereng yang direncanakan untuk tahun 2024. Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur, pengambilan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan kesimpulan, saran, dan rekomendasi. Analisis balik dilakukan untuk menentukan nilai sifat material (*material properties*) batuan penyusun lereng menggunakan metode keseimbangan batas (*limit equilibrium*) dengan pendekatan metode Spencer. Hasil analisis balik menunjukkan bahwa sifat material batuan penyusun lereng, yang didominasi oleh batuan mudstone dan sandstone, memiliki nilai sudut gesek dalam sebesar 10.28° dan 11.6° , serta nilai kohesi sebesar 210 kN/m^2 dan 84 kN/m^2 . Rekomendasi yang diberikan adalah melakukan perubahan geometri lereng dengan metode *benching* pada elevasi 50-60, dengan tinggi lereng masing-masing 9 meter dan 5 meter serta lebar 5 meter dan 7 meter, sehingga kondisi lereng menjadi lebih stabil.

Kata Kunci: Kestabilan lereng, Faktor keamanan, Metode kesetimbangan batas, Sifat material, Analisis balik

DOI: 10.15408/jipl.v4i2.44311

ABSTRACT

PT Triaryani is a coal mining company that has been operating since 2012 in two regions within the Musi Rawas Utara Regency. Based on the Mining Business Permit (IUP), PT Triaryani has a concession area of 2,143 hectares. In the fifth month of mining activities, a slope failure occurred in the highwall area at elevations 50-60. Consequently, a re-analysis of the slope geometry design planned for 2024 is required. This research involves several stages, including a literature review, data collection, data processing, data analysis, and the formulation of conclusions, suggestions, and recommendations. Back analysis was conducted to determine the material properties of the rock composing the slope using the limit equilibrium method with a Spencer approach. The back analysis results indicate that the material properties of the slope, predominantly composed of mudstone and sandstone, have internal friction angles of 10.28° and 11.6° and cohesion values of 210 kN/m^2 and 84 kN/m^2 . The recommended solution is to modify the slope geometry by implementing a benching method at elevations 50-60, with slope heights of 9 meters and 5 meters and bench widths of 5 meters and 7 meters, respectively, to achieve a more stable slope condition.

Keywords: Slope stability, Safety factor, Limit equilibrium method, Material properties, Back analysis

PENDAHULUAN

PT Triaryani merupakan salah satu Perusahaan yang bergerak dalam sektor pertambangan batubara. PT Triaryani beroperasi sejak tahun 2012 dan telah aktif dalam kegiatan penambangan dan produksi batubara di dua wilayah di Kabupaten Musi Rawas Utara, dalam surat (IUP) Izin Usaha Pertambangan

secara administratif PT Triaryani memiliki luasan sebesar 2.143 hektar, dengan target produksi pada tahun 2024 sejumlah 2.500.000ton yang terletak di Desa Tebing Tinggi, Kecamatan Nibung, dan Desa Beringin Makmuk II, Kecamatan Rawas Ilir.

Desain geometri lereng highwall yang telah disusun merupakan dasar operasional untuk tahun ini. Namun, pada bulan Mei 2024, terjadi insiden longsoran lereng yang mengindikasikan potensi kegagalan dalam desain tersebut (Read & Stacey, 2017). Kegagalan ini menunjukkan perlunya analisis mendalam terhadap faktor-faktor geoteknik yang mempengaruhi kestabilan lereng *highwall* (Aldi & Heriyadi, 2019). Terjadinya longsoran di area highwall menunjukkan ketidak stabilan pada lereng area *highwall* tersebut (Hoek & Bray, 1981). Cara umum untuk mengindikasikan stabilitas suatu lereng batuan adalah melalui konsep faktor keamanan, yang mencerminkan perbandingan antara gaya yang menahan lereng agar tetap stabil dan gaya penggerak yang berpotensi menyebabkan longsor. (Halawa, 2019;Febriadi, & Anaperta, 2020).

Stabilitas lereng dipengaruhi oleh sejumlah variabel, termasuk geometri lereng, sifat fisik dan mekanik dari material yang menyusunnya, keberadaan air, struktur bidang lemah di batuan, tegangan alami pada massa batuan, konsentrasi tegangan lokal, getaran, dan iklim (Camara & Doumbouya, 2024; Marini dkk, 2019). Unsur-unsur ini sering diamati menjadi akar penyebab masalah ketidakstabilan lereng dalam pengamatan lapangan (Khaidar dkk, 2017). Akibatnya, elemen-elemen ini perlu diperhitungkan untuk menjaga stabilitas lereng dengan baik. (Arif, 2016). Analisis kestabilan lereng *highwall* menjadi fokus utama dalam penelitian ini. (Bieniawski, 1989). Dengan mempertimbangkan kondisi geologi, (Vallejo, G. de, & Ferrer, M. 2016), parameter geoteknik kondisi hidrologi serta geometri lereng, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kembali (Coulomb, 1773;Rajagukguk, dkk 2014).

Desain geometri lereng highwall yang telah di desain dengan kondisi aktual. Hasil dari analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang dapat meningkatkan kestabilan lereng *highwall* serta mengurangi risiko kegagalan di masa depan. Longsoran lereng yang terjadi dapat menghambat proses produksi dan kegiatan lainnya sehingga di perlukan kembali analisis kestabilan lereng *highwall* pada rencana penambangan tahun 2024 di pit Rajawali di PT Triaryani.

METODE

Penelitian ini termasuk ke dalam jenis penelitian terapan (*applied research*) yaitu penelitian yang dilakukan dengan memperoleh data langsung di lapangan (Martin & Stacey, 2018). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yaitu pendekatan yang dilakukan dengan mengumpulkan data yang dilakukan setelah mempelajari literatur dan orientasi lapangan. Penelitian terapan bertujuan untuk mengembangkan inovasi berupa solusi yang secara langsung mengatasi masalah yang timbul di lapangan. Metode ini tidak hanya berfokus pada penemuan solusi untuk masalah yang ada, tetapi juga memastikan bahwa solusi tersebut dapat diimplementasikan secara nyata dan praktis di lapangan.

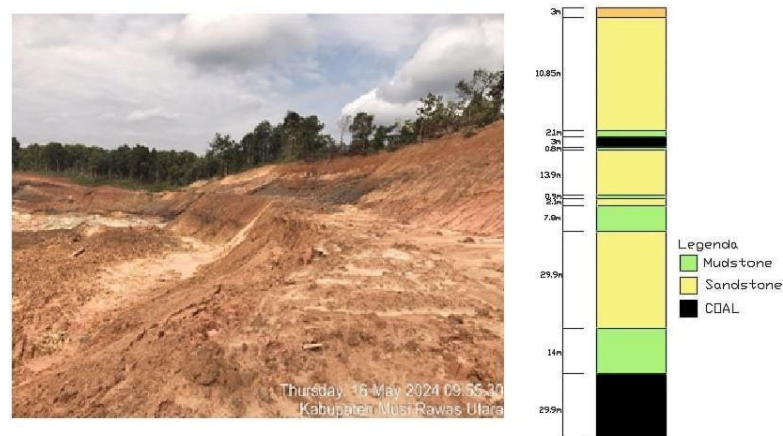
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Penyebab Longsor

Parameter-parameter yang mempengaruhi penurunan stabilitas lereng yang diantaranya jenis dan ketebalan litologi penyusun lereng, beban alat yang beroperasi pada *ramp* lereng dan *material properties* massa batuan penyusun lereng.

Jenis dan Ketebalan Litologi

Investigasi geoteknik yang dilakukan di area tersebut dilakukan analisis penyusun lereng menggunakan metode identifikasi lapangan secara langsung dan data hasil log bor, sehingga akan dianalisis perbedaan nilai faktor keamanan dari keduanya, Data bor yang digunakan merupakan data bor di area longsoran lereng tersebut.



Gambar 1. Kondisi aktual lereng

Tabel.1 Faktor Keamanan Jenis dan Ketebalan Lithologi

Kondisi	FK
Data Bor	1.587
Kondisi Aktual	2.541

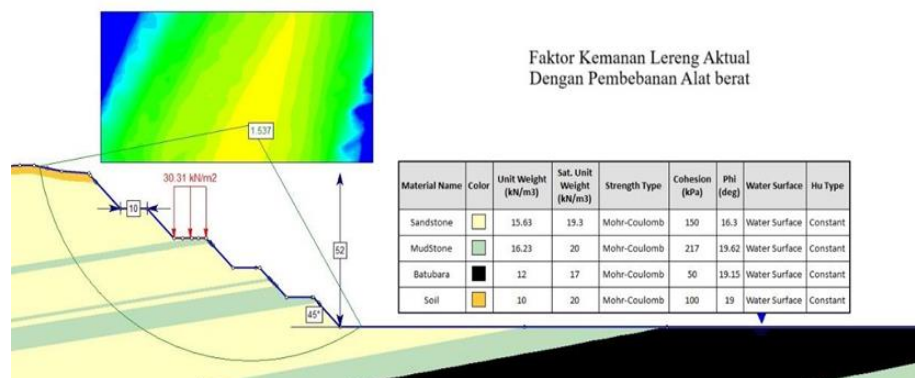
Berdasarkan hasil analisis kestabilan lereng menggunakan litologi penyusun lereng hasil identifikasi lapangan, nilai faktor keamanan lereng didapat 1.541. penurunan nilai faktor keamanan lereng sebesar 0.046 atau 2.72 % sehingga perbedaan jenis litologi dan ketebalan lereng dalam model terhadap aktual berpotensi meningkatkan kelongsoran sebesar 2.72% karena menurunnya nilai FK akan meningkatkan potensi kelongsoran, tetapi perbedaan jenis dan ketebalan litologi pada model aktual bukanlah parameter yang menyebabkan longsoran karena penurunan nilai FK masih dalam kriteria aman (Romana, 1993).

Beban Alat

Pada elevasi 50 terdapat *ramp* pada lereng area *highwall*, dimana terdapat aktivitas alat berat yakni *dump truck* yang mengangkut *Over Burden* dan *Coal* sebagai alat angkut dan *excavator* sebagai alat gali muat 9 (Wyllie, D. 2018). Spesifikasi *hauler* yang beroperasi merupakan tipe *dump truck Quwester 280 CWE* dengan kapasitas vessel 24 bcm untuk *Over Burden* dan 30 ton untuk *Coal*, sedangkan spesifikasi loader yang beroperasi merupakan tipe *excavator Cat 345* untuk *OB Removal* dan *Cat 330* untuk *Coal Getting*.

Table 2. Alat berat

Tipe Alat	Berat Alat	Muatan (ton)	Gravitasi m/s ²	Luas Alat (m ²)
<i>Hauler</i>	15.32	30	9.8	24
<i>Loader</i>	28.9	0	9.8	16

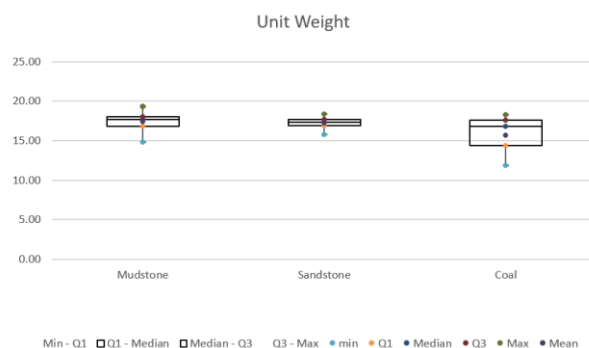


Gambar 2. Faktor keamanan dengan pembebanan alat

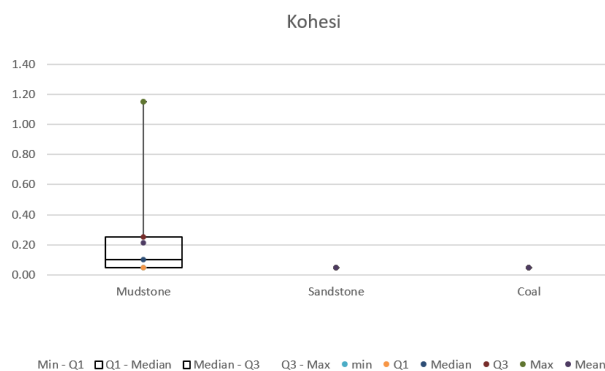
Berdasarkan hasil analisis lereng pengaruh beban alat nilai faktor keamanan yang didapat senilai 1.537. Hal itu berarti dalam kondisi lereng dengan beban dinamis berupa alat berat, kestabilannya masih dalam kriteria aman atau stabil sesuai ketentuan pemerintah. Besar penurunan nilai faktor keamanan akibat pengaruh beban alat senilai 0.004 terhadap kondisi aktual sehingga penurunan nilai faktor keamanannya sebesar 0.20 %, yang artinya pengaruh dari beban alat meningkatkan potensi kelongsoran sebesar 0.20 % karena menurunnya nilai FK meingkatkan potensi kelongsoran. Meskipun demikian, penurunan tersebut tidak menyebabkan lereng pada kondisi longsor, karena nilai penurunan FK yang dihasilkan masih dalam kriteria stabil/aman sehingga parameter beban alat bukanlah penyebab terjadinya longsor.

Material Propertise Batuan

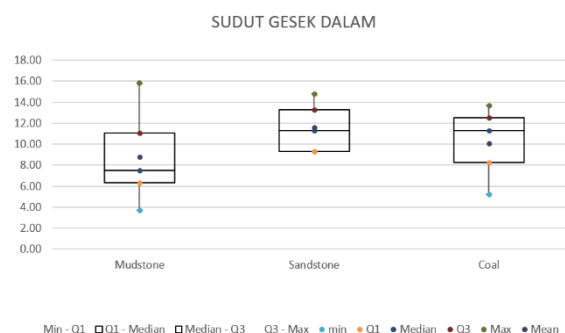
Nilai sifat batuan atau *material properties* dapat diketahui dengan beberapa metode dan yang paling umum digunakan adalah dengan melakukan pengujian pada sampel batuan di laboratorium. Hasil yang didapat dari pengujian tersebut berupa grafik hubungan tegangan regangan yang kemudian diolah secara kriteria keruntuhan *mohr – coloumn* untuk diketahui nilai kohesi dan sudut geser dalam dari tiap jenis batuan yang diuji. Pada beberapa penelitian menunjukkan bahwa nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) umumnya lebih kecil dari nilai hasil uji laboratorium.



Gambar 3. Unit weight

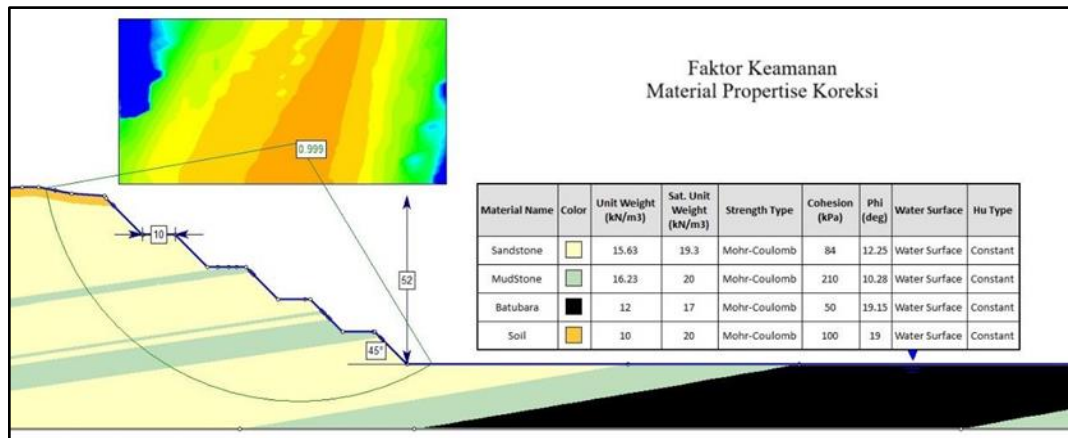


Gambar 4. Diagram kuartil kohesi



Gambar 5. Diagram kuartil sudut gesek dalam

Berdasarkan hasil analisis didapat nilai faktor keamanan pada lereng senilai $0.999 \approx 1$. Penurunan nilai faktor keamanan tersebut senilai 34.17% dengan selisih FK sebesar 0.519 terhadap kondisi sebelum longsor. Hal itu berarti lereng sudah tidak dalam kriteria yang stabil/aman menurut Kepmen ESDM nomor 1827/K/30/MEM/2018 sehingga kondisi tersebut sudah representatif menggambarkan kondisi aktual di lapangan yang terjadi longsor. Berdasarkan hal itu dapat ditentukan bahwa parameter material properties merupakan faktor penyebab utama terjadinya longsor karena penurunan nilai faktor keamanan yang dihasilkan sampai melewati batas kriteria lereng yang stabil. Nilai *material properties* batuan pada model analisis sebelumnya tidak sesuai terhadap kondisi *material properties* yang sebenarnya di lapangan sehingga mengakibatkan lereng dalam kondisi kritis/longsor.



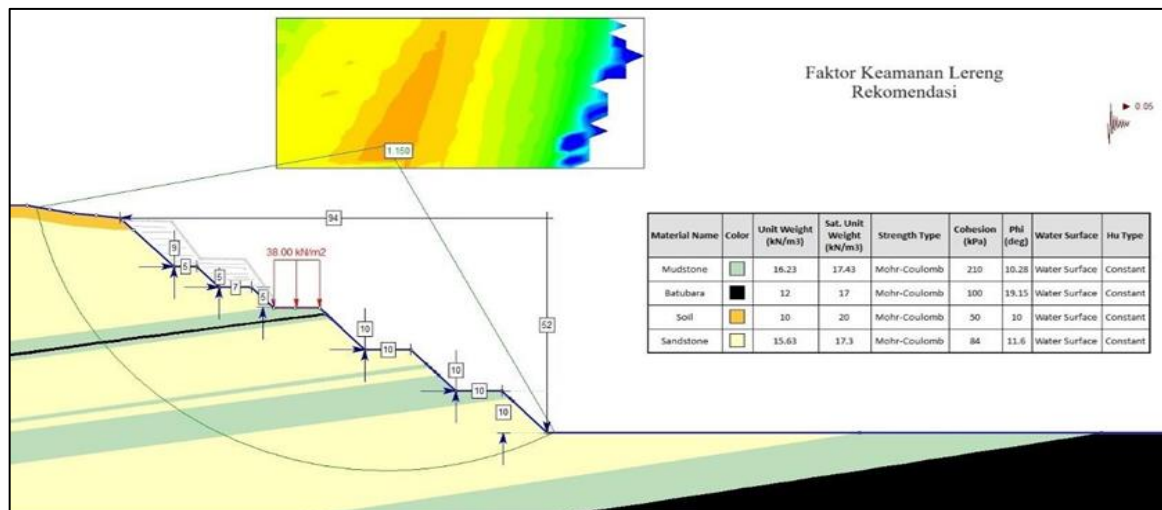
Gambar 6. Faktor keamanan material *properties*

Rekomendasi

Berdasarkan analisis sebelumnya, didapat nilai material properties baru (merekpresentasikan kondisi longsor di lapangan) dan kemudian di input kedalam model lereng untuk dilakukan perbaikan dengan rekomendasi. Penanggulangan keruntuhan lereng tambang dapat dilakukan dengan beberapa cara diantaranya yaitu mengubah geometri lereng, memberikan perkuatan, ataupun simulasi muka air tanah. Perubahan Geometri lereng dengan melakukan penurunan kemiringan pada rencana penambangan menjadi 5m dan 6m serta pembuatan benching pada elevasi 55 diantara *bench* di elevasi 60-50, perubahan geometri ini dapat mempengaruhi nilai Faktor Keaman lereng sehingga gaya penahan yang bekerja pada *bench* elevasi 50-60 lebih tinggi dari pada gaya penggeraknya perubahan geometri.

Tabel 3. Rekomendasi Geometri

Kondisi	Perlakuan	Elevasi	Tinggi (m)	Lebar (m)	Sudut (°)	FK
Sebelum	Tidak ada	50-60	10	10	45	Longsor
	Penurunan Kemiringan	50-60	10	6	36	0.995
Sesudah	Penurunan Kemiringan	50-60	10	5	34	1.06
	Pembuatan Benching	50-55	5	7	45	1.150
		55-60	5	5	45	



Gambar 7. Faktor Kemanan Rekomendasi

Berdasarkan Gambar 7 di atas nilai faktor keamanan sudah sesuai dengan persyaratan *overall slope* dengan Kepmen ESDM nomor 1827/K/30/MEM/2018 dimana nilai faktor keamanan tersebut sudah memenuhi persyaratan nilai faktor keamanan *overall slope* >1.05 dan probabilitas longsoran <10. Sehingga pembuatan Bench pada elevasi 50-60 pada area longsoran dapat menjadi solusi untuk perbaikan desain lereng tambang area *highwall* di *pit* Rajawali.

PENUTUP

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan parameter penyebab longsoran lereng berdasarkan hasil analisis adalah *material properties*. Berdasarkan hasil analisis faktor kestabilan lereng besar pengaruh *material properties* terhadap nilai faktor keamanan sebesar 34.90% dari nilai faktor keamanan awal. Dimana didapat nilai faktor keamanan lereng dari hasil analisis sebesar 0.999 dimana angka tersebut menggambarkan kondisi lereng dalam keadaan longsor. *Material properties* hasil analisis diagram kuartil yang mempresentasikan keadaan longsor berdasarkan analisis balik dengan nilai sebagai berikut: sudut gesek dalam (ϕ) sandstone 125 kN/m^2 dan mudstone 210 kN/m^2 sedangkan untuk nilai kohesi (c) sandstone 13.63° dan mudstone 8.78° . Rekomendasi kestabilan lereng berupa perubahan geometri lereng dan pembuatan *benching* dengan rancangan yang bervariasi. Geometri rancangan paling optimal, pada *single slope* elevasi 60-50 yang awalnya hanya memiliki 1 *bench* dengan ketinggian 10 m dan lebar 10 meter diubah dengan dibuat 2 *bench* dan pelandaian lereng dengan membuat *bench* ke-1 dengan tinggi 8.5 m, lebar 5 meter serta kemiringan lereng 45° dan *bench* ke-2 dengan tinggi 5 m, lebar 7 m serta kemiringan lereng 45° dan nilai FK 1.150.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penyusunan jurnal ini. Ucapan terkhusus saya sampaikan kepada Mas Ugi selaku pembimbing lapangan dari PT Triaryani, kedua orang tua tercinta, dan keluarga besar halza, yang telah memberikan dukungan luar biasa, baik secara moril maupun materil. Saya juga berterima kasih kepada semua pihak lainnya yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

Aldi, R. S., & Heriyadi, B. (2019). Analisis klasifikasi massa batuan dan potensi longsor pada area pit timur tambang terbuka PT Allied Indo Coal Jaya, Kota Sawahlunto, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, 4(3), 207–217.

Arif. (2016). *Geoteknik tambang*. PT Gramedia Pustaka Utama.

- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications: A complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*. John Wiley & Sons.
- Camara, F. M., & Doumbouya, F. S. (2024). *Camara*.
- Coulomb, C. A. (1773). International Society for Soil Mechanics and Foundation Engineering. *Geotextiles and Geomembranes*, 1(2), 161–162. [https://doi.org/10.1016/0266-1144\(84\)90012-8](https://doi.org/10.1016/0266-1144(84)90012-8)
- Direktur Jenderal Mineral dan Batubara Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2014). *Pedoman teknis pemantauan kestabilan lereng tambang dan timbunan batuan penutup* (D. I. R. Sukhyar, Ed.).
- Febriadi, A., & Anaperta, Y. M. (2020). Analisis kestabilan lereng pada blok timur tambang Muara Tiga Besar Utara PT Bukit Asam Tbk, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. *Bina Tambang*, 5(4), 11–20. <https://ejournal.unp.ac.id/index.php/mining/article/view/109238>
- Halawa, A. (2019). Analisis kestabilan lereng mine highwall dengan metode Bishop dan software Rockscience Slide pada area penambangan batubara di Pit 2A Barat PTFontana Resources Indonesia, Kabupaten Barito Utara, Kalimantan Tengah. *Jurnal Sains dan Teknologi ISTP*, 11(1), 35–49.
- Hoek, E., & Bray, J. (1981). *Rock slope engineering*. A Wiley Interscience Publication.
- International Society for Rock Mechanics (ISRM). (1981). Basic geotechnical description of rock masses. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanical Abstracts*, 18(2), 85–110.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2018). *Keputusan Menteri ESDM No.1827K*.
- Khaidar Ali, R., Najib, & Nasrudin, A. (2017). Analisis peningkatan faktor keamanan lereng pada areal bekas tambang. *Promine Journal*, 5(1), 10–19.
- Marini, A. E., Anaperta, Y. M., & Tri, G. S. (2019). Analisis kestabilan lereng area highwall Section B tambang. *Jurnal Bina Tambang*, 4(4), 80–89.
- Martin, D., & Stacey, P. (2018). *Open pit slope design in weak rocks*.
- Rajagukguk, O. C. P., Turagan, A. E., & Monintja, S. (2014). Analisis kestabilan lereng dengan metode Bishop. *Jurnal Sipil Statik*, 2(3), 140–147.
- Read, J. R. L., & Stacey, P. F. (2017). *Open pit slope design*. In *Rock mechanics and engineering Volume 3: Analysis, modeling and design*. <https://doi.org/10.1201/b20402>
- Romana, M. R. (1993). A geomechanical classification for slopes: Slope mass rating. In *Comprehensive rock engineering* (Vol. 3). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-042066-0.50029-x>
- Romana, M., Tomás, R., & Serón, J. B. (2015). Slope mass rating (SMR) geomechanics classification: Thirty years review. *13th ISRM International Congress of Rock Mechanics*, May, 1–10.
- Spencer, E. (1967). Embankments assuming parallel inter-slice forces. *Géotechnique*, 17(1), 11–26.
- Vallejo, G. de, & Ferrer, M. (2016). *Geological engineering*.
- Wyllie, D. (2018). *Rock slope engineering: Civil applications*. CRC Press, Taylor & Francis Group.