

SKRIPSI

ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE MORGENSTERN-PRICE DAN PENDEKATAN *DUMP* *SLOPE RATING* (DSR) PADA PIT X DI PT. BUKIT ASAM TBK, MUARA ENIM, SUMATERA SELATAN



**RIO FERDINAND
03071282126049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

**ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE
MORGENSTERN-PRICE DAN PENDEKATAN *DUMP SLOPE*
RATING (DSR) PADA PIT X DI PT. BUKIT ASAM TBK, MUARA
ENIM, SUMATERA SELATAN**

Laporan ini sebagai bagian dari perkuliahan Tugas Akhir, dan menjadi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) Geologi pada Program Studi Teknik Geologi



**RIO FERDINAND
03071282126049**

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
JURUSAN PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE MORGENSTERN-PRICE DAN PENDEKATAN *DUMP SLOPE* RATING (DSR) PADA PIT X DI PT. BUKIT ASAM TBK, MUARA ENIM, SUMATERA SELATAN

**Laporan ini sebagai bagian dari perkuliahan Tugas Akhir, dan menjadi syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) Geologi pada Program Studi
Teknik Geologi**

Mengetahui,
Koordinator Prodi Teknik Geologi,



Dr. Ir. Ida wati, S.T., M.T., IPM.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 10 Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Morgenstern-Price dan Pendekatan *Dump Slope Rating* (DSR) pada PIT X di PT Bukit Asam Tbk, Muara Enim, Sumatera Selatan” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada 10 Juli 2025.

Palembang, 10 Juli 2025

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir

Ketua : Ir. Harnani, S.T., M.T

NIP. 1984020120150420001

()
Juli 2025

Anggota : Ir. Yogie Zulkurnia Rochmana S.T., M.T

NIP. 198904222020121003

()
Juli 2025

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Ir. Idarwati, S.T., M.T., IPM

NIP. 198306262014042001

Palembang, 10 Juli 2025

Menyetujui,

Pembimbing



Budha Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.

NIP. 197211121999031002

HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Rio Ferdinand

NIM : 03071282126049

Judul : Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Morgenstern-Price dan Pendekatan *Dump Slope Rating* (DSR) pada PIT X di PT Bukit Asam Tbk, Muara Enim, Sumatera Selatan.

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi ini dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S1) dibatalkan, serta di proses sesuai dengan peraturan yang berlaku pada (UU No. 20 Tahun 2003 Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapa pun.



Palembang, 10 Juli 2025
Yang Membuat Pernyataan,



Rio Ferdinand
NIM. 03071282126049

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas ke Tuhan Yang Maha Esa yang telah diberikan kepada penulis, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Morgenstern-Price dan Pendekatan *Dump Slope Rating* (DSR) pada PIT X di PT Bukit Asam Tbk, Muara Enim, Sumatera Selatan”, sebagai persyaratan dalam penelitian tugas akhir di Program Studi Teknik Geologi Universitas Sriwijaya.

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada bapak Budhi Setiawan, S.T., M.T, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberi motivasi, arahan serta dukungan dalam membimbing hingga terselesaikannya tugas akhir ini. Penulis sadari bahwa masih banyak kekurangan pada tugas akhir ini sehingga sangat membutuhkan adanya saran serta kritik yang membangun agar dapat dilakukannya perbaikan. Namun penulis berharap laporan ini dapat menjadi bahan literasi atau acuan dalam penelitian geologi. Mohon maaf apabila ada kata-kata yang tidak sesuai dan kepada Allah penulis mohon ampun. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih.

Palembang, 10 Juli 2025

Penulis,



Rio Ferdinand

NIM. 03071282126049

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih atas segala bantuan, bimbingan, dan dukungannya kepada:

- 1) Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan selalu kesehatan, keteguhan dan keberkahan dalam hidup saya sehingga bisa menyelesaikan laporan pemetaan geologi dengan baik.
- 2) Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing pemetaan geologi dan tugas akhir yang telah membimbing dan memberikan ilmu serta memberikan motivasi untuk dapat menyelesaikan tugas Akhir ini, serta seluruh Dosen Program Studi Teknik Geologi yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan saran yang sangat berguna untuk saya selama perkuliahan dan penyusunan tugas akhir.
- 3) Kedua orang tua saya (Asnawi dan Betty Tusin), serta seluruh keluarga yang selalu memberikan doa dan dukungannya.
- 4) Rekan-rekan Teknik Geologi angkatan 2021 yang telah kebersamaan sejak masih menjadi mahasiswa baru hingga saat ini.

Demikianlah ucapan terima kasih yang dibuat oleh penulis. Mohon maaf apabila terdapat penulisan kata yang kurang berkenan. Penulis mengucapkan terima kasih.

Palembang, 10 Juli 2025

Penulis,



Rio Ferdinand
NIM. 03071282126049

RINGKASAN

ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE MORGENSTERN-PRICE DAN PENDEKATAN *DUMP SLOPE RATING* (DSR) PADA PIT X DI PT. BUKIT ASAM TBK, MUARA ENIM, SUMATERA SELATAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tugas Akhir, 10 Juli 2025

Rio Ferdinand, Dibimbing oleh Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.

Slope Stability Analysis Using the Morgenstern-Price Method and Dump Slope Rating (DSR) Approach at PIT X of PT Bukit Asam Tbk, Muara Enim, South Sumatra

XX + 37 Halaman, 14 Tabel, 18 Gambar, 6 Lampiran

RINGKASAN

Pertambangan terbuka merupakan aktivitas yang memberikan dampak signifikan terhadap perubahan bentuk lahan dan morfologi alam. Salah satu dampak utamanya adalah terbentuknya lereng buatan yang rentan mengalami ketidakstabilan. Ketidakstabilan lereng dalam konteks pertambangan dapat menimbulkan berbagai konsekuensi serius, seperti ancaman terhadap keselamatan kerja, kerugian material dan finansial, serta kerusakan lingkungan. Oleh karena itu, evaluasi kestabilan lereng menjadi tahapan krusial dalam perencanaan dan operasional tambang. Penelitian ini dilakukan di Pit X, area tambang terbuka milik PT Bukit Asam yang terletak di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan. Lereng pada pit ini terbentuk dari material buangan (*disposal*) hasil aktivitas penambangan sebelumnya dan memiliki karakteristik fisik yang heterogen. Kondisi seperti kohesi rendah, sudut geser dalam kecil, dan sistem drainase yang belum optimal menyebabkan lereng menjadi lebih rentan terhadap kegagalan, terutama saat musim hujan. Untuk mengevaluasi kestabilan lereng, digunakan dua pendekatan, yaitu metode kesetimbangan batas (*Limit Equilibrium Method/LEM*) dengan model Morgenstern-Price dan metode klasifikasi empiris *Dump Slope Rating* (DSR). Metode Morgenstern-Price dipilih karena mampu menganalisis kestabilan lereng secara menyeluruh dengan mempertimbangkan keseimbangan gaya dan momen, serta fleksibel terhadap bentuk geometri lereng yang kompleks. Sementara itu, metode DSR memberikan penilaian cepat berdasarkan parameter geometri dan sifat fisik lereng, sehingga cocok untuk diterapkan pada lereng *disposal* yang bersifat heterogen.

Hasil analisis menunjukkan adanya variasi nilai faktor keamanan (FK) pada keempat penampang yang ditinjau. Penampang A–A' teridentifikasi sebagai sektor paling kritis dengan nilai FK sebesar 1,51 dan skor DSR sebesar 59, yang keduanya mengindikasikan kondisi stabil jangka pendek. Sebaliknya, penampang D–D' menunjukkan kestabilan tertinggi dengan nilai FK sebesar 3,62 dan skor DSR sebesar 64. Terdapat korelasi positif antara hasil kedua metode, di mana penampang dengan nilai FK yang lebih rendah juga memiliki skor DSR yang lebih rendah, dan sebaliknya. Sebagai tindak lanjut, salah satu rekomendasi perbaikan yang dapat diterapkan adalah pemasangan *horizontal drain* pada sektor lereng dengan kondisi muka air tanah tinggi. Sistem drainase ini diharapkan mampu menurunkan tekanan air pori secara efektif pada material *loose soil*, sehingga dapat meningkatkan faktor keamanan lereng dan memperpanjang umur stabilitas. Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi antara pendekatan analitis dan empiris dapat memberikan evaluasi kestabilan lereng yang komprehensif dan saling melengkapi. Hasil evaluasi ini dapat dijadikan dasar teknis dalam pengambilan keputusan yang lebih

tepat dalam perancangan geometri lereng yang aman dan ekonomis, serta mendukung operasional tambang yang berkelanjutan. Dengan pemahaman menyeluruh terhadap kondisi lereng, karakteristik masing-masing metode, dan penerapan sistem drainase yang tepat, risiko kegagalan lereng dapat dikelola secara lebih efektif, sistematis, dan proaktif.

Kata Kunci: Kestabilan lereng, metode keseimbangan batas, Morgenstern-Price, *Dump Slope Rating*, tambang terbuka, material disposal

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Idarwati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 10 Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

SUMMARY

SLOPE STABILITY ANALYSIS USING THE MORGENSTERN-PRICE METHOD AND DUMP SLOPE RATING (DSR) APPROACH AT PIT X OF PT BUKIT ASAM TBK, MUARA ENIM, SOUTH SUMATRA

Scientific paper in the form of a Final Project, 10 July 2025

Rio Ferdinand, Supervised by Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.

Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Morgenstern-Price dan Pendekatan *Dump Slope Rating* (DSR) pada PIT X di PT Bukit Asam Tbk, Muara Enim, Sumatera Selatan

XX + 37 Pages, 14 Tables, 18 Pictures, 6 Appendix

SUMMARY

Open-pit mining is an activity that significantly impacts landform and natural morphology changes. One of its main consequences is the formation of artificial slopes that are highly prone to instability. Slope instability in mining operations can lead to various serious consequences, such as threats to occupational safety, material and financial losses, and environmental damage. Therefore, slope stability evaluation is a crucial stage in mine planning and operations. This study was conducted at Pit X, an open-pit mining area owned by PT Bukit Asam, located in Muara Enim Regency, South Sumatra. The slopes in this pit are formed from waste material (*disposal*) generated by previous mining activities and have heterogeneous physical characteristics. Conditions such as low cohesion, small internal friction angle, and a suboptimal drainage system make the slopes more susceptible to failure, especially during the rainy season. To evaluate slope stability, two approaches were used: the Limit Equilibrium Method (LEM) with the Morgenstern-Price model and the empirical Dump Slope Rating (DSR) method. The Morgenstern-Price method was selected for its ability to comprehensively analyze slope stability by considering both force and moment equilibrium, and its flexibility in accommodating complex slope geometries. Meanwhile, the DSR method provides a rapid assessment based on geometric and physical parameters of the slope, making it suitable for heterogeneous *disposal* slopes.

The analysis results show variations in the factor of safety (FoS) across the four cross-sections reviewed. Cross-section A–A' was identified as the most critical sector with a FoS of 1.51 and a DSR score of 59, both indicating marginal stability conditions. Conversely, cross-section D–D' demonstrated the highest stability with a FoS of 3.62 and a DSR score of 64. A positive correlation was found between the results of the two methods, where sections with lower FoS values also tend to have lower DSR scores, and vice versa. As a follow-up, one recommended improvement is the installation of horizontal drains in slope sectors with high groundwater levels. This drainage system is expected to effectively reduce pore water pressure in *loose soil* materials, thereby increasing the slope's factor of safety and extending its long-term stability. This study demonstrates that combining analytical and empirical approaches can provide a comprehensive and complementary slope stability assessment. The results of this evaluation can serve as a technical basis for better decision-making in designing safe and economical slope geometries, thereby supporting sustainable mining operations. With a thorough understanding of slope conditions, the characteristics of each method, and the implementation of an appropriate drainage system, slope failure risks can be managed

more effectively, systematically, and proactively.

Keywords: *Slope stability, limit equilibrium method, Morgenstern-Price, Dump Slope Rating, open-pit mining, disposal material*

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Geologi



Dr. Idaryati, S.T., M.T.
NIP. 198306262014042001

Palembang, 10 Juli 2025
Menyetujui,
Pembimbing



Budhi Setiawan, S.T., M.T., Ph.D.
NIP. 197211121999031002

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENYATAAN INTEGRITAS SKRIPSI.....	v
KATA PENGANTAR	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
RINGKASAN.....	viii
<i>SUMMARY</i>	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	1
1.3 Rumusan Masalah	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian	2
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Karakteristik Material Tanah.....	4
2.2 <i>Waste Dump</i>	6
2.2.1 <i>Deep Dump</i>	6
2.2.1 <i>High Dump</i>	6
2.3 Lereng Tambang dan Longsoran	6
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng	7
2.4.1 Kandungan Air Tanah.....	8
2.4.2 Berat Beban Yang Ditanggung Oleh Lereng.....	9
2.4.3 Struktur Geologi	10
2.4.4 Sifat Fisik dan Mekanika Batuan.....	10
2.4.5 Geometri Lereng	11
2.5 Penentuan Sifat Mekanik Batuan	12
2.5.1 Uji Kuat Tekan Uniaksial (Unconfined Compressive Strenght Test)	12

2.5.2 Uji Kuat Tarik Tak Langsung (Indirect Tensile Strenght Test)	13
2.5.3 Uji Kuat Tekan Triaksial (Triaxial Compression Test)	13
2.6 Faktor Keamanan Lereng (<i>Safety Factor</i>)	14
2.7 Metode Keseimbangan Batas (Morgenstern-Price).....	16
2.8 <i>Dump Slope Rating</i> (DSR).....	16
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Tahap Pendahuluan	19
3.2 Pengumpulan Data	19
3.2.1 Jenis dan Sumber Data.....	19
3.2.2 Validasi Data	19
3.3 Pengolahan dan Analisis Data.....	19
3.3.1 Penentuan dan Deskripsi Penampang Lereng.....	22
3.3.2 Analisis Stabilitas Lereng dengan Metode Morgenstern-Price	22
3.3.3 Penilaian Stabilitas Lereng dengan Metode <i>Dump Slope Rating</i> (DSR)	23
3.3.4 Perbandingan dan Evaluasi Hasil	25
3.4 Penyusunan Laporan.....	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Gambaran Umum Lereng Pit X.....	27
4.2 Parameter Geoteknik	27
4.3 Analisa Kestabilan Lereng – Metode <i>Dump Slope Rating</i> (DSR).....	30
4.3.1 Penampang A-A'	30
4.3.2 Penampang B-B'	31
4.3.3 Penampang C-C'	32
4.3.4 Penampang D-D'	32
4.4 Analisis Kestabilan Lereng – Metode Morgenstern-Price.....	33
4.4.1 Penampang A-A'	33
4.4.2 Penampang B-B'	34
4.4.3 Penampang C-C'	35
4.4.4 Penampang D-D'	35
4.5 Perbandingan Hasil FK dan DSR	36
BAB V KESIMPULAN	38
DAFTAR PUSTAKA	xviii

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Ketercapaian Lokasi Penelitian	3
Gambar 2. 1 Sifat-sifat tanah (Putra, 2019)	5
Gambar 2. 2 USDA <i>triangle soil textural classification model</i>	5
Gambar 2. 3 Metode penimbunan <i>Spreader Deep Dump</i>	6
Gambar 2. 4 Metode penimbunan <i>Spreader High Dump</i>	6
Gambar 2. 5 Jenis-jenis Longsoran (Craig, 1989)	7
Gambar 2. 6 <i>Pore water pressure head</i> dari <i>phreatic surface</i> (Abramson at al, 2002) ..	8
Gambar 2. 7 Level air tanah pada lereng tambang (Luden at al, 2020)	9
Gambar 2. 8 Geometri lereng pada tambang terbuka.....	12
Gambar 2. 9 A) Deformasi pada batuan hasil uji UCS dan (B) Pola <i>failure</i> pada berbagai dimensi contoh batuan	12
Gambar 2. 10 Grafik Lingkaran Mohr-Coulomb dalam Pengujian Triaksial	14
Gambar 2. 11 Gaya-gaya yang bekerja pada lereng sederhana.....	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 4. 1 Posisi Penampang Pit X	27
Gambar 4. 2 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Penampang A–A’	34
Gambar 4. 3 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Penampang B-B’	34
Gambar 4. 4 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Penampang C-C’	35
Gambar 4. 5 Hasil Analisis Stabilitas Lereng Penampang D-D’	36

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis tanah dan perbedaannya (Putra, 2019).....	4
Tabel 2. 2 Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Kelongsoran berdasarkan KEPMEN No. 1827 K/30/MEM/2018	15
Tabel 2. 3 Parameter <i>Dump Slope Rating</i> (DSR)	16
Tabel 3. 1 Klasifikasi Pembobotan DSR Berdasarkan Sharma (2017)	23
Tabel 3. 2 Kelas Stabilitas Timbunan dan Rekomendasi (Sharma, 2017)	24
Tabel 4. 1 Penyederhanaan Litologi <i>Material Properties Old dump</i> Berdasarkan Klasifikasi USDA.....	28
Tabel 4. 2 Data <i>material properties</i> pada material <i>old dump</i>	29
Tabel 4. 3 Data <i>material properties</i> pada material insitu	29
Tabel 4. 4 Nilai Porositas dan Permeabilitas Material untuk Analisis Muka Air Tanah	29
Tabel 4. 5 Hasil Penilaian DSR Penampang A–A’	31
Tabel 4. 6 Hasil Penilaian DSR Penampang B–B’	31
Tabel 4. 7 Hasil Penilaian DSR Penampang C–C’	32
Tabel 4. 8 Hasil Penilaian DSR Penampang D–D’	33
Tabel 4. 9 Perbandingan Nilai Faktor Keamanan (FK) dan Skor DSR Tiap Penampang	36

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A.** Data Bor PIT X
- Lampiran B.** Pengolahan *Material Properties Overburden*
- Lampiran C.** Curah Hujan Pada Daerah Penelitian
- Lampiran D.** Data Durasi Hujan Pada Daerah Penelitian
- Lampiran E.** Sumur Pantau Muka Air Tanah
- Lampiran F.** Perhitungan Nilai Parameter DSR

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aktivitas pertambangan terbuka mengakibatkan perubahan besar terhadap morfologi alam, salah satunya adalah pembentukan lereng buatan. Lereng ini memiliki potensi ketidakstabilan yang tinggi dan dapat mengakibatkan kecelakaan kerja, kerugian ekonomi, hingga kerusakan lingkungan (Najib et al., 2024). Dikarenakan potensi tersebutlah, analisis kestabilan lereng merupakan aspek yang krusial dalam perencanaan dan operasi tambang dalam upaya meminimalkan risiko kegagalan lereng.

Pit X di area tambang terbuka PT Bukit Asam, yang berlokasi di Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan, merupakan lokasi penelitian ini. Area ini terbentuk dari material disposal hasil kegiatan tambang sebelumnya, sehingga komposisi materialnya heterogen dan rentan terhadap ketidakstabilan (Reyes & Parra, 2014; Sepriadi et al., 2024). Karakteristik fisik disposal seperti kohesi rendah, sudut geser kecil, dan drainase yang tidak sempurna menyebabkan meningkatnya risiko kegagalan lereng, terutama saat curah hujan tinggi (Kring and Chatterjee 2020; Li et al., 2022). Bahaya kegagalan lereng pada material disposal ini tidak hanya berdampak pada aspek teknis operasional, tetapi juga berpotensi menimbulkan bencana keselamatan dan kesehatan kerja (K3), seperti longsor mendadak yang dapat membahayakan pekerja, peralatan, dan infrastruktur di sekitar area tambang.

Untuk mengantisipasi potensi bahaya ini, digunakannya dua pendekatan dalam menganalisis kestabilan lereng, antara lain metode keseimbangan batas (Limit Equilibrium Method, LEM) dan metode Dump Slope Rating (DSR). Metode keseimbangan batas, khususnya pendekatan Morgenstern-Price, dipilih karena mampu memodelkan keseimbangan gaya dan momen dengan akurasi tinggi (Cheng, Y. M; Lau dan K. 2008; Garo et al., 2024; Liu et al., 2021). Metode ini banyak diterapkan pada evaluasi lereng tambang terbuka, baik pada lereng alami maupun lereng disposal.

Sementara itu, Dump Slope Rating (DSR) merupakan metode klasifikasi empiris yang cepat dan efektif untuk mengidentifikasi sektor-sektor lereng yang berisiko, terutama pada kondisi keterbatasan data geoteknik (Shruti, 2019; Sebayang, Sutriyono et al., 2020; Shalizam et al. 2024; Sharma et al., 2017). Dengan menggunakan kombinasi kedua pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh evaluasi kestabilan lereng yang komprehensif dan valid, yang pada akhirnya mendukung keamanan operasional tambang.

1.2 Maksud dan Tujuan

Berdasarkan dari latar belakang tersebut, adapun maksud dan tujuan adalah mengevaluasi kestabilan lereng di Pit X melalui kombinasi pendekatan analitis dan klasifikasi empiris. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung nilai faktor keamanan (FK) lereng pada masing-masing penampang

- menggunakan metode keseimbangan batas Morgenstern-Price.
2. Menilai tingkat kestabilan lereng berdasarkan metode Dump Slope Rating (DSR) pada penampang yang sama.
 3. Membandingkan dan menganalisis konsistensi hasil kedua metode untuk memvalidasi tingkat risiko longsor secara lebih akurat.
 4. Mengidentifikasi penampang dengan kondisi paling kritis yang memerlukan pemantauan atau penanganan lebih intensif.
 5. Menyusun rekomendasi teknis untuk perbaikan geometri, optimalisasi drainase, dan mitigasi risiko guna mendukung kestabilan lereng secara berkelanjutan.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari maksud dan tujuan tersebut, didapatkannya rumusan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana nilai faktor keamanan lereng di area *Old Dump* Pit X berdasarkan analisis keseimbangan batas metode Morgenstern-Price?
2. Bagaimana klasifikasi tingkat kestabilan lereng berdasarkan metode *Dump Slope Rating* (DSR)?
3. Sejauh mana konsistensi dan keterkaitan hasil analisis antara pendekatan numerik (Morgenstern-Price) dan pendekatan klasifikasi empiris (DSR) dalam mengevaluasi kestabilan lereng?
4. Penampang mana yang berpotensi paling kritis dan memerlukan penanganan atau pemantauan lebih intensif berdasarkan hasil gabungan kedua metode?
5. Rekomendasi teknis apa yang dapat disusun untuk mendukung upaya peningkatan kestabilan lereng secara berkelanjutan?

1.4 Batasan Masalah

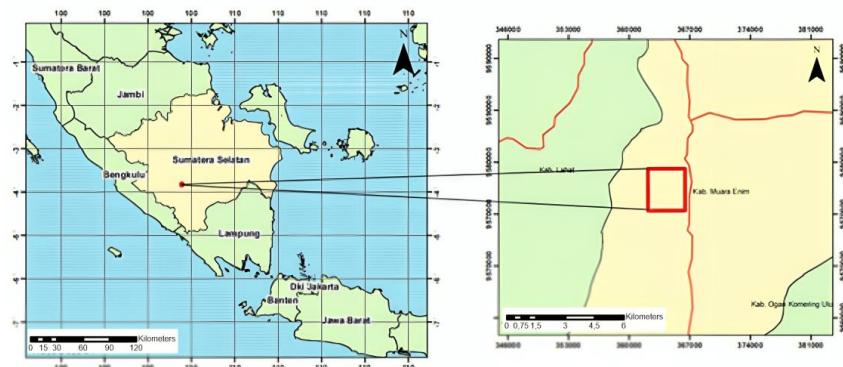
Penelitian ini memiliki lingkup batasan, yang mana dibatasi pada:

1. Area penelitian yang hanya mencakup lereng *Old Dump* Pit X di wilayah operasi PT Bukit Asam.
2. Parameter geoteknik yang dianalisis terbatas pada kohesi (c), juga terbatas pada sudut geser dalam (ϕ), serta pada densitas massa jenis (γ) material penyusun lereng.
3. Analisis stabilitas dilakukan dalam kondisi statis, tanpa mempertimbangkan pengaruh beban seismik atau getaran akibat aktivitas tambang.
4. Model analisis dibuat dalam bentuk dua dimensi (2D) pada penampang melintang terpilih (A–A', B–B', C–C', dan D–D').

1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Lokasi dilakukannya penelitian ini secara administrasi terletak di Pit X, yang merupakan bagian dari tambang terbuka PT Bukit Asam (Persero), Tbk UPTE yang tepatnya berlokasi di kecamatan Lawang Kidul Tanjung Enim, yang merupakan daerah di Kabupaten Muara Enim Provinsi Sumatera Selatan. Adapun Wilayah IUP (WIUP) PT Bukit Asam ini secara geografis berada dalam posisi Bujur Timur $103^{\circ}45'$ BT – $103^{\circ}50'$ BT dan Lintang Selatan $3^{\circ}42' 30''$ LS – $3^{\circ}47' 30''$ atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200

dan lintang 360.600 - 367.000 dalam sistem koordinat internasional. Jarak yang dapat ditempuh untuk mencapai daerah ini adalah sekitar 186 km barat daya dari kota Palembang dengan waktu perjalanan ± 5 jam seperti pada gambar 1. 1.



Gambar 1. 1 Ketercapaian Lokasi Penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson L.W., Lee T.S., Sharma S., dan Boyce G.M. 2002. Slope Stability and Stabilization Methods. John Wiley and Sons Inc., 712.
- Afasedanya, M.M.T. 2019. Distribusi Jangkauan Material Longsor Berdasarkan Analisis Geometri Lereng Dan Sifat Mekanika Batuan Pada Daerah Aliran Sungai Jeneberang Provinsi Sulawesi Selatan. Universitas Hasanuddin.
- Afrizal,N., Mingsi,Y., dan Maiyudi,R. 2021. Analisis Potensi Longsor Pada Ruas Jalan Kawasan Wisata Mandeh-Sungai Nyalo Km 18 Kecamatan Koto XI Tarusan, Kabupaten Pesisir Selatan. Jurnal Bina Tambang, Vol. 4, No.3 : 2302-3333.
- Amin, F. N., Artati, H. K., dan Amalina, A. N. 2023. Pemodelan Lereng Timbunan dengan Perkuatan Geosintetik menggunakan Metode Keseimbangan Batas. Proceeding Civil Engineering Research Forum ISSN 2962-2697 Vol 3 No 1.
- Amin, M.R., Cahyono,Y. D. G., Putri, F. A. R. 2024. Analisis Kestabilan Lereng Pada Tambang Batu Andesit Cv. Empat Lima Desa Morang Kecamatan Kare Kabupaten Madiun Provinsi Jawa Timur. SENASTITAN IV.
- Aryanto, R., Indriastuty, D., Azizi1, M. A., dan Sumarjono, E. 2020. Analisis Tinggi Muka Air Tanah Pada daerah Longsoran serta Pengaruhnya terhadap Kestabilan Lereng dengan Metode Geolistrik di Bukit Kaliwadas, Kedungwaru Karangsambung Jawatengah. Prosiding Seminar Nasional Pakar ke 3 Tahun 2020.
- Bria, Kornelis dan Isjudarto, A. 2023. Analisis Kestabilan Lereng Pada Tambang Batubara Terbuka Pit D Selatan PT. Artha Niaga Cakrabuana Job Site CV. Prima Mandiri Desa Dondang Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jogjakarta.
- B, Shruthi. 2019. "Stability Analysis of Dump Slope in Open Cast Mines." Helix 9(6):5706–10. doi: 10.29042/2019-5706-5710.
- Cheng, Y. M; Lau, C., and K. 2008. Slope Stability Analysis and Stabilization.
- Craig, R. F. 1989. Soil Mechanics 5th Ed. Chapman & Hall, London.
- Fadela, R., Setiawan, B., Fitri, S. N. 2022. Pengaruh Kuat Tarik Geotekstil Terhadap Analisis Stabilitas Lereng dengan Variasi Beban Vertikal dan Jarak Vertikal Geotekstil. Jurnal Matriks Teknik Sipil.
- Frans, J. S. dan Nurfalaq, M. H. 2019. Studi geoteknik Pengaruh Muka Air Tanah terhadap Kestabilan Lereng Tambang Batubara. Prosiding TPT XXVII PERHAPI 2019.
- Garo, Tola, Mahlet Tesfaye, and Shankar Karuppannan. 2024. "Slope Stability Modeling Using Limit Equilibrium and Finite Element Methods: A Case Study of the Adama City, Northern Main Ethiopian Rift." Quaternary Science Advances 15:100228. doi: 10.1016/J.QSA.2024.100228.
- Hardianti, S., Saputra, R., dan Adiwarmar, M. 2023. Perencanaan Desain Disposasi dan Perhitungan Kapasitas Disposasi Di Banko Selatan PT Bukit Asam Tbk Provinsi Sumatera Selatan. Jurnal Teknik Patra Akademia Volume 14 No 02.
- Hasibuan, S dan Heriyadi,B. 2020. Analisis Balik Kestabilan Lereng Bekas Disposasi Area Dengan Menggunakan Metode Bishop di Tambang PT. Nusa Alam Lestari di Desa Salak, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto, Provinsi Sumatera Barat. Jurnal

- Bina Tambang, Vol . 5, No. 4 : 2302-3333.
- Irmanisa, Tari. 2024. Analisis Perkuatan Tanah Dengan Retaining Wall Pada Jalan Lambaro – Batas Kota Sigli Sta 72+550.
- Kring, Katelyn, and Snehmoy Chatterjee. 2020. “Uncertainty Quantification of Structural and Geotechnical Parameter by Geostatistical Simulations Applied to a Stability Analysis Case Study with Limited Exploration Data.” *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences* 125:104157. doi: 10.1016/J.IJRMMS.2019.104157.
- Li, Qi, Yimin Wang, and Kunbiao Zhang. 2022. “Failure Mechanism of Weak Rock Slopes Considering Hydrological Conditions.” *KSCE Journal of Civil Engineering* 26(2):685–702. doi: 10.1007/S12205-021-1198-Z.
- Liu, Tingting, Luyang Ding, Fei Meng, Xiping Li, and Yun Zheng. 2021. “Stability Analysis of Anti-Dip Bedding Rock Slopes Using a Limit Equilibrium Model Combined with Bi-Directional Evolutionary Structural Optimization (BESO) Method.” *Computers and Geotechnics* 134:104116. doi: 10.1016/J.COMPGeo.2021.104116.
- Luden, A. S., IndrawanI, I. G. B., Karnawati, D. 2021. Slope stability analyses by circular failure chart and limit equilibrium methods: the inlet and outlet of diversion tunnel of Bolango Ulu Dam, Indonesia. *E3S Web of Conferences* 325, 01015.
- Maulana, L. H. dan Fajar, J. D., 2019. Kajian Geoteknik untuk Optimalisasi Desain Tambang Batubara menggunakan Limit Equilibrium Method. *Prosiding TPT XVIII Perhapi* 2019.
- Muamalah, A. S. A., Tjoneng, A., Syarif, M. M. 2024. Penentuan Nilai Erodibilitas Tanah pada Kemiringan Lereng di Atas 15% pada DAS Jenelata Kabupaten Gowa Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal AGrotekMAS*.
- Najib, Belia, Nanda Putri, Ahmad Syauqi Hidayatillah, Kevin Setyo, and Adi Nugroho. 2024. “Analisis Kestabilan Lereng Tambang Batubara Menggunakan Metode Rock Mass Rating (RMR), Slope Mass Rating (SMR), Dan Keseimbangan Batas Morgenstren-Price Wilayah Low Wall Pit Y PT . Bina Sarana Sukses , Kabupaten Lahat , Sumatera Selatan.” 45(2):170–82. doi: 10.14710/teknik.v39n1.xxxxxx.
- Putra, Heriansyah. 2019. *Mekanika Tanah; Parameter dan Prosedur Pengujian*. Gre Publishing ;Yogyakarta.
- Putra, R dan Heriyadi,B. 2020. Analisis Stabilitas Lereng Dalam Penentuan Batas Penambangan Pada Zona 4 Tambang Andesit Pt.Bintang Sumatera Pacific, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten 50 Kota, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 5 No. 5.
- Putra, R. M . M. T. A., dan Moestofa, B. 2021. Studi Analisis Stabilitas Dinding Penahan Tanah dan Tiang Bor dalam Penanggulangan Longsoran Jalan (Studi Kasus: Longsoran Jalan Pada Ruas Bogor – Cianjur STA 17+950).
- Putri, N. dan Saldy, T. G. 2021. Analisis Kestabilan Lereng Disposal Dengan Menggunakan Metode Bishop Di Site Puncak Jaya CV. Tekad Jaya Lareh Sago Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Bina Tambang* Volume 6 No 3.
- Reyes, A., and D. Parra. 2014. “3D Slope Stability Analysis by the Using Limit Equilibrium Method Analysis of a Mine Waste Dump.” *Proceedings Tailings and*

- Mine Waste 2014 | Keystone, Colorado, USA | October 5-8, 2014 (October 2014):127–39.
- Sebayang, Wangga, Edy Sutriyono, and Stevanus Nalendra Jati. 2020. “Analisis Kestabilan Lereng Disposol PT Bara Anugrah Sejahtera Muara Enim Sumatera Selatan.” *Jurnal Geomine* 8(1):51–58. doi: 10.33536/jg.v8i1.532.
- Sepriadi, Adiwarman, Mirza, Zahara, Kenyta Ayu. 2024. “Analisis Kestabilan Lereng Highwall Dengan Metode Morgenstern Price Pada PIT 2 Banko Barat Di PT. Bukit Asam, Tbk.” 2(2):66–73.
- Shalizam, Shalizam, Tommy Trides, Albertus Juvensius Pontus, Revia Oktaviani, and Agus Winarno. 2024. “Analisis Kestabilan Lereng Penambangan Ex Disposol Cv Gudang Hitam Prima Kecamatan Sanga Sanga Kabupaten Kutai Kartanegara.” *Jurnal Inovasi Global* 2(2):312–24. doi: 10.58344/jig.v2i2.66.
- Sharma, Rahul, Rajesh Rai, and B. K. Shrivastva. 2017. “Dump Slope Rating for Indian Coal Mining.” 1(1):12–26.
- Sundari, W., dan Krisnasiwi, I. F. 2021. Pengaruh Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Lempung untuk Analisis Faktor Keamanan Lereng dengan Metode Mohr Coulomb pada Ruas Jalan Lingkar Luar Jalur 40 Petuk I Kelurahan Kolua Kota Kupang. *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana Volume 15 Nomor 2*.
- Supardi. 2022. *Buku Ajar Mekanika Batuan*. CV Mega Press Nusantara. ISBN: 978-623-8221-94-3.
- Utami, T dan Kopa, R. 2019. Analisis Efek Rembesan Air Sungai Lawai terhadap Kestabilan Rencana Lereng dengan Metode Morgenstern-Price pada Low Wall Tambang Air Laya Blok Barat PT. Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4 No. 2: 2302-3333.
- Zakri, R.S., Prengki, I., dan Saldy, T.G. 2020. Hubungan Kuat Tekan Uniaksial dan Kuat Tarik Tidak Langsung Pada Batuan Sedimen Dengan Nilai Kuat Tekan Rendah. *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 5, No. 3 : 2302-3333.