

SKRIPSI

**EVALUASI KEMANTAPAN LERENG TAMBANG AIR LAYA
UTARA TIMUR DENGAN PENDEKATAN *SLOPE MASS
RATING (SMR)* DAN *BISHOP* DI PT BUKIT ASAM TBK**



KURNIA FUTRI

03021282126038

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

SKRIPSI

EVALUASI KEMANTAPAN LERENG TAMBANG AIR LAYA UTARA TIMUR DENGAN PENDEKATAN *SLOPE MASS RATING (SMR)* DAN *BISHOP* DI PT BUKIT ASAM TBK

Dibuat untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



OLEH :

KURNIA FUTRI

03021282126038

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

HALAMAN PENGESAHAN

EVALUASI KEMANTAPAN LERENG TAMBANG AIR LAYA UTARA TIMUR DENGAN PENDEKATAN *SLOPE MASS* *RATING* (SMR) DAN *BISHOP* DI PT BUKIT ASAM TBK

SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

KURNIA FUTRI

03021282126038

Indralaya, Juni 2025

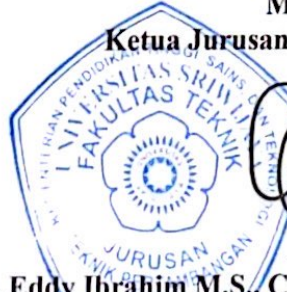
Pembimbing I


Ir. Rosihan Purbianto, S.T., M.T.
NIP. 199002102019031012

Pembimbing II


Eva Oktarinasari, S.T., M.T.
NIP. 199010152022032007

Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan



Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim M.S., CP., IPU., ASEAN-Eng., APEC-Eng., ACPE.
NIP.196211221991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Kurnia Futri
Nim : 03021282126038
Judul : “Evaluasi Kemantapan Lereng Tambang Air Laya Utara Timur dengan Pendekatan *Slope Mass Rating* (SMR) dan *Bishop* di PT Bukit Asam Tbk”

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam laporan Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Juni 2025



Kurnia Futri
NIM. 03021282126038

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kurnia Futri
Nim : 03021282126038
Judul : “Evaluasi Kemantapan Lereng Tambang Air Laya Utara Timur dengan Pendekatan *Slope Mass Rating* (SMR) dan *Bishop* di PT Bukit Asam Tbk”

Memberikan izin kepada pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik. Apabila dalam jangka waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian ini, dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai Penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Juni 2025



Kurnia Futri
NIM. 03021282126038

RIWAYAT PENULIS



Kurnia Futri – lahir di Tenam, Provinsi Jambi pada tanggal 15 Agustus 2003. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, Ayah bernama Faisal dan Ibu bernama Widia Sari. Penulis mengawali pendidikan tingkat sekolah dasar pada tahun 2009 sampai dengan 2015 di SD Negeri 110/I Tenam. Pada tahun 2015 sampai dengan 2018 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang menengah pertama di SMP Negeri 19 Batanghari. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA Negeri Titian Teras H. Abdurrahman Sayoeti pada tahun 2018 sampai dengan 2021. Pada tahun 2021, penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya melalui jalur masuk Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama berkuliah di Universitas Sriwijaya, penulis aktif secara akademis dengan bergabung dalam Laboratorium Kimia Umum pada tahun 2022 sampai dengan 2024 sebagai asisten laboratorium. Penulis juga tergabung dalam Korps Asisten Laboratorium Geologi Dasar sebagai asisten pada tahun 2022 sampai dengan 2023 dan sebagai koordinator asisten pada 2023 sampai dengan 2024. Penulis juga aktif di organisasi Persatuan Mahasiswa Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (PERMATA FT UNSRI) sebagai kepala divisi ekstrakampus di Departemen Eksternal Periode 2023 – 2024. Penulis juga tergabung sebagai anggota Departemen Pemberdayaan Perempuan Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya (BEM FT UNSRI) Periode 2022 sampai dengan 2023. Penulis meraih Juara 1 dalam kompetisi nasional di *Youth Mining Camp Competition* (YMCC) UPN Veteran Yogyakarta pada tahun 2023.

HALAMAN PERSEMBAHAN

الحمد لله رب العالمين

”Rahasiakanlah perkataanmu atau nyatakanlah. Sesungguhnya Dia Maha Mengetahui segala isi hati”
(Q.S. Al – Mulk : 13)

”Dan bahwa manusia hanya memperoleh apa yang telah diusahakannya”
(Q.S. An – Najm : 39)

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

Kedua Orang tuaku, **Ayah** (Faisal) dan **Ibu** (Widia Sari)
Adik – adikku (Elia Indriyani Hasanah) dan (Zaidan Al Fiqri)

Terima Kasih Kepada :

Vrans Willy Wojongan, Sahabat – sahabatku (Nisa, Nadya, Renyta, Almh. Rief),
Emas21, PERMATA FT UNSRI, IATT Sumsel dan semua orang – orang baik
yang kutemui

“Anything that comes to you will never be wrong”

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya, laporan Tugas Akhir yang berjudul ” Evaluasi Kemantapan Lereng Tambang Air Laya Utara Timur dengan Pendekatan *Slope Mass Rating (SMR)* dan *Bishop* di PT Bukit Asam Tbk” ini dapat diselesaikan.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. dan Eva Oktarinasari, S.T., M.T. selaku pembimbing pertama dan kedua yang telah membimbing dalam penyusunan skripsi ini. Terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikan nya skripsi ini antara lain:

1. Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si. selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
3. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim M.S., CP., IPU., ASEAN-Eng., APEC-Eng., ACPE. dan Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
4. Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
5. Seluruh Dosen Pengajar dan Staff Karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Justino Leovigildo Modonca, selaku *Assistant Vice President* Penambangan Air Laya, bapak Desliwandi selaku *Assistant Manager* Penambangan TAL 2 sekaligus pembimbing lapangan, serta bapak – bapak pengawas lapangan yang telah membantu dalam penelitian ini.

Penulisan Laporan ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik maupun saran dari berbagai pihak untuk perbaikan. Penulis berharap agar laporan ini dapat bermanfaat untuk setiap orang yang membacanya.

Indralaya, Juni 2025

Penulis

RINGKASAN

EVALUASI KEMANTAPAN LERENG TAMBANG AIR LAYA UTARA TIMUR DENGAN PENDEKATAN SLOPE MASS RATING (SMR) DAN BISHOP DI PT BUKIT ASAM TBK

Karya Tulis Ilmiah berupa tugas akhir, Juni 2025

Kurnia Putri; Dibimbing oleh Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. dan Eva Oktarinasari, S.T., M.T.

Evaluation of the Slope Stability in North East Air Laya Mine with Slope Mass Rating (SMR) and Bishop Approaches at PT Bukit Asam Tbk

xv + 60 Halaman, 29 Gambar, 38 Tabel, 10 Lampiran

RINGKASAN

Stabilitas lereng merupakan salah satu faktor pendukung proses penambangan yang penting. Hal itu disebabkan stabilitas lereng akan menunjang proses penambangan agar berjalan dengan baik dan efektif serta aman bagi lingkungan dan para pekerja. Penelitian ini dilatar belakangi oleh adanya pergeseran material akibat dari adanya *diskontinuitas* ataupun keberadaan *old dump* yang merupakan area timbunan yang digali kembali. Oleh sebab itu, dilakukan analisis stabilitas lereng dengan menggunakan metode *slope mass rating* dan *bishop*. Analisis metode *bishop* menggunakan *software rocscience slide*. Berdasarkan klasifikasi menggunakan metode *rock mass rating* dan *slope mass rating* lereng A (*low wall*) tergolong dalam batuan kelas II sehingga termasuk lereng stabil dan kemungkinan longsoran berbentuk blok batuan. Sedangkan lereng B tergolong dalam kelas III sehingga termasuk batuan baik dan lereng sebagian stabil dengan kemungkinan kelongsoran berbentuk baji dan kekar. Analisis lereng menggunakan *bishop* dibedakan menjadi dua kondisi yaitu aktual dan jenuh. Hasil analisis faktor keamanan aktual di lereng A yaitu 1,207 dan dalam keadaan jenuh yaitu 0,765. Sedangkan untuk lereng B dalam kondisi aktual yaitu 1,046 dan jenuh 0,89. Oleh sebab itu diperlukan evaluasi untuk geometri lereng agar lebih stabil yaitu dengan pembuatan ulang geometri lereng. Untuk lereng A dibuat dengan geometri tinggi 44,149 m dan lebar 132,381 m dan sudut 26° dengan muka air tanah maksimum 23,497 m dibawah permukaan lereng (*overall slope*) sehingga FK didapatkan pada angka 1,324. Sedangkan evaluasi untuk lereng B desain *single slope* dengan lebar 35 m dan tinggi 5 meter dengan sudut 20° dan muka air tanah maksimum 58,194 di bawah permukaan lereng sehingga didapatkan FK 1,265.

Kata Kunci : *Rock Mass Rating, Slope Mass Rating, Bishop*, Faktor Keamanan, Stabilitas Lereng

Kepustakaan : 28 (1955 – 2024)

SUMMARY

EVALUATION OF THE SLOPE STABILITY IN PIT NORTH EAST AIR LAYA MINE WITH SLOPE MASS RATING (SMR) AND BISHOP APPROACHES AT PT BUKIT ASAM TBK

Scientific paper in the form of a final project, June 2025.

Kurnia Futri; Guided by Ir. Rosihan Pebrianto, S.T., M.T. dan Eva Oktarinasari, S.T., M.T.

Evaluasi Kemantapan Lereng Tambang Air Laya Utara Timur dengan Pendekatan *Slope Mass Rating (SMR)* dan *Bishop* di PT Bukit Asam Tbk

xv + 60 Pages, 29 Pictures, 38 Tables, 10 Attachments

SUMMARY

Slope stability is one of the important supporting factors of the mining process. This is because slope stability will support the mining process to run well and effectively and safely for the environment and workers. This research is motivated by the existence of material shifts due to discontinuities or the existence of old dumps which are excavated backfill areas. Therefore, a slope stability analysis was conducted using the slope mass rating and bishop method. Analysis of bishop method using rocscience slide software. Based on the classification using rock mass rating and slope mass rating methods, slope A (low wall) is classified as class II rock so that it includes stable slopes and the possibility of rock block-shaped avalanches. While slope B is classified in class III so that it includes good rock and partially stable slopes with the possibility of wedge-shaped and brittle landslides. Slope analysis using Bishop is divided into two conditions, namely actual and saturated. The results of the actual safety factor analysis on slope A in each location are 1,207 and in saturated conditions each location is 0.765. While for slope B in actual condition is 1.046 and saturated 0.89. Therefore, it is necessary to evaluate the slope geometry to make it more stable, namely by remaking the slope geometry. For slope A, the geometry is made with a height of 44.149 m and a width of 132.381 m and an angle of 26° with a maximum water table of 23.497 m below the slope surface (overall slope) so that FK is obtained at 1.324. For slope B, a single slope design with a width of 35 m and a height of 5 meters with an angle of 20° and a maximum groundwater level of 58.194 below the slope surface so that the FK is obtained at 1.265.

Keywords : *Rock Mass Rating, Slope Mass Rating, Bishop, Safety Factor, Slope Stability.*

Literature : 28 (1955 – 2024)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RIWAYAT PENULIS.....	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Ruang Lingkup.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Klasifikasi Massa Batuan	5
2.1.1. Rock Mass Rating (RMR)	5
2.1.2. Slope Mass Rating (SMR).....	15
2.2 Kriteria Keruntuhan	17
2.2.1. Kriteria Keruntuhan <i>Mohr Coulomb</i>	17
2.2.2. Kriteria Keruntuhan <i>Generalized Hoek – Brown</i>	19
2.2.3. <i>Geological Strength Index (GSI)</i>	20
2.2.4. <i>Analisis Bishop</i>	22
2.3 Lereng dan Tipe Longsoran	24
2.3.1. Lereng.....	24
2.3.2. Tipe Longsoran.....	25
2.4 Stabilitas lereng	27
2.4.1. Faktor keamanan lereng	28
2.4.2. Metode analisis stabilitas lereng.....	29
2.5 Faktor yang mempengaruhi stabilitas lereng	32
2.5.1. Faktor – faktor pembentuk gaya penahan.....	32
2.5.2. Faktor – faktor pembentuk gaya penggerak	34
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	36
3.1. Lokasi Penelitian.....	36
3.2. Waktu Pelaksanaan Penelitian	37
3.3. Tahapan penelitian	38
3.3.1. Studi Literatur.....	38
3.3.2. Observasi Lapangan	38
3.3.3. Pengambilan Data.....	39

3.3.4. Pengolahan dan Analisis Data	39
3.3.5. Hasil dan Pembahasan.....	40
3.3.6. Kesimpulan dan Saran.....	40
3.4. Bagan Alir Penelitian	40
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1. Keadaan Umum Area Penelitian	42
4.1.1. Kondisi Geologi Regional	42
4.1.2. Stratigrafi dan Litologi Area Penelitian	44
4.2. Klasifikasi Massa Batuan	47
4.2.1. Klasifikasi Massa Batuan dengan Metode <i>Rock Mass Rating</i> (RMR)	49
4.2.2. Klasifikasi Massa Batuan dengan Metode <i>Slope Mass Rating</i> (SMR).....	51
4.3. Analisis Stabilitas Lereng dengan metode <i>Bishop</i>	53
4.3.1. Analisis Stabilitas Lereng A.....	53
4.3.2. Analisis Stabilitas Lereng B.....	55
4.4. Evaluasi dan Rekomendasi Geometri Lereng	57
4.4.1. Evaluasi dan Rekomendasi Geometri Lereng A.....	57
4.4.2. Evaluasi dan Rekomendasi Geometri Lereng B.....	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1. Metode pengukuran RQD secara langsung	10
2.2. Pengukuran jarak antar bidang diskontinuitas menggunakan bentangan <i>scanline</i> (Hoek and Brown, 1980)	11
2.3. Material pengisi bidang diskontinuitas (ISRM, 1981)	13
2.4. Profil kekasaran bidang permukaan (ISRM, 1981).....	14
2.5. Kriteria keruntuhan <i>Mohr- Coulomb</i>	19
2.6. Konstanta faktor kerusakan (D) (Hoek – Brown, 2002)	22
2.7. Gaya – Gaya yang bekerja pada suatu potongan.....	23
2.8. Longsor Busur (<i>Circular Failure</i>) (Hoek and Bray, 1981)	26
2.9. Longsor Bidang (<i>Plane Failure</i>) (Hoek dan Bray, 1981)	26
2.10. Longsor Baji (<i>Wedge Failure</i>) (Hoek and Bray, 1981).....	27
2.11. Longsor Guling (<i>Toppling Failure</i>) (Hoek and Bray, 1981).....	27
2.12. Metode perhitungan gaya – gaya pada metode <i>Morgenstern Price</i>	31
3.1. Peta Izin Usaha Pertambangan PT Bukit Asam Tbk (Satuan Kerja Perencanaan PT Bukit Asam Tbk, 2018).....	36
3.2. Peta Kesampaian Daerah PT Bukit Asam Tbk UPTE	37
3.3. Bagan Alir Penelitian	41
4.1. Peta Geologi Regional Unit Pertambangan Tanjung Enim (Satuan Kerja Perencanaan PT Bukit Asam Tbk 2018).....	44
4.2. Stratigrafi dan litologi <i>pit</i> TAL Utara PT Bukit Asam Tbk (Satuan Kerja Eksplorasi PT Bukit Asam Tbk, 2024)	47
4.3. Peta Penampang Sayatan Lereng A dan B	48
4.4. (a) Kondisi Lereng A (<i>low wall</i>) (b) Kondisi Lereng B (<i>high wall</i>)	49
A.1.1. (a). <i>joint set</i> 1 lokasi 1 (b) <i>joint set</i> 2 lokasi	63
A.1.2. Lokasi 2 Lereng A	63
A.1.3. Lokasi 3 Lereng A	63
A.1.4. (a) <i>joint set</i> 1 lokasi 4 (b) <i>joint set</i> 2 lokasi 4	64
E.1. Nilai Faktor Keamanan Aktual Lereng A	74
E.2. Nilai Faktor Keamanan Lereng A dalam Keadaan Jenuh.....	75
E.3. Nilai Faktor Keamanan Aktual Lereng B	76
E.4. Nilai Faktor Keamanan Lereng B dalam Keadaan Jenuh.....	77
F.1. Nilai Faktor Keamanan Hasil Evaluasi Lereng A.....	78
F.2. Nilai Faktor Keamanan Hasil Evaluasi Lereng B	79

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1. Klasifikasi <i>Rock Mass Rating</i> (Bieniawski, 1989).....	6
2.2. Kelas Massa Batuan menurut <i>Rock Mass Rating (RMR)</i>	8
2.3. <i>Rating</i> nilai <i>Uniaxial Compressive Strength</i> (Bieniawski, 1989).....	9
2.4. Hubungan indeks RQD dengan kualitas batuan (Bieniawski, 1989)	10
2.5. <i>Rating</i> RMR berdasarkan jarak kekar (Bieniawski, 1989).....	11
2.6. Klasifikasi kemenerusan kekar (ISRM, 1981)	12
2.7. Klasifikasi jarak pemisah antar bidang diskontinuitas (Barton, 1973) ..	12
2.8. <i>Rating</i> kondisi air tanah.....	14
2.9. Klasifikasi orientasi diskontinuitas (Bieniawski, 1989).....	15
2.10. Penyesuaian pengaplikasian klasifikasi RMR.....	15
2.11. Kelas Massa Batuan menggunakan klasifikasi RMR.....	15
2.12. <i>Rating</i> Klasifikasi Slope Mass Rating Romana 1985	16
2.13. Pembobotan Metode Penggalan SMR.....	17
2.14. Deskripsi kelas SMR	17
2.15. Nilai Konstanta m_i (Hoek – Brown, 2006)	20
2.16. Nilai faktor keamanan (Bowles, 1984).....	24
2.17. Faktor keamanan lereng tambang menurut KEPMEN 1827 K/30/MEM/2018	29
3.1. Jadwal Kegiatan Penelitian	38
4.1. Hasil pengambilan data di lapangan.....	48
4.2. Nilai <i>Rock Mass Rating</i> pada lereng A dan B	50
4.3. <i>Rating</i> Klasifikasi Massa Batuan menggunakan metode <i>Slope Mass Rating</i>	52
4.4. Nilai FK hasil evaluasi dan rekomendasi geometri lereng.....	57
B-1. Data Orientasi diskontinuitas dan lereng A (<i>low wall</i>)	65
B-2. Data Orientasi diskontinuitas dan lereng B (<i>high wall</i>)	66
C-1. <i>Rating</i> RMR pada lereng A (<i>low wall</i>).....	67
C-2. <i>Rating</i> RMR pada lereng B (<i>high wall</i>).....	68
D-1. <i>Rating</i> SMR pada lereng A (<i>low wall</i>).....	71
D-2. <i>Rating</i> SMR pada lereng B (<i>high wall</i>)	73
G. <i>Material Properties Old Dump</i>	80
H. Parameter dalam Kriteria Keruntuhan <i>Generalized Hoek</i>	81
I.1. Hasil Analisis dan Evaluasi Stabilitas lereng A dan	82
J. Geometri lereng B Aktual.....	83

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Dokumentasi Diskontinuitas	63
B. Data Orientasi diskontinuitas area penelitian	65
C. Pembobotan (<i>rating</i>) nilai <i>Rock Mass Rating (RMR)</i>	67
D. Pembobotan (<i>rating</i>) nilai <i>Slope Mass Rating (SMR)</i>	71
E. Hasil Analisis Faktor Keamanan Lereng	74
F. Faktor Keamanan Lereng Hasil Evaluasi	78
G. <i>Material Properties Old Dump</i>	80
H. Parameter Kriteria Keruntuhan <i>Generalized Hoek – Brown</i>	81
I. Hasil Analisis dan Evaluasi Lereng A dan B	82
J. Geometri lereng B Aktual.....	83

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertambangan adalah salah satu bidang yang memiliki peran penting dalam perkembangan dan kemajuan industri serta kehidupan manusia. Pertambangan berperan dalam pemenuhan kebutuhan manusia baik kegiatan sehari - hari maupun sebagai industri yang meningkatkan kemajuan ekonomi dan pendapatan di Indonesia. Kegiatan pertambangan bertujuan untuk mengekstraksi bahan galian ataupun sumber daya alam yang ada di Indonesia. Bahan galian merupakan sumber daya yang dimiliki oleh Negara yang memiliki nilai keekonomisan untuk dieksploitasi dan dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat Indonesia. Bahan galian yang ada di Indonesia dibagi menjadi lima jenis yaitu Mineral logam, Mineral non-logam, Batuan, Batubara, dan Radioaktif menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2020. Setiap bahan galian yang berpotensi untuk dieksploitasi akan dimanfaatkan untuk pemenuhan kebutuhan manusia terutama sebagai sumber energi, pemenuhan kebutuhan dan peralatan sehari-hari, ataupun industri transportasi dan teknologi lainnya.

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dalam industri pertambangan terutama penambangan batubara. Perusahaan ini merupakan salah satu perusahaan yang berperan dalam pemenuhan kebutuhan batubara baik lokal maupun internasional. Proses penambangan di PT Bukit Asam Tbk dilakukan secara tambang terbuka menggunakan alat penambangan konvensional berupa *excavator* dan *dump truck*. PT Bukit Asam Tbk memiliki Izin Usaha Pertambangan seluas 40.347 Ha berdasarkan perizinan Izin Usaha Pertambangan (IUP) nomor 487/1/IUP/PMDN/2021 untuk operasi produksi batubara yang terdiri dari Tambang Air Laya (TAL), Banko Barat, Banko Tengah Blok A, Banko Tengah Blok B dan Muara Tiga Besar (MTB).

Proses penambangan memerlukan berbagai hal yang perlu diperhatikan dan dipertimbangkan, dimulai dari perencanaan penambangan, geometri dan kestabilan lereng *pit* penambangan, jalan angkut dalam proses penambangan, *front*

penambangan, *stockpile* ataupun *disposal* dalam area penambangan dan masih banyak hal lainnya yang perlu diperhatikan. Stabilitas lereng merupakan salah satu faktor penting dalam mendukung proses penambangan yang berlangsung dengan efektif dan aman. Permasalahan dalam stabilitas lereng banyak ditemui di tambang terbuka. Hal-hal yang dapat mempengaruhi dalam stabilitas lereng yaitu sifat fisik dan mekanik batuan, pelapukan dan gaya dari luar, keberadaan air tanah, dan geometri lereng tersebut.

Klasifikasi massa batuan merupakan suatu metode yang dikembangkan untuk mengklasifikasikan jenis batuan berdasarkan berbagai parameter yang hasilnya akan menunjukkan ketahanan dari batuan terhadap gaya dari luar. Klasifikasi massa batuan juga dapat dipakai untuk menyelesaikan berbagai permasalahan yang terjadi di lapangan. Klasifikasi massa batuan yang sering dipakai adalah *Rock Mass Rating* (RMR) dan *Slope Mass Rating* (SMR). Stabilitas lereng dipengaruhi oleh gaya penahan dan gaya penggerak yang ada pada lereng. Lereng yang aman adalah lereng yang memiliki gaya penahan yang lebih besar dibanding dengan gaya penggeraknya. Sebaliknya, apabila gaya penggerak lebih besar dari gaya penahan, maka lereng tersebut dinyatakan dalam kondisi tidak aman dan berpotensi mengalami kelongsoran.

Upaya yang dapat dilakukan untuk optimasi lereng agar lebih aman dan efisien adalah dengan desain lereng yang sesuai. Faktor yang perlu diperhatikan dalam melakukan desain lereng adalah geometri lereng yang dibentuk, mulai dari tinggi lereng, lebar lereng, dan sudut kemiringan lereng. Selain itu juga dipengaruhi oleh *material properties* dan kualitas batuan tersebut. Penelitian ini didasarkan pada adanya perubahan ataupun pergeseran material yang terjadi di *pit* Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur akibat banyaknya diskontinuitas dan adanya material *old dump*. Oleh karena itu, diperlukan klasifikasi massa batuan yang digunakan adalah *Slope Mass Rating* (SMR) untuk menentukan kualitas batuan dan menggunakan metode *Bishop* dalam analisis dan evaluasi kestabilan lereng.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis klasifikasi massa batuan dengan metode *Slope Mass Rating*

(SMR) pada lereng Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur ?

2. Berapa nilai faktor keamanan lereng dengan metode *bishop* berdasarkan pengolahan data menggunakan *software Rocscience Slide* pada lereng Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur ?
3. Bagaimana rekomendasi desain ulang geometri lereng yang stabil sebagai perbaikan dari lereng sebelumnya di Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur ?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengetahui dan Menganalisis klasifikasi massa batuan dengan menggunakan metode *Slope Mass Rating* (SMR) pada lereng Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur di PT Bukit Asam Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan.
2. Mengetahui nilai faktor keamanan lereng dengan metode *bishop* berdasarkan pengolahan data menggunakan *software Rocscience Slide* pada lereng Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur di PT Bukit Asam Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan.
3. Mengevaluasi dan memberikan rekomendasi geometri lereng yang stabil sebagai perbaikan dari lereng sebelumnya di Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur di PT Bukit Asam Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Pengaplikasian secara langsung ilmu teori yang didapatkan selama di kampus.
2. Memberikan rekomendasi geometri lereng yang stabil dan efisien untuk perusahaan.
3. Dapat dijadikan evaluasi dan bahan pertimbangan untuk desain geometri lereng berdasarkan pertimbangan klasifikasi massa batuan dan material yang ada.

1.5. Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup pada kegiatan penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan di lereng pada *pit* Tambang Air Laya (TAL) Utara Timur di PT Bukit Asam Tbk Unit Pertambangan Tanjung Enim Sumatera Selatan dengan metode *bishop* menggunakan *software rocscience slide*.
2. Penelitian berfokus pada klasifikasi massa batuan dengan metode *Rock Mass Rating* dan *Slope Mass Rating* serta hubungannya terhadap stabilitas lereng.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Z. H. (2022). *Optimasi geometri lereng penambangan untuk nilai faktor keamanan PT. Gunung Bumi Perkasa, Sukabumi* (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Anderson, M.G., Richard K.S., (1987). *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*, John Wiley and Sons.
- Asam, P. B. (2019). *Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Keseimbangan Batas Pada Lereng High Wall Pit 1 Utara Tambang Banko Barat Menggunakan Software Geostudio Slope/W 2018 Di Pt Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan* *Slope Stability Analysis With Boundary Equilibrium Methods On The High*. Jurnal Teknik Patra Akademika 10(1), (58-76)
- Aulia, Z., Harnani, H., & Utamaputra, R. G. (2024). *Analisis Kestabilan Lereng Berdasarkan Klasifikasi Massa Batuan dengan Metode Rock Mass Rating (RMR) di PT. Bukit Asam, Tbk. Sumatera Selatan*. Jurnal Penelitian Sains, 26(1), 94-103.
- Barton, N., (1973). *Review of a new shear-strength criterion for rock joints*. Eng. Geol., 7: 287–332.
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications: a complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*. John Wiley & Sons.
- Bishop, A.W. (1955) *The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slope*. Geotechnique, 10, 129-150.
- Bowles, J.E. (1984). *Physical and Geotechnical Properties of Soils*, McGrawHill, Inc., USA.
- Das, B. M. (1985). *Mekanika Tanah-Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis*, Jilid 1, 2, Terjemahan oleh Noor Endah Mochtar, Ir., M. Sc (Doctoral dissertation, Ph. D, dan Indra Surya B. Mochtar, Ir., M. Sc., Ph. D. Principles of Geotechnical Engineering, Penerbit Erlangga, Jakarta).
- Deere, D. (1988). *The rock quality designation (RQD) index in practice*. In Rock classification systems for engineering purposes. ASTM International.
- Denni, R. (2021). *Desain Perkuatan Lereng Menggunakan Klasifikasi Slope Mass Rating (Smr)(Studi Kasus: Domain 5 dan Domain 9 Pit Batu Hijau PT Amman Mineral Nusa Tenggara)*. (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Hasan, B.M., dan Heriyadi, B. (2019). *Analisis Balik Kestabilan Lereng Tambang Batubara Pit RTS-C Sisi Barat WUP Roto-Samurangau PT. Kideco Jaya Agung, Kecamatan Batu Sopang, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur*. Jurnal Bina Tambang, ISSN: 2302-3333. Vol. 5 (1) : 74-84.

- Hoek and Bray. (1981). *Rock Slope Engineering*. Institution of Mining and Metallurgy : CRC Press.
- Hoek E., Brown E.T. (1980). *Open pit Mining In Rock*. The Institute Mining And Metallurgy: London.
- Hoek, E., Brown, E.T. (2018). *The Hoek - Brown Failure Criterion and GSI - 2018 Edition*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering : 1-19.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (2002). *Hoek-Brown failure criterion-2002 edition. Proceedings of NARMS-Tac*, 267-273.
- Hoek, E. (2006). *Practical Rock Engineering*. Canada.
- Indonesia, K. M. R. (2018). *Keputusan Menteri Sumber Daya Energi dan Mineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM*. Menteri Energi Sumberdaya Mineral Republik Indonesia.
- ISRM. (1981). *Suggested Methods For The Quantitative Description Of Discontinuitas*. in Rock Masses. UK Oxford: Pengamon Press.
- Kartawinata, K. B. (2023). *Analisis Karakteristik Massa Batuan dengan Metode Rock Mass Rating Untuk Kestabilan Lereng Tambang Limestone Pt Cicatih Putra Sukabumi di Sukabumi Jawa Barat*. (Bachelor's thesis, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Morgenstern, N.R. and Price, V.E. (1965) *The Analysis of the Stability of General Slip Surfaces*. Géotechnique, 15, 79-93.
- Mudhoffar, M. F., & Zaki, M. (2022). *Analisis Stabilitas Lereng Pada Tanah Clay Shale Dengan Perkuatan Bored Pile Dan Cutting Tanah*. In Prosiding Seminar Intelektual Muda (Vol. 4, No. 1, pp. 165-174).
- Pebrianto, R., Louisa, A. A., Harsiga, E., & Waristian, H. (2024). *Optimasi Desain Geometri Lereng Material Old Dump Pada Usaha Penggalian Ulang Pit X PT. Bukit Asam Tbk*. MINERAL, 9(1), 16-24.
- Pratiwi, D., Yakin, Y. A., & Mahaputra, A. (2022). *Analisis Stabilitas Lereng Batuan dengan Pendekatan Kriteria Keruntuhan Hoek-Brown dan Mohr Coulomb Menggunakan Metode Numerik Plaxis 2D*. Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi), 4(2), 74-81.
- Priest, S. D., & Hudson, J. A. (1976). *Discontinuity Spacing in Rock Geomechanics Abstracts*. Rotterdam. Balkema.
- Singh, B. dan Goel, R.K., (2011). *Engineering rock mass classification*. Elsevier.
- Takwin, G. A., Turangan, A. E., & Rondonuwu, S. G. (2017). *Analisis Kestabilan Lereng Metode Morgenstern-Price (Studi Kasus: Diamond Hill Citraland)*. Tekno, 15(67).
- Undang Undang Nomor 3 Tahun (2020) *Tentang Perubahan atas Undang Undang Nomor 4 Tahun 2009 Tentang Pertambangan Mineral dan Batubara*. Lembaran Negara RI Tahun 2020 Nomor 147. Tambahan Lembaran RI Nomor 6525. Sekretariat Negara. Jakarta.