

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE
KESETIMBANGAN BATAS PADA RENCANA GALIAN PIT Y
PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika*



Disusun oleh:

**DUWY AGUSTINAH
NIM. 08021181823078**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE
KESETIMBANGAN BATAS PADA RENCANA GALIAN PIT Y
PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Fisika*

Oleh:

DUWY AGUSTINAH

NIM. 08021281823080

Indralaya, 26 Mei 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

Dosen Pembimbing I


Dr. Siti Sailah, S.Si., M. T.

NIP. 197010201994122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya:

Nama : Duwy Agustinah

NIM : 08021181823078

Judul TA : Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas Pada Rencana Galian Pit Y PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti etika penulisan karya tulis ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains di program studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila di kemudian hari terdapat kesalahan atau keterangan palsu dalam surat pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang telah di terapkan.

Indralaya, 12 Juni 2023

Yang Menyatakan



Duwy Agustinah

NIM. 08021181823078

**ANALISIS KESTABILAN LERENG MENGGUNAKAN METODE
KESETIMBANGAN BATAS PADA RENCANA GALIAN PIT Y
PT BUKIT ASAM TBK, TANJUNG ENIM, SUMATERA SELATAN**

Oleh:

DUWY AGUSTINAH

NIM. 08021181823078

ABSTRAK

Dalam sistem penambangan terbuka, penting untuk mengetahui seberapa stabilnya suatu lereng. Lereng yang tidak stabil akan berpengaruh pada proses produksi tambang dan menyebabkan kerugian. Stabil atau tidaknya lereng dapat diketahui dari nilai faktor keamanan. Dalam penelitian ini, nilai faktor keamanan dicari menggunakan metode kesetimbangan batas. Lereng yang dianalisis merupakan lereng sisi *low wall*, *side wall* dan *high wall*. Jika nilai faktor keamanan lereng lebih dari 1.25 maka lereng dalam kondisi aman dan stabil. Namun pada penelitian ini lereng *low wall* penampang B-B' dan penampang C-C' serta *high wall* penampang D-D' memiliki nilai $FK < 1.25$ sehingga dilakukan pembuatan rekomendasi desain lereng agar menjadi aman. Pembuatan rekomendasi desain lereng ini dilakukan dengan cara mengubah geometri lereng, diantaranya yaitu memperkecil sudut lereng, menambah tinggi dan lebar *bench* serta menambah jumlah *bench*.

Kata Kunci: lereng tambang, kestabilan lereng, faktor keamanan, rekomendasi desain.

Indralaya, 31 Mei 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

Dosen Pembimbing I

Dr Siti Sailah, S.Si., M.T.

NIP. 197010201994122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika

Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 197009101994121001

**SLOPE STABILITY ANALYSIS USING LIMIT EQUILIBRIUM METHOD
IN PIT Y EXCAVATION PLAN PT BUKIT ASAM TBK,
TANJUNG ENIM, SOUTH SUMATERA**

By:

**DUWY AGUSTINAH
NIM. 08021181823078**

ABSTRACT

In an open pit mining system, it is important to know how stable a slope is. Unstable slopes will affect the mine production process and cause losses. Whether a slope is stable or not can be determined from the safety factor value. In this study, the safety factor value is sought using the limit equilibrium method. The slopes analyzed are low wall, side wall and high wall slopes. If the slope safety factor value is more than 1.25 then the slope is safe and stable. However, in this research, the low wall slope of cross section B-B' and cross section C-C' and the high wall of cross section D-D' have FK value < 1.25 so that the slope design recommendations are made to be safe. Making slope design recommendations is done by changing the slope geometry, including minimizing the slope angle, increasing the height and width of the bench and increasing the number of benches..

Keywords: mine slope, slope stability, factor of safety, design recommendations


Indralaya, 31 Mei 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

Dosen Pembimbing I


Dr Siti Sailah, S.Si., M.T.
NIP. 197010201994122001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika


Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “**Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas Pada Rencana Galian Pit Y PT Bukit Asam Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan**” ini dengan baik dan lancar. Tujuan penulisan Skripsi ini adalah untuk memenuhi syarat kurikulum guna memperoleh gelar Sarjana Sains di Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu mulai dari proses penelitian sampai dengan pembuatan Skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih tabf sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT atas ridho dan rahmatnya telah memberikan penulis kelancaran dan keselamatan sehingga penulis dapat mengerjakan skripsi ini mulai dari penelitian sampai dengan penyelesaian skripsi
2. Ibu Dr. Siti Sailah, S.Si, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah sabar membantu, mengarahkan dan membimbing penulis, terima kasih atas bantuan dan saran mulai dari rencana penlitian sampai selesainya penyusunan tugas akhir ini.
3. Bapak Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika, Dosen Pembimbing II dan Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah banyak membantu penulis selama proses perkuliahan, terima kasih atas bimbingan dan motivasi yang selalu diberikan sehingga penulis bisa menjadi lebih baik lagi.
4. Bapak M. Yusup Nur Khakim, Ph.D. dan Drs. Hadir Kaban, M.T selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik yang membangun kepada penulis.
5. Seluruh Dosen Jurusan Fisika FMIPA UNSRI yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat selama penulis menjalankan studi.
6. Seluruh Staf Kepegawaian dan Administrasi Jurusan Fisika FMIPA UNSRI yang telah banyak membantu penulis dalam mengurus administrasi.
7. Bapak Kusno dan Ibu Suherni selaku kedua orangtua penulis yang selalu memberikan doa, kasih sayang dan motivasi kepada penulis sehingga perkuliahan ini dapat diselesaikan dengan baik.
8. Eka Maya Arpeni dan Destiliani selaku saudara kandung penulis, Makwo, Pakwo, Mbah Barat, Mbah Marmi, Sepupu, Keponakan tercinta (Azziya dan Rania) dan

seluruh keluarga besar yang senantiasa mendoakan, memberikan semangat dan menemani penulis di masa-masa sulit.

9. Ayu Puspita, Saptawita Hasna, Fetty Fajriati, Putri Azzahra, Nurrahmah Khalifatul Ilmi, Desby Niscaya Putri, Tria Khotimah, Kevin Merdayanti, Putri Lestari, Widya Utama, Vica Vijayanti, Destri Wulandari, Agusman Harfi, Riky Kurniawan, M.Aswadi dan Try Novian Pahlawan selaku Sahabat Terbaik yang bersedia menjadi pendengar yang baik dan menghibur penulis dikala susah.
10. Indana Zulfa, Shinta Maharani, Ayu Yunita, Ernita dan Lestiani Angguna selaku Teman Seperjuangan di Fisika sejak mahasiswa baru sampai sekarang yang banyak membantu penulis selama perkuliahan.
11. Teman-Teman Fisika Angkatan 2018 AMF18I khususnya KBI Geofisika, terima kasih untuk kebersamaan, suka duka, pengalaman dan bantuannya sampai hari ini.
12. Tim Satuan Kerja Eksplorasi dan Geoteknik PT Bukit Asam Tbk, khususnya Pak Radian, Mba Utari, Mas Davin, Mas Arga, Mas Wiwit, Mas Yudi, Mas Ito, Mas Jumadi, Mas Melan, Mba April, Mas Riski, Mas Fajrin, Mas Apri, Mas Anggi dan seluruh pegawai, terima kasih atas bantuan dan bimbingan selama penulis melakukan penelitian di PTBA.
13. Rekan-Rekan Seperjuangan KP/TA/PKL di PT Bukit Asam Tbk, khususnya Alfain, Lia, Putri, Pieter, Adit, Angga, Mifta, Tita, Oliv, Yaumun, Ziya, Qori, Hana, Fani, Heni, Karin, Ika, Trias, Ikhsan dan yang lainnya yang senantiasa memberikan hiburan dan teman diskusi selama penelitian.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dikarenakan keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan dengan harapan bahwa Skripsi ini dapat menjadi lebih baik lagi. Penulis berharap agar kiranya Skripsi ini dapat diterima oleh pihak instansi terkait.

Indralaya, Mei 2023

Penulis



Duwy Agustinah

NIM. 08021181823078

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional	4
2.1.1 Struktur Geologi dan Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	4
2.1.2 Stratigrafi Daerah Penelitian	8
2.2 Well Logging	9
2.2.1 Log Gamma Ray.....	11

2.2.2	Log Density	11
2.3	Lereng	13
2.4	Analisis Kestabilan Lereng	15
2.5	Teori Keruntuhan Mohr Coulomb	20
2.6	Metode Kesetimbangan Batas	21
2.6.1	Metode Bishop.....	22
2.6.2	Metode Janbu	22
2.6.3	Metode Spencer	23
2.6.4	Metode Morgenstern-Price.....	24
2.7	Sifat Fisik dan Mekanik Batuan	24
2.7.1	Sifat Fisik Batuan	25
2.7.2	Sifat Mekanik Batuan	27
BAB III.....		28
METODE PENELITIAN		28
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	28
3.2	Perangkat dan Data Penelitian.....	28
3.2.1	Perangkat Penelitian	28
3.2.2	Data Penelitian.....	29
3.3	Prosedur Kerja	29
3.3.1	Pelaksanaan Penelitian.....	29
3.3.2	Interpretasi Data Log	29
3.3.3	Penampang Lereng 2D.....	30
3.3.4	Menentukan Nilai Faktor Keamanan	31
3.4	Diagram Alir penelitian	33
BAB IV		35

HASIL DAN PEMBAHASAN.....	35
4.1 Identifikasi Litologi Batuan	35
4.2 Parameter Sifat Fisik dan Mekanik Batuan.....	41
4.3 Nilai Faktor Keamanan Lereng	42
4.3.1 Penampang A-A'	43
4.3.2 Penampang B-B'	44
4.3.3 Penampang C-C'	45
4.3.4 Penampang D-D'	47
4.4 Rekomendasi Desain Lereng.....	48
4.4.1 Rekomendasi Desain Lereng Penampang B-B'	49
4.4.2 Rekomendasi Desain Lereng Penampang C-C'	50
4.4.3 Rekomendasi Desain Lereng Penampang D-D'	51
4.5 Analisis Kestabilan Lereng	52
BAB V.....	53
PENUTUP	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Peta Struktur Tektonik Regional dan Cekungan Sumatera Selatan	4
Gambar 2.2. Stratigrafi Cekungan Sumatera Selatan.....	7
Gambar 2.3. Peta Geologi Regional Tanjung Enim	8
Gambar 2.4. Stratigrafi Tanjung Enim.....	9
Gambar 2.5. Grafik Respon Litologi Batuan Terhadap Log Density	10
Gambar 2.6. Grafik Respon Litologi Batuan Terhadap Log Gamma Ray	11
Gambar 2.7. Hubungan Antara Satuan CPS dan gr/cm^3	13
Gambar 2.8. Geometri pada Lereng Tambang	14
Gambar 2.9. Skema Longsoran (a)busur, (b)bidang, (c)baji dan (d)guling	18
Gambar 2.10. Perubahan Geometri Lereng dengan Cara Mengurangi Ketinggian....	19
Gambar 2.11. Perubahan Geometri Lereng dengan Cara Mengurangi Kemiringan Lereng (a)Metode Pemotongan (b) Metode Penimbunan	19
Gambar 2.12. Perubahan Geometri Lereng dengan Cara Penjenjangan	19
Gambar 2.13. Keruntuhan Mohr-Coulomb	20
Gambar 2.14. Skema Gaya yang Bekerja Pada Sebuah Lereng	21
Gambar 2.15. Gaya-Gaya yang Bekerja Pada Metode Spencer	23
Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian	28
Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian.....	34
Gambar 4.1. Peta Penampang Lereng Pit Y dan Lokasi Sumur Bor	35
Gambar 4.2. Kondisi Lereng Penampang A-A'	43
Gambar 4.3. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang A-A'	43
Gambar 4.4. Kondisi Lereng Penampang B-B'	44
Gambar 4.5. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang B-B' (Low Wall)	44
Gambar 4.6. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang B-B' (High Wall).....	45
Gambar 4.7. Kondisi Lereng Penampang C-C'	45
Gambar 4.8. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang C-C' (Low Wall)	46
Gambar 4.9. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang C-C' (High Wall).....	46
Gambar 4.10. Kondisi Lereng Penampang D-D'	47
Gambar 4.11. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang D-D' (Low Wall)	47
Gambar 4.12. Faktor Keamanan Overall Slope Penampang D-D' (High Wall)	48
Gambar 4.13. Nilai Faktor Keamanan Penampang B-B' Setelah Perbaikan Desain....	50

- Gambar 4.14.** Nilai Faktor Keamanan Penampang C-C' Setelah Perbaikan Desain 50
- Gambar 4.15.** Nilai Faktor Keamanan Penampang D-D' Setelah Perbaikan Desain ... 51

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Standar Nilai Faktor Keamanan yang Digunakan di PT Bukit Asam Tbk. ...	15
Tabel 3.1. Rancangan Kegiatan Penelitian	29
Tabel 4.1. Identifikasi Litologi Data Log Sumur GT 125.....	36
Tabel 4.2. Identifikasi Litologi Data Log Sumur GT 127.....	37
Tabel 4.3. Identifikasi Litologi Data Log Sumur GT 20.....	39
Tabel 4.4. Parameter Input Material Lereng pada Geostudio.....	42
Tabel 4.5. Nilai Faktor Keamanan Lereng	49
Tabel 4.6. Nilai Faktor Keamanan Setelah Perbaikan Desain Lereng	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metode geofisika adalah disiplin ilmu yang menggunakan parameter fisika pada berbagai metode untuk mengeksplorasi sumber daya alam seperti air tanah, batubara, mineral, minyak bumi dan gas. Metode geofisika yang paling umum digunakan dalam eksplorasi batubara adalah metode *well logging* (Kearey et al., 2002). Salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mendapatkan data geologi batubara bawah permukaan secara cepat dan akurat yaitu metode *well logging*. Metode ini memberikan akurasi data yang relatif tinggi dibandingkan dengan metode lainnya, sehingga metode ini masih menjadi pilihan utama bagi perusahaan untuk melakukan eksplorasi walaupun membutuhkan biaya yang relatif tinggi. Metode *well logging* adalah metode pencatatan data lubang bor secara kontinu dari pengukuran yang dibuat untuk menyelidiki variasi beberapa sifat fisik batuan yang dihasilkan dari pengeboran lubang bor (Reeves, 1986).

PT. Bukit Asam Tbk merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan batubara yang berlokasi di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. PT Bukit Asam Tbk memiliki tiga lokasi penambangan diantaranya yaitu tambang Banko Barat, Tambang Air Laya (TAL) dan Muara Tiga Besar (MTB). Sistem penambangan yang digunakan pada PT Bukit Asam Tbk merupakan sistem penambangan terbuka (*open pit*) dengan metode konvensional yang merupakan kombinasi antara alat galian dan alat angkut (Irawan et al., 2018). Dalam penambangan terbuka, penting untuk mengetahui stabil atau tidaknya suatu lereng. Lereng merupakan faktor penting dalam operasi produksi suatu tambang. Produksi pertambangan dapat berjalan dengan lancar ketika kondisi lereng stabil. Kestabilan lereng sangat bergantung pada sifat batuan dan faktor eksternal yang ada di lapangan seperti muka air tanah, getaran, dan kondisi lainnya. Stabil atau tidaknya suatu lereng dapat diketahui dari nilai faktor keamanan (FK). Nilai FK suatu lereng dapat ditentukan dengan analisis stabilitas lereng menggunakan metode tertentu (Arif et al., 2020).

Pada kegiatan penambangan, seperti penggalian pada lereng dapat menyebabkan terjadinya perubahan besarnya gaya-gaya pada lereng yang mengakibatkan

terganggunya kestabilan lereng dan akhirnya dapat menyebabkan lereng tersebut longsor. Kelongsoran pada lereng dapat menyebabkan banyak kerugian pada keberlangsungan kegiatan penambangan diantaranya terhambatnya pengangkutan batubara dan proses produksi. Longsor dapat terjadi karena adanya faktor dari luar dan faktor dari dalam. Faktor luar bisa disebabkan karena adanya aktivitas penggalian dan peledakan sedangkan faktor dari dalam bisa disebabkan karena kondisi geologi. Oleh karena itu sebelum melakukan kegiatan penambangan perlu dilakukan analisis kestabilan lereng daerah tersebut agar memberikan kontribusi rancangan yang aman dan ekonomis.

Penelitian ini dilakukan di PT Bukit Asam Tbk dengan lokasi penelitian berada pada area Pit Y dan kondisi lereng yang akan dianalisis yaitu *side wall*, *low wall* dan *high wall*. Menentukan nilai faktor keamanan bertujuan untuk mengetahui kondisi lereng apakah dalam keadaan stabil atau ada kemungkinan terjadi longsor di area penelitian serta membuat rekomendasi desain lereng jika faktor keamanan menunjukkan nilai kemungkinan terjadinya longsor. Analisis kestabilan lereng dalam penelitian ini menggunakan metode kesetimbangan batas (*limit equilibrium methods*) dengan pendekatan Spencer dan alat bantu berupa *software Geostudio Slope/W 2018*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan masalah yang akan diangkat pada penelitian ini, yaitu:

1. Bagaimana kondisi litologi bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan interpretasi data log?
2. Bagaimana hasil analisis kestabilan lereng *low wall*, *high wall* dan *side wall* area penelitian berdasarkan nilai faktor keamanannya?
3. Bagaimana rekomendasi perbaikan desain lereng agar aman dan stabil?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Interpretasi litologi batuan berdasarkan nilai *log gamma ray* dan *log density*.
2. Penentuan nilai faktor keamanan lereng menggunakan *software Geostudio Slope/W 2018* dengan parameter input sifat fisik dan mekanik batuan dari hasil uji laboratorium.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menentukan litologi bawah permukaan daerah penelitian berdasarkan interpretasi data log.
2. Menganalisis kestabilan lereng *low wall*, *high wall* dan *side wall* area penelitian berdasarkan nilai faktor keamanan.
3. Membuat rekomendasi desain lereng yang aman dan stabil apabila nilai faktor keamanan < 1.25 .

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi litologi bawah permukaan daerah penelitian dan dapat memberikan rekomendasi desain lereng yang aman untuk dilakukan kegiatan penambangan apabila nilai faktor keamanan < 1.25 sebagai bentuk upaya mitigasi terhadap kemungkinan terjadinya longsor daerah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abramson, L. W., Lee, T. S., Sharma, S., & Boyce, G. M. (2001). *Slope Stability and Stabilization Methods 2nd Edition*. London: John Wiley & Sons Inc.
- Anderson, M. G., & Richards, K. S. (1987). *Slope stability: geotechnical engineering and geomorphology*. London: John Wiley & Sons.
- Arif, I. (2016). *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Arif, M. Z., Widodo, N. P., & Prasetyo, S. H. (2020). Studi pengaruh geometri lereng pada analisis kemantapan lereng 2d dan 3d dengan metode kesetimbangan batas. *Indonesian Mining Professionals Journal*, 2(2), 51–55.
- Asquith, G., & Gibson, C. (1982). *Basic Well Logging Analysis for geologist*. Tulsa: The American Association of Petroleum Geologist.
- Astawa, R. M., Kramadibrata, S., & Wattimena, R. K. (2014). *Mekanika Batuan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Atiqah, F., & Heriyadi, B. (2019). Analisis Kestabilan Lereng Front IV Pit Limit Di Area Penambangan Batu Kapur PT . Semen Padang Sumatera Barat, 5(3), 29–38.
- Bishop, A. W. (1955). The Use the Slip Circle in the Stability Analisis of Slopes. *Geotechnique*, 5(1), 7–17.
- Bishop, M. G. (2001). *South Sumatra Basin Province, Indonesia: The Lahat/Talang Akar Cenozoic Total Petroleum System*. Colorado: Open File Report 99-50-S USGS.
- Bowless, J. E. (1991). *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Cherianto, O., Rajagukguk, P., & Monintja, S. (2014). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Bishop (Studi Kasus: Kawasan Citraland sta.1000m). *Jurnal Sipil Statik*, 2(3), 139–147.
- Chopra, P. E., Papp, & Gibson, D. (2000). *Geophysical Well Logging*. (D. of Geology, Ed.). Australia.
- Darman, H., & Sidi, F. H. (2000). *An outline of the geology of Indonesia*. Jakarta: Indonesian Association of Geologists.

- De Coster, G. L. (1974). *The Geology of the Central and South Sumatra Basins*.
- Djumhani. (1998). *Diklat Well Logging Batubara Pengantar Eksplorasi Batubara, Bidang Tenaga Teknik Geologi, Departemen Pertambangan dan Energi, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum*. Bandung: , Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan.
- Faizana, F., Nugraha, A. L., & Yuwono, B. D. (2015). Pemetaan Risiko Bencana Longsor Kota Semarang. *Jurnal Geodesi Undip*, 4(1), 223–234.
- Ginger, D., & Fielding, K. (2005). The petroleum systems and future potential of the South Sumatra basin. August. *Indonesian Petroleum Association*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29118/ipa.2226.05.g.039>
- Hardiyatmo, H. C. (2006). *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Harsono. (1993). *Pengantar Evaluasi Log*. Jakarta: Schlumberger Data Services.
- Hoek, E., & Bray, J. W. (1981). *Rock Slope Engineering Third Edition*. London: Institution of Mining and Metallurgy.
- Hower, J. C. (2002). *Coal GeoLogY*. In *International Journal of Coal GeoLogY* (Vol. 53).
- Huang, Y. H. (2014). *Slope Stability Analysis by The Limit Equilibrium Method: Fundamentals and Methods*. Virginia: ASCE Press.
- Irawan, M., Heriyadi, B., & Octova, A. (2018). Kajian Kestabilan Lereng RKAP 2018 Lokasi Penambangan Muara Tiga Besar Utara PT . Bukit Asam Tbk Tanjung Enim. *Jurnal Bina Tambang*, 3(4), 1566–1576.
- Kearey, P., Brooks, M., & Hill, I. (2002). *An Introduction to Geophysical Exploration Third Edition*. Oxford: Blackwell Science Ltd.
- Koesoemadinata, R. P. (1980). *Geologi Minyak dan Gas Bumi (Jilid 1 Ed)*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Krahn, J. (2004). *Stability Modelling With Slope/W 1st Edition*. Kanada: Geoslope/W International Ltd.
- Martono, H. S. (2008). *Panduan Deskripsi Batuan*. Bandung: Recsalog.
- Morgenstern, N. U., & Price, V. E. (1965). The analysis of the stability of general

- slip surfaces. *Geotechnique*, 15(1), 79–93.
- O’Kelly, B., Orr, T., & Farrel, E. (2009). *Fifty Years of Teaching, Research and Innovation in Geotechnical Engineering at Trinity College Dublin*. Dublin: Trinity College Dublin.
- Reeves, D. R. (1986). *Coal Interpretation Manual*. England: BPB Instruments Limited.
- Rider, M. H. (1996). *The Geological Interpretation of Well Logs*. Malta: Interprint Ltd.
- Rider, M. H. (2002). *The Geophysical Interpretation of Well Logs 2nd Edition*. New York: John Willey and Sons Ltd.
- Salinita, S., & Bahtiar, A. (2014). Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Kualitas Batubara Lapisan “D” Formasi Muara Enim. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 10(2), 91–104.
- Sepriadi, & Prastowo, A. M. (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. *Jurnal Teknik Patra Akademika*, 10(01), 58–75. <https://doi.org/10.52506/jtpa.v10i01.87>
- Setiahadiwibowo, A. P. (2016). Analisis Karakteristik Batubara Berdasarkan Rekaman Well Logging Di Daerah Kabupaten Katingan Kalimantan Tengah. *Jurnal Kurvatek*, 1(2), 81–87.
- Sudibyoy, N. H., & Ridho, M. (2015). Pendeteksi tanah longsor menggunakan sensor cahaya. *Jurnal Tim Darmajaya*, 01(02), 218–227.
- Susanto, A., & Heriyadi, B. (2020). Analisis Kestabilan Lereng Untuk Perencanaan Optimalisasi Penambangan Pada Lokasi Tambang Air Laya (TAL) Barat PT . Bukit Asam Tbk. *Jurnal Bina Tambang*, 5(4), 129–139.
- Wyllie, D. C., & Mah, C. W. (2004). *Rock slope Engineering Civil and Mining 4th Edition*. Canada: Spon Press.
- Zakaria, Zu. (2011). *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Laboratorium Geologi Teknik.