

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH GETARAN HASIL PELEDAKAN TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA PIT TSBC PT.BUKIT ASAM Tbk. TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN



OLEH

EVA DWI ANGGRAINI
03021381621087

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020

SKRIPSI

ANALISIS PENGARUH GETARAN HASIL PELEDAKAN TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA PIT TSBC PT.BUKIT ASAM Tbk. TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



OLEH

**EVA DWI ANGGRAINI
03021381621087**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN DAN GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH GETARAH HASIL PELEDAKAN TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA PIT TSBC PT. BUKIT ASAM Tbk, TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

EVA DWI ANGGRAINI
03021381621087

Palembang, Desember 2020

Pembimbing I,

Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA
NIDK. 8864000016

Pembimbing II,

Diana Purbasari S.T., M.T.
NIP.198204172008122002



Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T.,M.T.
NIP. 196902091997032001

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : EVA DWI ANGGRAINI
NIM : 03021381621087
Judul : ANALISIS PENGARUH GETARAN HASIL PELEDAKAN TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA PIT TSBC TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. 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.

Palembang, Desember 2020



EVA DWI ANGGRAINI
NIM. 03021381621087

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : EVA DWI ANGGRAINI
NIM : 03021381621087
Judul : ANALISIS PENGARUH GETARAN HASIL PELEDAKAN TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA PIT TSBC TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

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



HALAMAN PERSEMBAHAN

**Jalan menuju tujuan mungkin tidak lurus, tetapi bisa selesai lebih cepat jika
kita berjalan melalui rute sulit yang tak direncanakan**

-IKIGAI-

Skripsi ini dipersembahkan untuk:

**Ibuku (Ponisih) dan Ayahku (Edy Suparli) serta kedua saudara laki-laki ku
yang memberi doa dan semangat dalam pembuatan skripsi ini**

RIWAYAT PENULIS



Eva Dwi Anggraini, merupakan putri kedua dari tiga bersaudara, dari pasangan bapak Edy Suparli dan ibu Ponisih. Lahir di Tanjung Enim, 9 Maret 1998. Mengawali pendidikan tingkat dasar di Sekolah Dasar Negeri 4 Tanjung Enim hingga lulus tahun 2010. Kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Tanjung Enim, lulus pada tahun 2013. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Menengah Atas 1 Muara Enim hingga lulus tahun 2016 dan berhasil lulus di Universitas Sriwijaya pada tahun yang sama di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan.

Selama menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya, penulis aktif dalam organisasi. Penulis aktif dalam organisasi Ikatan Ahli Teknik Perminyakan Indonesia sebagai sekretaris periode 2018 – 2019.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat-Nya laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam semoga tercurahkan kepada Rasulullah SWA. Tugas ini dilaksanakan di PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan pada September 2019 sampai November 2019 dengan judul “ Analisis Pengaruh Getaran Hasil Peledakan Terhadap Kestailan Lereng di Pit TSBC PT Bukit Asam Tbk”.

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penyelesaian penyusunan ini terjadi berkat bantuan dari beberapa pihak. Oleh sebab itu, diucapkan terima kasih banyak kepada beberapa pihak yang telah membantu khususnya kepada Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Diana Purbasari ST., MT. selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II serta kepada pihak – pihak lain, yaitu:

1. Prof. Ir. Subriyer Nasir, MS., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani S.T., M.T dan Bochori, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan dan Seketaris Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya
3. Seluruh dosen dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya yang telah berjasa memberikan ilmu dan tenaganya.
4. M Nur Muhammy, M. Romi Noviansyah, dan Osmon Tedy selaku pembimbing lapangan di PT. Bukit Asam Tbk

Laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh sebab itu, perlunya evaluasi untuk penelitian selanjutnya dari kekurangan tersebut. Diharapkan laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Palembang, Desember 2020

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS PENGARUH GETARAN HASIL PELEDAKAN TERHADAP KESTABILAN LERENG PADA PIT TSBC PT. BUKIT ASAM, Tbk TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Oktober 2020

Eva Dwi Anggraini; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Diana Purbasari S. T., M. T

Analysis of The Effect of Vibration of Explosion Results on Slope Stability in Pit TSBC at PT Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim South Sumatera

ix + 68 halaman, 15 gambar, 11 tabel, 5 lampiran

RINGKASAN

Lereng dalam kegiatan penambangan diperlukan analisis dan perhitungan, karena lereng yang berbahaya akan menyebabkan longsor yang dapat membahayakan pekerja. Pada analisis lereng, proses pengupasan *overburden* dimana menggunakan metode *blasting* berpengaruh dalam kestabilan lereng. Kestabilan suatu lereng yang dipengaruhi getaran hasil peledakan yang menyebabkan alasan peneliti dalam melakukan penelitian. Menganalisis kestabilan lereng menggunakan software *rocksceince slide v.6*. Kestabilan lereng akan dianalisis sesuai dengan standar faktor keamanan dimana $FK > 1,25$ dalam keadaan stabil. Analisis awal secara statis dimana tanpa adanya pengaruh getaran yaitu hanya *density*, kohesi dan sudut geser dalam. FK hasil analisis dalam keadaan statis yaitu *section A1 1,886; section A2 2,171; section B1 1,984; section B2 2,004; section C1 2,323; section C2 1,648*. Analisis *Pseudo-Statis* dengan menambahkan getaran hasil peledakan yaitu percepatan *seismic* dari gelombang *longitudinal* dimana percepatan yang digunakan 0,058 (g). Hasil analisis dalam keadaan *Pseudo statis* yaitu *section A1 1,575; section A2 2,171; section B1 1,677; section B2 1,700; section C1 1,946; section C2 1,402*.

Kata kunci: Kestabilan Lereng, Faktor Kemanan, Blasting

Revegetasi Kepustakaan : 22(1955-2016)

SUMMARY

ANALYSIS OF THE EFFECT OF VIBRATION OF EXPLOSIVE RESULTS ON SLOPE STABILITY IN PIT TSBC AT PT. BUKIT ASAM, TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Scientific paper in the form of skripsi, October 2020

Eva Dwi Anggraini; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Diana Purbasari S. T., M. T

Analisis Pengaruh Getaran Hasil Peledakan Terhadap Kestabilan Lereng Pada Pit TSBC PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan

ix + 68 page, 15 picture, 11 table, and 5 attachment

SUMMARY

Slopes in mining activities require analysis and calculation because dangerous slopes will cause landslides that can endanger workers. In slope analysis, the overburden stripping process which uses the blasting method affects the stability of the slope. The stability of a slope which is influenced by the vibration of the blasting results is the reason why the researcher did the research. Analyze slope stability using Rockscience Slide v.6 software. Slope stability will be analyzed according to the safety factor standard where $FK > 1.25$ is stable. The initial analysis is static where without the influence of vibration, namely only density, cohesion, and internal shear angle. The FK analysis results were in a static state, namely section A1 1.886; section A2 2,171; section B1 1,984; section B2 2,004; section C1 2,323; section C2 1,648. Pseudo-Static Analysis by adding blasting vibration results, namely the seismic acceleration of the longitudinal wave where the acceleration used is 0.058 (g). The results of the analysis in a pseudo-static state, namely section A1 1.575; section A2 2,171; section B1 1,677; section B2 1,700; section C1 1,946; section C2 1,402.

Keywords: Slope stability, safety faktor, blasting

Literature: 22 (1955-2016)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
HALAMAN RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
RINGKASAN.....	ix
SUMMARY	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Kestabilan Lereng	4
2.1.1 Parameter Material	4
2.1.2 Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng	5
2.1.3 Analisi Kestabilan Lereng.....	6
2.1.3.1 Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Statis.....	8
2.1.3.2 Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Pseudo-Statis	9
2.1.4 Longsoran.....	11
2.2 Aktivitas Peledakan.....	14
2.2.1 Energi Peledakan	15
2.2.2 Mekanisme Pecahnya Batuan	15
2.2.3 Getaran Tanah	17
2.3 Hubungan Getaran Hasil Peledakan Terhadap kestabilan Lereng.....	18
2.3.1 Getaran Hasil Peledakan	18
2.3.2 Hubungan Getaran Hasil Peledakan Terhadap Kestabilan Lereng.....	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu Penelitian	21

3.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	21
3.3 Kondisi Geologi	22
3.4 Tahapan Penelitian	24
3.3.1 Studi Literatur	25
3.3.2 Pengambilan Data	25
3.3.2.1 Data Primer.....	25
3.3.2.2 Data Skunder	25
3.3.3 Pengolahan Data	25
3.3.4 Analisis Data	26
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Analisis Faktor Keamanan Kestabilan Lereng	28
4.1.1 Kondisi PIT TSBC.....	28
4.1.2 Analisis Faktor keamanan Kestabilan Lereng	29
4.2 Analisis Faktor Keamanan Kestabilan Lereng dengan Pengaruh Getaran Hasil Peledakan	29
4.2.1 Kondisi Peledakan	29
4.2.2 Analisis Faktor Keamanan dengan Pengaruh Getaran Hasil Peledakan	30
4.3. Rekomendasi Lereng Final Terhadap Pengaruh Getaran Hasil peledakan.....	31
4.3.1. Analisis <i>Overall slope</i>	31
4.3.2. Analisis <i>Intermediate Slope</i>	33
4.3.3 Analisis <i>Single Slope</i>	34
4.3.4 Analisis Faktor Keamanan dengan Perbedaan Lebar Berm	36
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	39
 DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Longsor Bidang.....	12
2.2 Longsor Bajih	13
2.3 Longsor Busur	14
2.4 Lonsor Guling	14
2.5 Mekanisme Pecahnya Batuan	17
3.1 Lokasi Penambangan PT.Bukit Asam, Tbk	22
3.2 Statigrafi TSBC.....	23
3.3 Bagan Alir Penelitian	27
4.1 Hasil Faktor Keamanan pada <i>Section C</i> Statis	29
4.2 Hasil Faktor Keamanan pada <i>Section C</i> Pseudo Statis	30
4.3 Hasil Faktor Keamanan <i>Overall</i> pada <i>Section A1</i> Statis.....	32
4.4 Hasil Faktor Keamanan <i>Overall</i> pada <i>Section A1</i> Pseudo Statis	32
4.5 Hasil Faktor Keamanan <i>Intermadiate</i> pada <i>Section A1</i> Statis	33
4.6 Hasil Faktor Keamanan <i>Intermadiate</i> pada <i>Section A1</i> Pseudo Statis	33
4.7 Hasil Faktor Keamanan Jenis Material <i>Overburden A1</i> Statis.....	35
4.8 Hasil Faktor Keamanan Jenis Material <i>Overburden A1</i> Pseudo Statis	35
4.9 Pengaruh Jenis Material Terhadap Kestabilan Lereng.....	36
4.10 Pengaruh Lebar Berm Terhadap Kestabilan Lereng	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Tingkat Nilai Faktor Keamanan	11
3.1 Jadwal Penelitian	21
3.2 Parameter Geoteknik	24
3.3 Ringkasan Metode Penyelesaian Masalah dalam Penelitian.....	26
4.1 Hasil Faktor Keamanan Pada Setiap <i>Section</i>	29
4.2 Hasil Faktor Keamanan Pada Setiap <i>Section</i>	31
4.3 Perbandingan Hasil Faktor Keamanan Secara Statis dan Pseudo Statis	31
4.4 Rekomendasi Hasil Faktor Keamanan <i>Overall</i> Setiap <i>Section</i>	32
4.5 Rekomendasi Hasil Faktor Keamanan <i>Intermediate</i> Setiap <i>Section</i>	33
4.6 Rekomendasi Hasil Faktor Keamanan Setiap Material.....	35
4.7 Perbandingan Faktor Keamanan dengan Perbandingan Lebar <i>Berm</i>	37

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A.Peta Lokasi Penelitian	42
B. Penampang PIT TSBC	43
C. Analisis Faktor Keamanan.....	44
D. Rekomendasi Analisis Nilai Faktor Keamanan Lereng PIT TSBC	50
E. Data Getaran Hasil Peledakan Bulan April-Oktober.....	67

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Bukit Asam Tbk merupakan perusahaan yang bergerak pada industri pertambangan. Pada PT. Bukit Asam Tbk, terdapat pit Muara Tiga Besar (MTB), TSBC (Townsit) dan Banko Barat. Dalam penambangan batubara perlu terlebih dahulu melakukan pengupasan *overburden*. Banyaknya pengupasan *overburden* mengharuskan lereng harus dalam keadaan stabil. Kestabilan lereng memiliki sifat dan perilaku yang berbeda setiap batuannya dan terjadi karena adanya bidang – bidang lemah atau diskontinuitas. Lereng sendiri terdapat lereng alami dan lereng buatan. Lereng buatan merupakan lereng dengan bentuk geometri dibuat oleh manusia dengan perhitungan dan analisis.

Faktor yang harus diperhatikan dalam kestabilan lereng mulai dari geometri lereng, sifat fisik dan mekanik, struktur geologi, muka air tanah dan getaran. Pada pit TSBC getaran pada hal ini terjadi karena adanya proses pengupasan *overburden* dengan sistem *blasting*. Sistem *blasting* dalam pengupasan *overburden* akan menghasilkan energi, dimana terdapat dua energi yang dihasilkan yaitu *work energy* dan *waste energy*. *Work energy* merupakan energi yang menyebabkan terjadinya peledakan, sedangkan *waste energy* merupakan energi sisa dari hasil peledakan. Salah satu hasil dari *waste energy* yaitu *seismic energy*, *seismic energy* ini merupakan getaran dari hasil peledakan. Getaran yang dihasilkan dari peledakan dapat mempengaruhi keadaan sekitar, mulai dari fasilitas dan sarana tambang, kestabilan lereng dan bangunan masyarakat sekitar daerah tambang.

Kestabilan lereng sangat penting untuk ditinjau karena pengaruh getaran hasil peledakan. Pada pit TSBC dengan lokasi yang berdekatan dengan pemukiman penduduk dan berada pada garis intrusi andesit perlu peninjauan yang baik. Getaran hasil peledakan yang besar membuat kerusakan infrastruktur pada pemukiman penduduk dan lereng pada sekitar tambang. Intrusi magma membuat pergerakan material sehingga lereng menjadi tidak stabil sehingga getaran hasil peledakan harus diminimalisir agar kestabilan lereng akan menjadi

stabil. Faktor lain seperti getaran hasil peledakan ini yang mampu memperkecil adanya longsoran yang terjadi.

Dengan melihat kestabilan lereng yang stabil dengan nilai getaran hasil peledakan yang kecil serta rekomendasi geometri lereng dapat membuat keamanan dalam melakukan kegiatan penambangan. Maka dari itu peneliti melakukan penelitian ini agar meminimalisir terjadinya kelongsoran.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kestabilan lereng pada pit TSBC di PT. Bukit Asam, Tbk ?
2. Bagaimana getaran tanah hasil peledakan dan pengaruh getaran tanah hasil peledakan terhadap keamanan kestabilan lereng pit TSBC di PT. Bukit Asam Tbk ?
3. Bagaimana rekomendasi geometri lereng dengan pengaruh getaran tanah hasil peledakan pada pit TSBC di PT. Bukit Asam Tbk ?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilaksanakan di pit TSBC pada PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan.
2. Penelitian ini hanya menghitung nilai FK pada lereng final dan pengaruh getaran hasil peledakan.
3. Penelitian ini merekomendasikan geometri lereng tanpa melihat faktor ekonomi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menganalisis kestabilan lereng pada pit TSBC di PT. Bukit Asam Tbk.
2. Menganalisis kestabilan lereng pada pit TSBC yang dipengaruhi oleh getaran hasil peledakan di PT. Bukit Asam Tbk.
3. Menganalisis geometri lereng yang dipengaruhi getaran hasil peledakan pada pit TSBC di PT. Bukit Asam Tbk.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari tugas akhir ini adalah:

1. Evaluasi kestabilan lereng dengan tingkat getaran tanah guna mengantisipasi kestabilan lereng
2. Merancang geometri lereng guna menghasilkan kestabilan lereng yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreson, M.G., dan Richard, K.S., (1987). *Slope Stability Geotechnical Engineering and Geomorphology*. Washington: US Geological Survey
- Arief, I. (2016). *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Balfas, M.D., (2011). *Buku Panduan Skripsi Atau Tugas Akhir, Seminar dan Praktek Kerja Lapangan*. Samarinda: Universitas Mulawarman
- Bhandari, S. (1997). *Engineering Rock Blasting Operations*. Rotterdam: AA Balkema
- Bishop, A.W. (1955). The Use Of Slip Surface In The Stability Of Analisis Slopes. *Journal Of General Theory Of Stability Of Slope Geotechnique*
- Bowles, J.E., (1984). *Physical and Geotechnical Properties Of Soils*. USA: Mc Graw-Hill Book Company
- Das, B.M. (1985). *Mekanika Tanah (Jilid 1)*. Jakarta: Erlangga
- Downding, C.H., (1984). *Blast Vibration Monitoring and Control*. USA: Northwestern University
- Hadiwidjoyo, M.M.P. (1992). *Falsafah Kemantapan Lereng*. (Online). <https://www.scribd.com/document/101827515/Falsafah-Kemantapan-Lereng>
- Hamphill, G. (1981). *Blasting Operations*. USA: McGraw-Hill Book Company
- Hardiyanto, H.C. (2006). *Mekanika Tanah 1 Edisi ke-4*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Hoek dan Bray. (1981). *Rock Slope Engineering*. Institution of Mining and Metallurgy: Cec Press
- Jimeno, C.L., (1995). *Drilling and Blasting of Rock*. Roterdam: AA Bakema
- Kuzu, C., dan Hudaverdi, T., (2005). *Evaluation of Blast-Induced Vibrations*. *International Jurnal of Brighton Conference Proceedings Vol. 34 No. 4*
- Marmer, D. (2008). *Modul Diklat Dampak Peledakan*. Bandung: Tekmira
- Pasang, J. (2013). *Analisis Pengaruh Pola Rangkaian Peledakan Terhadap Tingkat Getaran Tanah (Ground Vibration Level) pada PT. Cipta*

Kridatama Jobsite PT. Multi Harapan Utama, Kabupaten Kutai Kertanegara, Kalimantan Timur, Universitas Mulawarman

Read, J dan Peter, S. (2009). *Open Pit Slope Design*. Australia: CSIRO Publishing

Standar Nasional Indonesia. (2010). *Baku Tingkat Getaran Peledakan Pada Kegiatan Tambang Terbuka Terhadap Bangunan*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Suwandi, A. (2009). *Kursus Juru Ledak XIV Pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian*. Bandung: Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara

Terzaghi, K. (1950). *Mechanism of Landslides*. Harvard: Harvard University Department of Engineering

Vidyanti, D. (2012). *Mekanika Tanah 1*. Jakarta: Universitas Merai Buana

Wyllie, D.C., dan Mah, C. W., (2005). *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4th Edition*. New York: Spon Press, Taylor and Francis Group