

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KESTABILAN LERENG JALAN TAMBANG DI AREA
ZONA 4 PT. BINTANG SUMATRA PASIFIK
DI KOTO ALAM KABUPATEN 50 KOTA**

**Diajukan untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pertambangan**



AHMAT TORKIS ZUDRI

15137075/2015

**PROGRAM STUDI STRATA-1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

PERSetujuan PEMBIMBING
TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Kestabilan Lintang Jalan Tambang di Area Zona
4 PT. Bintang Samudra Pasifik di Kota Alor Kabupaten
SO Kota.

Nama : Ahmet Terkin Zaidi

NIM/TM : 15137075/2013

Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

Jurusan : Teknik Pertambangan

Fakultas : Teknik

Padang, Oktober 2019

Ditandatangani Oleh :

Pembimbing



Yuni Mingsi Anaperta, S.T., M.T.
NIP. 19790304 200801 2 010

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si
NIP. 19721213 200012 2 001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Ahmad Taufik Zuhri

NPM : 111130171

Dibuatkan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Perencanaan
Jurusan Teknik Perencanaan
Fakultas Teknik
Universitas Singaperbangsa
Darmasasmita

Keahlian : Kestabilan Lintang Jalan Tambang di Area Zona 4 PT. Biotang
Sumatra Pasifik di Kota Alam Kabupaten SO Kota

Padang, Oktober 2019

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua : Yusuf Murni Anugraha, S.T., M.T. 1

2. Anggota : Dr. Muzal MS, S.T., M.T. 2

3. Anggota : Mulya Gremas, S.T., M.T. 1

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 4451118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: tambang@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AHMAT TORKIS ZUDRI
NIM/TM : 15137075 / 2015
Program Studi : SI Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

” ANALISIS KESTABILAN LERENG JALAN TAMBANG DI AREA
ZONA 4 PT. BINTANG SUMATRA PASIFIK DI KOTO ALAM
KABUPATEN GOKOTA

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001

Padang, 6 NOVEMBER 2019

yang membuat pernyataan,



BIODATA



- I. Data Diri
- Nama Lengkap : Ahmat Torkis Zudri
Tempat/Tanggal Lahir : Ujung Gading/14 Mei 1992
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Bapak : Padri
Nama Ibu : Zuraida
Jumlah Bersaudara : 4 (Empat) Orang
Alamat Lengkap : JL. Kampung Melayu, Jorong Pasar Satu,
Nagari Air Bangis, Kec. Sungai Beremas,
Pasaman Barat.
- II. Data Pendidikan
- Sekolah Dasar : SDN 02 Air Bangis
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 01 Air Bangis
Sekolah Menengah Atas : SMAN 01 Sungai Beremas
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang
- III. Tugas Akhir
- Tempat Penelitian : PT. Bintang Sumtra Pasifik
Tanggal Penelitian : 01 Februari 2019–20 Februari 2019
Topik Peneliti : **Analisi Kestabilan Lereng Jalan Tambang di Area Zona 4 PT. Bintang Sumtra Pasifik di Koto Alam Kabupaten 50 Kota**
Tanggal Sidang Tugas Akhir : 24 Oktober 2019

Padang, 24 Oktober 2019

Ahmat Torkis Zudri
15137075/2015

ABSTRAK

AhmatTorkisZudri, 2019. Analisis Kestabilan Lereng Jalan Tambang di Area Zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik Di Koto Alam Kabupaten 50 Koto. *Skripsi*. Padang: Program Studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

Perusahaan belum melakukan perencanaan geoteknik mengenai kestabilan lereng di area penambangan. Perencanaan geometri lereng nantinya akan digunakan metode *Bishop Simplified* dan *Janbu Simplified*.

Data awal **Clay**: *Unit Wight* (γ) = 19,67 kN/m³, *Cohesion* (c') = 30,1 kN/m² dan sudut geser dalam (ϕ') = 38,06°. Tinggi lereng awal 11 meter serta sudut *overall* lereng 59°.

Geometri lereng rekomendasi: **1. Metode *Bishop Simplified*** kondisi jenuh FK 0,996 lereng tidak aman, pengurangan sudut lereng dari 59° menjadi 46° ketinggian 11 meter, FK 1,339 lereng aman. **2. Metode *Janbu Simplified*** kondisi jenuh FK 0,955 lereng tidak aman, sudut lereng dari 59° menjadi 44° dengan ketinggian 11 meter, maka FK 1,34 lereng dalam kondisi aman.

Kata kunci : *geometri awal, bishop simplified, janbu simplified, faktor keamanan*

ABSTRAK

AhmatTorkisZudri, 2019. Analysis of Mining Slope Stability In The Zona Area 4 at PT. Bitang Sumatra pasifik, in Koto Alam, Districts Lima Puluh Kota, Essay. Padang: S1 Program of Mining Engineering Major, Faculty of Engineering, State University of Padang..

The company has not yet carried out a geotechnical plan regarding the stability of the slopes in the mining area. The slope geometry planning will be used by the Bishop Simplified and Janbu Simplified methods.

Data clay : Unit Wight (γ) = 19.67 kN / m³, Cohesion (c') = 30.1 kN / m² and inner shear angle (ϕ') = 38.06 °. The initial slope height is 11 meters and the overall slope angle is 59°.

Recommended slope geometry: 1. The Bishop Simplified method FK saturated conditions of 0.996 unsafe slopes, reduction of slope angles from 59 ° to 46 ° height of 11 meters, FK 1,339 safe slopes. 2. Janbu Simplified Method saturated FK 0.955 unsafe slope condition, slope angle from 59 ° to 44 ° with 11 meters height, then FK 1.34 slope in safe condition.

Kata kunci : initial geometry, simplified bishop, simplified janbu, safety factor.

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program S1 Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang.

Tugas Akhir ini berjudul **“Analisi Kestabilan Lereng Jalan Tambang di Area Zona 4 PT. Bintang Sumatra Pasifik di Koto Alam Kabupaten 50 Kota”**. Tugas Akhir ini Penulis susun berdasarkan hasil Penelitian yang telah Penulis lakukan di PT. Bintang Sumtra Pasifik, yang dimulai pada tanggal 2 Februari 2019 dan berakhir pada tanggal 20 Februari 2019.

Dalam kesempatan ini, penulis juga ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Yoszi Mingsi Anaperta S.T, MT. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir.
2. Teristimewa untuk kedua Orang Tua dan keluarga besar yang telah memberikan dukungan secara moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Heri Prabowo, ST., M.T selaku dosen Penasehat Akademis.
4. Ibu Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan.
5. Bapak Dr. Murad MS, S.T., M.T selaku penguji I sidang Tugas Akhir.
6. Bapak Mulya Gusman S.T., M.T. selaku penguji II sidang Tugas Akhir.
7. Seluruh dosendan staf Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
8. Bapak Bayu Perdana Putra S.T selaku KTT PT. Bintang Sumatra Pasifik sekaligus pembimbing lapangan yang member bimbingan dan masukan demi kegiatan penelitian
9. Bapak Andri Yunas A.Md dan Bapak Gito Fernandes A.Md selaku Penanggung Jawab Operasional PT. Bintang Sumatra Pasifik.

10. Sahabat-sahabat serta rekan-rekan semuanya yang telah membantu dan memberi semangat demi menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan, karena itu penulis mengharapkan masukan berupa kritik dan saran yang dapat membangun dari seluruh pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih dan semoga Tugas Akhir ini bermanfaat terutama untuk penulis sendiri dan bagi pembaca yang memerlukan.

Padang, 24 Oktober 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERSETUJUAN	II
LEMBAR PENGESAHAN	III
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	IV
BIODATA	V
ABSTRAK	VI
ABSTRACT	VII
KATA PENGANTAR	VIII
DAFTAR ISI	X
DAFTAR GAMBAR	XII
DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR LAMPIRAN	XVII
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	3
C. Batasan Masalah	4
D. Perumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	4
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum	6
B. Kajian Teori.....	12
C. Penelitian Yang Relevan.....	33
D. Kerangka Konseptual.....	43

BAB III METODELOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian	46
B. Diagram Alir Penelitian	56

BAB IV PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	57
1. Pengeboran dan Pengambilan Sampel	57
2. Pengujian Sampel	58
B. Pembahasan Analisis Kestabilan Lereng	92
1. Analisis Faktor Lereng actual	71
2. Analisis Metode <i>Bishop Simplified</i>	71
3. Analisis Metode Janbu Simplified	74
C. Modifikasi Lereng.....	77

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	85
B. Saran	86

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kondisi lereng Jalan Pada Zona 4	1
Gambar 2. Longsoran Lereng Jalan Pada Zona 4	2
Gambar 3. Peta Geologi	9
Gambar 4. Redistribusi Tegangan Horizontal Akibat Penggalian Tambang	14
Gambar 5. Kekuatan Geser Tanah	19
Gambar 6. Longsoran Busur	25
Gambar 7. Longsoran Bidang	26
Gambar 8. Longsoran Baji	27
Gambar 9. Longsoran guling	27
Gambar 10. Gaya-gaya yang bekerja pada irisan metode bishop	28
Gambar 11. Faktor Koreksi <i>Simplified Janbu Method</i>	33
Gambar 12. Kerangka Konseptual	45
Gambar 13. peta lokasi penelitian	47
Gambar 14. Penimbangan sampel	49
Gambar 15. pengukuran ring sampel	49
Gambar 16. Pengujian kadar air	51
Gambar 17. Pengujian kuat geser	53
Gambar 18. Diagram alir penelitian	56
Gambar 19. Proses pengambilan sampel	58
Gambar 20. Grafik Uji Geser Langsung Sampel clay	70
Gambar 21. FK lereng pada kondisi kering PT. Bintang Sumatra Pasifik	72
Gambar 22. FK lereng pada kondisi setengah jenuh PT. Bintang Sumatra Pasifik	73

Gambar 23. FK lereng pada kondisi jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	74
Gambar 24. FK lereng pada kondisi kering	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	75
Gambar 25. FK lereng pada kondisi setengah jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	76
Gambar 26. FK lereng pada kondisi Jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	77
Gambar 27. Geometri lereng PT. Bintang Sumatra Pasifik	78
Gambar 28. Rekomendasi FK lereng pada kondisi kering	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	79
Gambar 29. Rekomendasi FK lereng pada kondisi setengah jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	80
Gambar 30. Rekomendasi FK lereng pada kondisi jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	80
Gambar 31. Rekomendasi FK lereng pada kondisi kering	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	82
Gambar 32. Rekomendasi FK lereng pada kondisi setengah jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	82
Gambar 33. Rekomendasi FK lereng pada kondisi jenuh	
PT. Bintang Sumatra Pasifik	83

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hubungan Nilai FK dan Kemungkinan Kelongsoran Lereng	17
Tabel 2. Berat Isi Tipikal Tanah Asli Dan Faktor Pengembangan	19
Tabel 3. Macam Tanah Berdasarkan Berat Jenis	21
Tabel 4. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	47
Tabel 5. Data Pengujian Kadar Air Sampel	59
Tabel 6. Hasil Pengujian Kadar Air	61
Tabel 7. Data Pengujian bobot isi/berat isi	62
Tabel 8. Hasil uji berat isi	65
Tabel 9. Data Pengujian Berat Jenis	66
Tabel 10. Hasil Uji Berat Jenis	67
Tabel 11. Hasil Uji Kuat Geser Lansung	68
Tabel 12. Nilai Faktor Keamanan Lereng Aktual	77
Tabel 12. Nilai Perbandingan Faktor Keamanan Aktual dan Rekomendasi Lereng	84

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta Topografi dan Layout Tambang	
Lampiran 2. Struktur Organisasi	
Lampiran 3. Peta Kesampaian Daerah.....	

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. Bintang Sumatra Pasifik melakukan penambangan dengan metode tambang terbuka dengan cara memotong bukit (*quarry*). Dalam IUP penambangan yang dimiliki PT. Bintang Sumatra Pasifik memiliki zona loading material terdiri dari zona 1, zona 2, zona 3. Pada bulan september 2017 PT. Bintang Sumatra Pasifik mengalami *slowdown*, selama mengalami *slowdown* perusahaan menghentikan sementara aktivitas penambangan dan menghentikan produksi. Pada bulan juli 2018 PT. Bintang Sumatra Pasifik kembali melakukan aktivitas penambangan dengan membuka lokasi area *loading* baru di zona 4.

Pada lokasi jalan penambangan PT. Bintang Sumatra Pasifik ada hal yang menarik dimana dalam pembuatan lereng jalan tersebut belum mempertimbangkan sudut kemiringan lereng.



Gambar 1. Kondisi lereng jalan pada zona 4

Dengan kondisi lereng saat ini yang tersusun atas material *soil* telah mengalami kelongsoran pada tanggal 6 november 2018 di kordinat $0^{\circ}01'03.5''N$ $100^{\circ}44'56.5''E$ lokasi jalan zona 4 penambangan PT. Bintang Sumatera Pasifik. Apabila terjadi longsor maka dapat menghambat proses penaambangan yang akan direncanakan pada awal tahun 2019, seperti terganggunya proses pengangkutan batu andesit ke *stockpile*, bahkan bisa menyebabkan adanya korban jiwa, tertimbunnya alat berat, hal ini tentunya akan merugikan perusahaan. Dalam upaya menghindari terjadinya longsor kita memerlukan perencanaan geoteknik yang matang serta metode apa yang akan digunakan agar tidak menyebabkan kerugian nantinya.



Gambar 2. Longsoran pada lereng jalan pada zona 4.

Perusahaan belum melakukan permodelan desain lereng sehingga terjadi longsor pada tanggal 6 november 2018 pada lereng zona 4 adalah longsor busur, hal ini disebabkan oleh jenis material yang lunak (*loose material*) dan bidang diskontinu yang rapat dan acak. Jika melihat dari longsor yang terjadi (*failure history*), material yang bersifat *loose*, pelapukan material yang kuat,

serta terdapatnya bidang-bidang diskontinu yang rapat (*heavily jointed*) dan tidak dapat dikontrol maka longsor yang mungkin terjadi berupa longsor busur (Duncan C. Wyllie dan Christopher W. Mah (2004:177).

Penelitian ini mencoba menganalisis kestabilan lereng untuk memperoleh *design* dan faktor keamanan pada lereng *soil* tersebut. Longsor lereng dianalisis dari parameter masukan dan data yang di uji untuk mendapatkan geometri lereng optimum untuk perusahaan.

Berdasarkan ulasan diatas, penulis mengangkat permasalahan tersebut dengan judul “Analisis Kestabilan Lereng jalan tambang di Area zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik di Koto Alam kabupaten 50 kota”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Belum adanya analisis kestabilan dan rancangan lereng jalan pada zona 4 untuk mengetahui FK dan geometri lereng guna mengantisipasi kelongsoran
2. Terjadinya longsor pada lereng jalan area zona 4 kordinat $0^{\circ}01'03.5''N$ $100^{\circ}44'56.5''E$.
3. Lereng jalan di area zona 4 memiliki kondisi material lunak yang berpotensi terjadinya longsor, hingga dapat menyebabkan kerugian pada perusahaan dan korban jiwa, serta dapat mengganggu produktifitas penambangan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah maka batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Karakteristik material yang digunakan sebagai input untuk pemodelan didapat dari pengujian sampel di laboratorium.
2. Analisis kestabilan lereng jalan hanya dilakukan pada area zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik dengan metode bishop dan janbu.
3. Faktor keamanan lereng dikaji secara (*single slope*) dan pemodelan dilakukan dengan menggunakan Program SLIDE 6.0 dari Rocscience.

D. Perumusan Masalah

1. Berapa nilai sifat fisik dan mekanik material lereng jalan di area zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik?
2. Berapakah nilai faktor keamanan dalam keadaan aktual pada analisis kestabilan lereng jalan di area zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik?
3. Berapakah sudut lereng jalan pada area zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik dalam keadaan aman dalam keadaan jenuh, setengah jenuh, dan kering?

E. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan nilai sifat fisik dan mekanik material lereng jalan di area zona 4 PT. Bintang Sumatera pasifik.
2. Mendapatkan nilai faktor keamanan aktual pada analisis kestabilan lereng jalan pada area zona 4 PT. Bintang Sumatera pasifik.

3. Mendapatkan geometri lereng jalan di area zona 4 PT. Bintang Sumatera Pasifik dalam keadaan jenuh, setengah jenuh dan kering.

F. Manfaat Penelitian

Setelah penelitian ini dilakukan diharapkan dapat memberi manfaat bagi perusahaan maupun bagi peneliti. Berikut manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini:

A. Bagi peneliti

Memberikan pengembangan terhadap pemikiran konseptual melalui pemahaman, penalaran, dan pengalaman dari ilmu pengetahuan khususnya ilmu pertambangan.

B. Bagi perusahaan

Dapat dijadikan acuan/referensi bandingan bagi perusahaan dalam kegiatan analisis lereng yang optimal dan ekonomis. Dapat menjadi pertimbangan dalam upaya meningkatkan stabilitas lereng, guna mencegah terjadinya longsor di lokasi penambangan.

C. Bagi jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang

Penelitian ini bisa dijadikan referensi untuk diadakan penelitian selanjutnya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan data yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan diantaranya:

1. Berdasarkan hasil pengamatan kondisi lereng di lokasi penambangan PT. Bintang Sumatra Pasifik memiliki sudut kemiringan lereng 59° dengan ketinggian 11 m, dan melakukan pengujian di laboratorium didapatkan nilai kadar air sebesar 38,506 %, bobot isi sebesar 19,67 KN/m^3 sudut geser dalam sebesar $38,08^\circ$ dan kohesi sebesar 30,1 KN/m^2
2. Berdasarkan analisis lereng dengan menggunakan program *software roscience slide v.60* dengan metode *bishop* di dapat faktor keamanan untuk titik pengamatan dalam kondisi lereng jenuh $\text{FK} < 1,3$ yaitu sebesar 0,996 dan analisis dengan menggunakan metoda *janbu* di dapat faktor keamanan untuk titik pengamatan dalam kondisi lereng jenuh adalah $\text{FK} < 1,3$ yaitu sebesar 0,955.
3. Berdasarkan hasil FK yang diperoleh penulis melakukan perubahan pada geometri lereng yaitu dengan mengurangi sudut kemiringan, dari hasil rekomendasi didapatkan perbedaan kemiringan untuk metode *bishop* sebesar 46° dan untuk metode *janbu* sebesar 44° . Sehingga diperoleh $\text{FK} > 1,3$ yang berarti lereng dalam kondisi jenuh dinyatakan aman.

B. Saran

1. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan di atas, maka penulis menyarankan kepada perusahaan agar mengkaji ulang geometri lereng jalan tambang yang ada saat ini, karena geometri lereng saat sekarang ini berpotensi mengalami kelongsoran.
2. Pengkajian ulang geometri lereng agar mencapai keadaan aman dengan FK besar dari 1,3 maka penanggulangannya dengan pengurangan sudut lereng tambang tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Irwandy, 2016. Buku *Geoteknik Tambang*, diterbitkan oleh Gramedia Utama, Jakarta.
- Braja M, Das, *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip dasar Geoteknis) Institut Teknologi 10 November Surabaya*. Penerbit Erlangga 1995
- Braja M. Das.1998. "*Mekanika Tanah 1*". Erlangga. Jakarta.
- Braja M. Das.1998. "*Mekanika Tanah 2*". Erlangga. Jakarta
- Husien, Dasri 2018. *Analisis Kestabilan Lereng Pit AI-Blok B di PT. Anugerah Alam Andalas Desa Muara Ketalo, Kelurahan Sungai Bengkal, Kecamatan Tebo Ilir, Kabupaten Tebo, Provinsi Jambi*. Padang, Universitas Negeri Padang.
- Jismon trihadi, 2017. *Analisis stabilitas lereng untuk mendukung kegiatan penambangan batubara di sektor X PT. Asmin bara baronangkapiuas tengah, kabupaten kapuas, kalimantan tengah*. Universitas Islam Bandung.
- Kornelis bria, *Analisis kestabilan lereng pada tambang batubara terbuka pit D selatan PT. Argha niaga cakrabuana job site cv. Prima mandiri desa dondang kabupaten kutai kartanegara kalimantan selatan*. Sekolah Tinggi Teknologi Nasional Jogjakarta.
- Nugraha, Welly Handa. 2019 *Analisis Geometri Lereng Pada Ruas Jalan Sicincin-Malalak Km 33 Kecamatan Malalak Kabupaten Agam Provinsi Sumatera Barat*.
- Octovian Cherianto Parluhutan Rajagukguk, 2014. *Analisis kestabilan lereng dengan metode bishop (studi Kasus Kawasan Citralanf sta. 1000 m)*. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Oktaviana Saputri. 2017. "*Analisis Kestabilan Lereng untuk Sistem Penambangan Overburden(Soil) di Area IUP 412 Ha Bukit Tajarang Indarung PT. Semen Padang Sumatera Barat*". Padang, Universitas Negeri Padang.
- Robert Travolta Butar-butur, 2013. *Evaluasi kestabilan lereng pada tambang t erbuka di tambang batu bara*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha Bandung