

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN KISI BETON (*CONCRETE CRIB*) SEBAGAI PERKUATAN LERENG TERHADAP KESTABILAN LERENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN BATAS DI PT DAIRI PRIMA MINERAL KABUPATEN DAIRI PROVINSI SUMATERA UTARA

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh :

WIWIK WINDASARI B. MANALU

TM/NIM:2017/17137026

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG
2021**

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN KISI BETON (CONCRETE CRIB) SEBAGAI PERKUATAN LERENG TERHADAP KESTABILAN LERENG DENGAN MENGGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN BATAS DI PT DAIRI PRIMA MINERAL KABUPATEN DAIRI PROVINSI SUMATERA UTARA

*Dianjukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh :

WIWIK WINDASARI B. MANALI

TM/NIM:2017/17137026

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG
2021

LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Wiwik Wimalasari B. Manalu
NIM/PM : 17137026/2017
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir Di Depan Tim
Penguji Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik
Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Dengan Judul

**"ANALISIS PENGARUH PEMASANGAN KISI BETON (CONCRETE CRIB)
SEBAGAI PERKUATAN LERENG TERHADAP KESTABILAN LERENG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE KESETIMBANGAN BATAS DI PT
DAIRI PRIMA MINERAL KABUPATEN DAIRI PROVINSI SUMATERA
UTARA"**

Padang, November 2021

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua Rizto Salia Zakri, S.T., M.T.


(.....)

2. Penguji 1 Drs. Raimon Kopa, M.T.


(.....)

3. Penguji 2 Aulia Hidayat Burhamidar, S.T., M.T.


(.....)



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Telephone: FT: (0751)7055644,445118 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 : Wilwik Wmdasari B. Manalu
NIM/TM : 17157026 (2017)
Program Studi : Si Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

" Analisis Pengaruh Pemasangan Kisi Beton (Concrete Grid) Sebagai Perkuatan Lereng Terhadap Kestabilan Lereng Dengan Menggunakan Metode Keseimbangan Batas Di Pt. Dari Prima Mineral Kabupaten Dari Provinsi Sumatera Utara.

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.

Padang, ..7.. November 2021..

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

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



Wilwik Wmdasari B. Manalu



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105946446

BIODATA



I.Data Diri

Nama Lengkap : Wiwik Windasari B. Manalu
No.Buku Pokok : 17137026
Tempat/Tanggal Lahir : Dalu X A, 01 Maret 1998
Nama Bapak : Johor Boangmanalu
Nama Ibu : Haryani
Jumlah Bersaudara : 4
Alamat Tetap : Desa Mahala, Kecamatan Tinada, Pakpak Bharat, Sumatera Utara

II.Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN.012563 Tanjung Morawa, Medan
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP.Negeri 1 STU JEHE, Pakpak Bharat
Sekolah Lanjutan Atas : SMA.Negeri 1 STU JEHE, Pakpak Bharat
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III.Data Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT. Dairi Prima Mineral
Tanggal Penelitian : 07 Juni – 25 Juli 2021
Topik Studi Kasus : **”Analisis Pengaruh Pemasangan Kisi Beton (*ConcreteCrib*) Sebagai Perkuatan Lereng Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas Di PT Dairi Prima Mineral Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara”**

Padang, November 2021

Wiwik Windasari B Manalu

17137026/2017

ABSTRAK

Wiwik Windasari B. Manalu, 2021.” Analisis Pengaruh Pemasangan Kisi Beton (*Concrete Crib*) Sebagai Perkuatan Lereng Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas Di PT. Dairi Prima Mineral Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara”

PT. Dairi Prima Mineral adalah Perusahaan yang bergerak dalam bidang Pertambangan Mineral hal ini berupa Mineral Bijih Seng dan Timah Hitam yang lokasi penambangan-Nya terletak di Desa Sopokomil Kabupaten Dairi Sumatera Utara. sistem penambangan dilakukan dengan sistem tambang bawah tanah (*underground mining*). kegiatan konstruksi atau persiapan kegiatan penambangan hal yang paling penting dilakukan selama kegiatan konstruksi adalah salah satunya memperhatikan kondisi area penambangan terutama kestabilan lereng, PT. Dairi Prima Mineral melakukan kegiatan perlindungan pada lereng, hal ini terkait keamanan dalam jangka waktu yang lama dari perlakuan lereng tersebut, dan rencana pembangunan fasilitas pabrik pengolahan dan infrastruktur lainnya yang berada dibawah kaki lereng atau *toe* yang berjarak 10 meter dari lereng.

Metode yang digunakan adalah metode kesetimbangan batas (*bishop* yang disederhanakan). Sebagai hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal yaitu lereng pada area 8 pada kondisi aktual dengan menggunakan data geometri lereng aktual dilapangan serta pengujian laboratorium untuk mendapatkan sifat fisik dan mekanik tanah dan batuan dan setelah itu dilakukan permodelan terhadap lereng untuk melihat faktor keamanan lereng dan simulasi pada saat lereng diberikan kisi beton (*concrete crib*), untuk kondisi aktual faktor keamanan lereng tunggal adalah 1,271 kondisi natural dan kondisi jenuh 1,231, dari kondisi aktual lereng belum stabil sehingga direkomendasikan menggunakan *double bench* dengan FK lereng natural 1,429 dan jenuh **1,393**, dari rekomendasi tersebut FK belum memenuhi sesuai **SNI 8470-2017** $FK \geq 1,5$. Selanjutnya lereng *double bench* tersebut diberikan perkuatan anchor bolt kondisi lereng stabil dengan FK **1,535** kondisi jenuh dan kondisi natural **1,601** dengan jumlah ankur yang digunakan 24 ankur dan jarak antar ankur 3 meter dengan panjang 9 meter, dari permodelan lereng aman atau lereng dalam keadaan stabil dengan $FK \geq 1,5$ untuk lereng permanen dan lereng jangka panjang.

Setelah diketahui perkuatan lereng dengan perencanaan perkuatan dengan menggunakan spesifikasi perkuatan sebelumnya pada area 8 sangat maksimal dan ekonomis hal ini dapat terlihat dari analisis lereng menggunakan metode kesetimbangan batas *bishop simplified* dengan mendapatkan $FK \geq 1,5$

Kata Kunci: Analisis, Perkuatan Lereng, Kisi Beton (*Concrete Crib*), Metode Bishop, Geometri Lereng.

ABSTARCT

Wiwik Windasari B. Manalu, 2021." Analysis of the Effect of Installation of Concrete Crib as Slope Reinforcement on Slope Stability Using the Boundary Equilibrium Method at PT. Dairi Prima Mineral, Dairi Regency, North Sumatra Province"

PT. Dairi Prima Mineral is a company engaged in the field of mineral mining, this is in the form of zinc ore and black lead minerals whose mining locations are located in Sopokomil Village, Dairi Regency, North Sumatra. the mining system is carried out with an underground mining system. construction activities or preparation for mining activities, the most important thing to do during construction activities is to pay attention to the condition of the mining area, especially slope stability, PT. Dairi Prima Mineral carries out protection activities on the slopes, this is related to the long-term safety of the slope treatment, and plans to build processing plant facilities and other infrastructure under the foot of the slope or the toe which is 10 meters from the slope.

The method used is the boundary equilibrium method (simplified Bishop). As a result of the research, it can be concluded several things, namely the slopes in area 8 in actual conditions using actual slope geometry data in the field as well as laboratory testing to obtain physical and mechanical properties of soil and rock and after that a modeling of the slopes is carried out to see the slope safety factor and simulation on the slopes. when the slope is given a concrete crib, for the actual condition the safety factor for single slopes is **1,271** natural conditions and saturated conditions **1,231**, from the actual conditions the slopes are not stable so it is recommended to use a double bench with natural slope FK **1,429** and saturated **1,393**, from the recommendation FK has not complied with SNI 8470-2017 $FK \geq 1.5$. Furthermore, the double bench slope was given anchor bolt reinforcement for stable slope conditions with FK **1,535** saturated conditions and natural conditions **1,601** with the number of anchors used 24 anchors and the distance between anchors 3 meters with a length of 9 meters, from safe slope modeling or slopes in a stable condition with FK 1.5 for permanent slopes and long term slopes.

After it is known that slope reinforcement with retrofit planning using the previous reinforcement specifications in area 8 is very maximal and economical, it can be seen from slope analysis using the simplified Bishop boundary equilibrium method by getting $FK \geq 1.5$

Keywords: *Analysis, Slope Reinforcement, Concrete Crib, Bishop's Method, Slope Geometry.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **”Analisis Pengaruh Pemasangan Kisi Beton(*ConcreteCrib*) Sebagai Perkuatan Lereng Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Keseimbangan Batas Di PT Dairi Prima Mineral Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara”**

Tugas Akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program S-1 Teknik Pertambangan.

Selama penulisan laporan ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, Allah SWT yang selalu kesehatan, kekuatan dan serta pertolongan dalam penyelesaian laporan ini.
2. Terkhusus untuk kedua orang tua, ketiga adik saya dan seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materil sehingga laporan ini dapat terselesaikan.
3. Bapak Rizto Salia Zakri, S.T., M.T. selaku pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan banyak masukan serta bimbingan dalam penyelesaian Tugas Akhir saya
4. Ibu Hj. Fadhillah, S.Pd., M.Si. dan Adree Octova, S.Si., M.T. selaku ketua dan sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

5. Bapak Ali Basrah Pulungan, S.T., M.T. selaku Ketua Unit Hubungan Industri Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Seluruh dosen dan staff dan tenaga pengajar Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Rudyianto Simbolon, Bapak James Rajagukguk, Bapak Teguh, bang Agung, sebagai pembimbing lapangan penulis atas segala ilmu, bantuan, pertimbangan pemikiran dan saran kepada penulis selama melakukan penelitian di PT. Dairi Prima Mineral.
8. Seluruh karyawan PT. Dairi Prima Mineral yang menemani, membantu dan memenuhi kebutuhan logistik penulis selama melakukan penelitian di PT. Dairi Prima Mineral.
9. Tonga dan nantonga Boangmanalu yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada saya.
10. Bang Dirga Sidauruk yang telah memberikan saya nasihat dan pesan serta semangat baik dalam penelitian di lapangan maupun penyusunan Tugas Akhir ini.
11. Maysarah sabariah kudadiri, Dian Rahwita Aulia Padang dan Ulfa Asmawita Bancin selaku sahabat terbaik saya yang selalu memberikan semangat untuk saya.
12. Teman-teman dekat saya, Trio Mei Kristin Zendrato, Jualifa Pradisti Gayatri, Wina Partiwi, Cahaya Permai Hutahayan, Febryanti, Rahmi Hasvah, Masni Rahmayanti Gaja, Monika Manik, Saridewi Zalukhu, Deki Irawan yang selaku membantu saya menyelesaikan laporan.

13. Aldo Azzana Zuhri yang bersedia membantu saya dalam penggunaan software.
14. Teman-teman Teknik Pertambangan 2017 yang telah membantu dan memberikan semangat, dan masukan kepada penulis selama perkuliahan hingga tugas akhir.
15. Serta semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir yang namanya tidak dapat disebut satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan ilmu dan pengalaman yang dimiliki. Oleh karena itu, semua kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan senang hati. Penulis berharap, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan

Padang, November 2021

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	
LEMBAR PENGESAHAN	I
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	
BIODATA	II
LDATA DIRI.....	V
ABSTRAK	VI
ABSTARCT	VII
KATA PENGANTAR.....	VIII
DAFTAR ISI.....	XI
HALAMAN.....	XI
DAFTAR GAMBAR.....	XV
HALAMAN.....	XV
DAFTAR TABEL	XVII
HALAMAN.....	XVII
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATARBELAKANG MASALAH	1
B. IDENTIFIKASI MASALAH	5
C. BATASAN MASALAH	5
D. RUMUSAN MASALAH	6
E. TUJUAN PENELITIAN	6
F. MANFAAT PENELITIAN.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	8
A. LOKASI DAN DESKRIPSI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	8
1. Lokasi PT. Dairi Prima Mineral.....	8

2.	Iklm dan Curah Hujan.....	8
3.	Kondisi Geologi dan Endapan	9
a.	Geologi.....	9
b.	Stratigrafi	11
c.	Metode penambangan	14
d.	Perencanaan Tambang	14
e.	Situasi Lokasi Penelitian.....	16
B.	TEORI DASAR.....	16
1.	Lereng	16
a.	Lereng Alam	16
b.	Lereng Batuan.....	17
2.	Kestabilan Lereng	17
3.	Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng.....	20
a.	Geometri lereng	21
b.	Aktivitas manusia	22
c.	Struktur geologi	22
d.	Sifat fisik dan mekanik tanah dan batuan	24
4.	Macam-Macam Longsoran yang Umum Terjadi Terhadap Lereng	25
a.	Longsoran Busur (<i>Circular Failure</i>)	25
b.	Longsoran Bidang (<i>Plane Failure</i>).....	26
c.	Longsoran baji (<i>Wedge Failure</i>).....	27
d.	Longsoran Guling (<i>Toppling Failure</i>).....	29
C.	PENANGGULANGAN KERUNTUHAN LERENG BATUAN.....	29
D.	STABILITAS LERENG TANPA PERKUATAN.....	33
E.	JENIS-JENIS ANGKUR	34
1.	Macam-macam ankur.....	35
a.	Baut ankur <i>post- Installed</i>	35
b.	<i>Anchor</i> klasik atau <i>anchor</i> tanam	40
F.	METODE PERKUATAN LERENG.....	40
1.	Metode perkuatan dengan Anchor	41
2.	Metode pemasangan <i>Ground Anchor</i>	42

a.	Metode pemasangan Anchor dengan <i>grouting</i>	42
b.	Metode Pemasangan Anchor dengan tabung bertekanan	43
c.	Metode pemasangan anchor dengan plat	43
2.	Analisa perhitungan Angkur	44
G.	BETON	47
1.	Berat Volume Beton.....	50
H.	PERLINDUNGAN LERENG DENGAN PEMAKAIAN KISI BETON (CONCRETE CRIB)	50
I.	ANALISIS KESTABILAN LERENG DENGAN METODE KESETIMBANGAN BATAS (<i>BISHOP SIMPLIFIED METHOD</i>)	51
J.	PENELITIAN RELEVAN	53
11.	KERANGKA KONSEPTUAL	61
1.	Data input.....	61
a.	Data Primer	62
b.	Data Sekunder.....	62
2.	Proses	62
3.	Output.....	63
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	66
A.	JENIS PENELITIAN	66
1.	Studi Literatur	66
2.	Observasi lapangan	67
3.	Pengambilan Data	68
4.	Pengolahan Data.....	70
B.	DIAGRAM ALIR	80
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	81
A.	DATA PENELITIAN	81
1.	Kondisi lereng aktual	81
2.	Data Hasil Pengukuran di Lapangan.....	81
3.	Data spesifikasi <i>Anchor Bolt</i>	82
4.	Data spesifikasi Kisi Beton (<i>concrete crib</i>)	82

5. Data Hasil Pengujian Sampel Tanah dan Batuan di Laboratorium	83
6. Data Hasil Pengujian Sampel batuan di Laboratorium	90
7. Geometri Lereng	92
8. Analisis kestabilan lereng sebelum diberikan perkuatan dan setelah diberi Perkuatan <i>anchor bolt</i> dan Kisi Beton (<i>Concrete Crib</i>) pada area 8 PT. Dairi Prima Mineral.....	93
B. ANALISIS FAKTOR KEAMANAN LERENG AKTUAL	94
1. Analisis Faktor Keamanan (FK) Aktual	94
2. Rekomendasi geometri lereng.....	96
C. ANALISIS FAKTOR KEAMANAN LERENG SETELAH DIBERI PERKUATAN ANCHOR BOLT DAN KISI BETON (CONCRETE CRIB).....	100
1. Perhitungan Berat Beton dan Massa Jenis Beton bertulang	100
2. Perhitungan Berat Beton Pada Lereng	100
3. Kuat Tarik Anchor Bolt yang Tersisa Atas Beban Yang didapatkan Pada Lereng	101
4. Analisis Faktor Keamanan Lereng Setelah Dilakukan Pemasangan Perlindungan Lereng.....	101
a. Analisis Lereng <i>Double Bench</i> pada lereng.....	101
D. OPTIMASI PENGGUNAAN ANGKUR SETELAH DIBERI PERLINDUNGAN LERENG	102
BAB V PENUTUP.....	104
A. KESIMPULAN.....	104
B. SARAN.....	105
DAFTAR PUSTAKA	106

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Perencanaan Pembangunan Infrastruktur di Lereng di Area.....	3
Gambar 2. Kondisi Lereng Area 8 PT. Dairi Prima Mineral	4
Gambar 3. Peta Geologi Kubah Sopokomil dan Tambang Pb-Zn Dairi	10
Gambar 4. Peta Fisiografi Lembar Sidikalang dan daerah penelitian	11
Gambar 5. Stratigrafi Pra-Tersier Sumatera	14
Gambar 6. Ilustrasi Kekuatan Geser Mohr-Coulomb.....	20
Gambar 7. Bagian-bagian Lereng Pada Tambang Terbuka	21
Gambar 8. Model Aliran Air Tanah Berdasarkan Analisis Tipe Longsoran.....	23
Gambar 9. Kondisi umum Longsoran Busur.....	26
Gambar 10. Kondisi umum Longsoran Bidang.....	27
Gambar 11. Kondisi umum Longsoran Baji.....	28
Gambar 12. Kondisi umum Longsoran Guling	29
Gambar 13. Pemotongan Massa Batuan Untuk Stabilisasi Lereng.....	32
Gambar 14. Bagian-bagian Anchor	33
Gambar 15. Permukaan bidang yang dicoba dan gaya- gaya yang bekerja pada irisan	34
Gambar 16. Jenis angkur chemical anchor	37
Gambar 17. Expansion anchors; (a) Torque-controlled, (b) Deformation controlled	38
Gambar 18. Undercut anchors	39
Gambar 19. Anchor Klasik atau anchor tanam.....	40
Gambar 20. Contoh pemasangan anchor.....	41
Gambar 21. Metode pemasangan anchor dengan grouting	43
Gambar 22. Metode pemasangan anchor dengan tabung tekanan.....	43
Gambar 23. Metode pemasangan anchor dengan plat.....	44
Gambar 24. Penentuan diameter lubang bor	45
Gambar 25. Penentuan dan dimensi Anchor	45
Gambar 26. Penentuan dan dimensi angkur	46
Gambar 27. Unsur-unsur pembuatan beton	47

Gambar 28. Contoh bangunan kisi beton cor	51
Gambar 29. Metode Bishop sederhana (hoek-bray,1981)	53
Gambar 30. Kerangka Konseptual.....	65
Gambar 31. Kondisi proses perkuatan lereng yang di grouting	69
Gambar 32. Tipe dan syarat sampel uji point load index	74
Gambar 33. Kurva intrinsik (Strength envelope)	75
Gambar 34. Analisa Kestabilan lereng menggunakan Bishop Simplified methods	77
Gambar 35. Tahap pendefinisian kriteria Mohr-Coulomb	78
Gambar 36. Tahap pendefenisian terhadap support properties	78
Gambar 37. Diagram Alir	80
Gambar 38. Grafik hubungan Kadar Air dengan Jumlah Ketukan.	87
Gambar 39. Analisa Uji Geser Langsung Tanah	89
Gambar 40. Uji Geser Langsung	92
Gambar 41. Geometri Lereng Aktual Area 8 PT. Dairi Prima Mineral	93
Gambar 42. Faktor Keamanan Tanah Lempung Kondisi Natural Aktual	95
Gambar 43. Faktor Keamanan Lereng Kondisi Jenuh	96
Gambar 44. Hasil Analisis Lereng Double Bench Dalam Kondisi Natural	97
Gambar 45. Hasil Analisis Lereng Double Bench Dalam Kondisi Jenuh.....	98
Gambar 46 . Contoh Kisi Beton pada lereng.....	100
Gambar 47. Contoh Kisi Beton Pada Lereng	100
Gambar 48. Faktor Keamanan Double Bench Setelah diberi Perkuatan.....	101
Gambar 49. Contoh Kisi Beton Pada Lereng	107

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi beton berdasarkan massa dan kuat tekan	49
Tabel 2. Klasifikasi Berat Volume Beton	49
Tabel 3. Klasifikasi berat volume beton.....	50
Tabel 4. Data Hasil Pengukuran Geometri Lereng di Lapangan.....	81
Tabel 5. Spesifikasi Anchor Bolt	82
Tabel 6. Spesifikasi Beton Kisi (<i>Concrete Crib</i>).....	82
Tabel 7. Data hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah (Bobot Isi).....	83
Tabel 8. Hasil Uji Kadar Air	84
Table 9. Data Hasil Analisis Sifat Fisik Tanah Lempung	85
Tabel 11. Data Pengujian Batas Cair (<i>Liquid Limit</i>)	86
Tabel 12. Batas plastis (<i>Plastis Limit</i>).....	86
Tabel 13. Indeks plastisitas tanah lempung.....	87
Tabel 14. Data uji geser langsung	88
Tabel 15. Analisis Data Sifat Mekanik Tanah Kuat Geser Langsung.....	88
Tabel 10. Hasil pengujian sifat fisik batuan	90
Table 16. Data Hasil Analisis Sifat Fisik Batuan <i>Sandstone</i>	90
Tabel 17. Data Analisis Uji Geser Batuan Sandstone	91
Tabel 18. Data Analisis Tanah dan Batuan Uji Sifat Mekanika Tanah dan Batuan	95
Tabel 19. Faktor Keamanan Aktual	96
Tabel 20. Simulasi Nilai Faktor Keamanan Lereng <i>Double Bench</i>	99
Tabel 21. Nilai Faktor Keamanan <i>double bench</i> Setelah diberi Perkuatan.....	102
Tabel 22. Perbandingan FK sebelum diberi perkuatan dan sesudah diberi perkuatan	103

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latarbelakang Masalah

PT. Dairi Prima Mineral (PT. DPM) adalah Perusahaan yang bergerak dalam bidang Pertambangan Mineral hal ini berupa Mineral Bijih Seng dan Timah Hitam yang lokasi penambangan-Nya terletak di Desa Sopokomil Kabupaten Dairi Sumatera Utara. Telah mendapatkan Kontrak Kerja (KK) dari Pemerintah Republik Indonesia (PRI) sejak tahun 1998 yang mengeksploitasi mineral di daerah seluas 27,420 Hektar. Untuk saat ini PT. Dairi Prima Mineral masih dalam melakukan tahap konstruksi atau persiapan untuk kegiatan penambangan yang rencananya pada tahun 2022 dilakukan kegiatan penambangan bijih Seng dan Timah Hitam tersebut.

Sistem penambangan yang dilakukan di PT. Dairi Prima Mineral adalah *Underground Mining* (Tambang Bawah tanah) yang bijihnya diangkut kepermukaan dan selanjutnya bijih tersebut akan di konsentratkan di fasilitas yang akan dibangun berdekatan dengan area tambang. Dalam kegiatan aktivitas pada tambang bawah tanah (*underground Mining*) sebelum melakukan kegiatan penambangan bijih atau *ore*, maka terlebih dahulu dilakukan kegiatan konstruksi atau persiapan sebelum dilakukan kegiatan penambangan seperti pembuatan atau pembangunan terowongan, pemasangan penyanggaan, pengembangan areal peruntuhan, penarikan bijih mineral hingga ke aktivitas transportasi, pengolahan, infrastruktur permesinan, serta energi kelistrikan-udara bertekanan dan peralatan bergerak

lainnya yang berhubungan pada proses rangkaian aktivitas penambangan. Kegiatan konstruksi atau pembangunan infrastruktur pada kegiatan tambang bawah tanah sangat berhubungan dengan keselamatan operasi dan kesehatan keselamatan kerja dan sistem pelaksanaan awal sebelum melakukan kegiatan pertambangan.

Kegiatan konstruksi atau persiapan kegiatan penambangan hal yang paling penting dilakukan selama kegiatan konstruksi adalah salah satunya memperhatikan kondisi area penambangan, terutama kestabilan lereng yang ada pada area yang akan dibangun. Infrastruktur pembangunan dalam jangka waktu yang cukup panjang pada kegiatan penambangan. Hal terbaik untuk menjaga kestabilan lereng permanen adalah lereng yang mempunyai nilai FK menurut **SNI 8460-2017** adalah ≥ 1.5 dengan mempertimbangkan nilai keekonomian pada perusahaan, sehingga tidak merugikan perusahaan dalam menjaga keamanan lereng, hal ini perlu dilakukan perlindungan dan perkuatan menggunakan *anchor bolt* dengan mempertimbangkan analisis perlindungan dan perkuatan yang digunakan dilapangan.

Konstruksi *anchor* adalah sebuah konstruksi yang diperlukan untuk menahan konstruksi penahan tanah dan batuan lapuk agar kestabilan konstruksi sesuai dengan yang diharapkan (dimensi kekuatan bahan, deflection) Jangkar batuan (*Rock Anchor*) berfungsi sebagai penguat (*armature*) dan pengikat (*confining*) batuan. Fungsi utama jangkar batuan lebih kepada memodifikasi gaya normal dan gaya geser yang bekerja pada bidang gelincir, bukan hanya mengandalkan kekuatan geser dari jangkar

batuan yang dipasang memotong bidang lemah pada lereng (Mah dan Wyllie,2004). Istilah jangkar batuan mengacu pada dua jenis jangkar yakni jangkar batang (*bar anchor*) dan jangkar kabel (*cable anchor*) dimana keduanya menggunakan prinsip dan tujuan yang sama.

PT. Dairi Prima Mineral melakukan kegiatan perlindungan pada lereng, hal ini terkait keamanan dalam jangka waktu yang lama dari perlakuan lereng tersebut, dan rencana pembangunan fasilitas pabrik pengolahan dan infrastruktur lainnya yang berada dibawah kaki lereng atau *toe* yang berjarak 10 meter dari lereng tersebut.



Gambar 1. Perencanaan Pembangunan Infrastruktur di Lereng di Area

Berdasarkan hasil pengamatan aktual dilapangan terutama lereng pada area 8 yang penulis amati dengan koordinat $2^{\circ}47'7.281''$ LU dan $98^{\circ}8'22.091''$ BT dengan material penyusun tanah dan batuan berupa *clay*, *sandstond*. Kondisi aktual lereng yang telah diberikan perkuatan yang masih hanya sebatas *grouting* (Penyuntikan semen) pada lubang yang telah dilakukan pemboran dengan diameter 300 milimeter. Kondisi lereng yang telah

diberikan perkuatan memiliki tinggi lereng 50 meter dengan sudut kemiringan lereng 45° dengan lebar lereng 127 meter dengan spesifikasi perkuatan *anchor bolt* seperti diameter *anchor bolt* 130 milimeter dengan jarak *anchor* tersebut adalah 3 meter dengan panjang 9 meter, kedalaman lubang 10 meter, dengan ukuran dimensi beton 400 x 400 milimeter (lebar x tinggi) dengan menggunakan spesifikasi baja tulangan Bjtp (Bjts) 40 dan memiliki nilai kuat tekan *anchor* (f_y) sebesar 390 N/mm^2 dan nilai kuat Tarik *anchor* (f_{yk}) 300 N/mm^2 , hal tersebut dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Kondisi Lereng Area 8 PT. Dairi Prima Mineral

Dengan kondisi yang ada saat ini, maka perlu dilakukan kajian mengenai penggunaan perlindungan pada lereng untuk melihat pengaruh perlindungan terhadap kestabilan lereng. Karena hal tersebut kajian ini menjadi sangat penting untuk dikaji karena pemasangan perlindungan yang kurang tepat dapat menimbulkan kerugian secara ekonomi dan

potensi longsor yang mungkin terjadi. Maka dari itu penelitian dengan judul “ *Analisis Pengaruh Pemasangan Kisi Beton (Concrete Crib) Sebagai Perkuatan Lereng Terhadap Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Keseimbangan Batas Di PT Dairi Prima Mineral Kabupaten Dairi Provinsi Sumatera Utara*” perlu untuk dilakukan.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu sebagai berikut:

1. Belum adanya perencanaan geoteknik mengenai kestabilan lereng pada area 8.
2. Belum diketahui faktor keamanan lereng aktual sebelum diberikan perkuatan.
3. Belum adanya kajian mengenai pemasangan perkuatan terutama pada area 8 sehingga berpotensi menimbulkan kerugian secara ekonomi dan munculnya potensi kelongsoran.
4. Lereng penelitian merupakan lereng permanen sehingga perlu dilakukan perkuatan untuk menjamin kestabilan dalam jangka panjang.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka masalah yang timbul dari penelitian ini dibatasi pada:

1. Penelitian ini hanya dilakukan di area 8 di PT. Dairi Prima Mineral.
2. Model berupa lereng miring dengan perlindungan pada lereng disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan.

3. Spesifikasi baja tulangan menggunakan BJtp (Bjts) 40
4. Analisis kestabilan lereng menggunakan metode kesetimbangan batas dengan bantuan software *slide 6.0*
5. Penentuan faktor keamanan merujuk pada **SNI 8460-2017** faktor keamanan untuk lereng batuan yang permanen adalah $> 1,5$
6. Penelitian ini hanya melihat faktor keamanan

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah diuraikan sebelumnya, maka untuk lebih terarah penelitian ini, penulis merumuskan beberapa permasalahan yang ditinjau dari beberapa aspek, yaitu:

1. Bagaimana data sifat fisik dan data sifat mekanik tanah dan batuan di lereng site 8 PT. Dairi Prima Mineral.
2. Berapa nilai faktor keamanan pada kondisi lereng aktual yang belum diberikan perlindungan?
3. Berapa nilai faktor keamanan lereng setelah diberikan perlindungan ?
4. Bagaimana pemasangan perlindungan yang optimal pada lereng?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulis melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh data sifat fisik dan mekanik pada tanah dan batuan PT. Dairi Prima Mineral.
2. Menganalisis Faktor Keamanan (FK) lereng secara aktual tanpa menggunakan perkuatan.

3. Menganalisis Faktor Keamanan (FK) lereng setelah diberikan perkuatan.
4. Mengetahui atau memperoleh pemasangan perkuatan yang optimal pada lereng.

F. Manfaat Penelitian

1. Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan oleh perusahaan untuk membuat keputusan selanjutnya.
2. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program strata satu dan memperoleh gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Sebagai sarana dalam menambah pengetahuan tentang sistem keamanan lereng serta perlindungan lereng dengan memberi perkuatan yang sesuai dengan kondisi lereng serta menambah pengetahuan praktis mengenai kegiatan konstruksi dan penambangan terutama *slope stability* yang diterapkan di tambang sebagai ilmu didunia kerja nantinya.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada site lereng area 8 dengan perencanaan penggunaan perlindungan seperti pada area 7 di PT. Dairi Prima Mineral, dapat diambil beberapa kesimpulan, diantaranya:

1. Data sifat fisik yang didapatkan dari pengujian sampel tanah lempung di laboratorium adalah bobot isi natural 17,47 kN/m³ dan bobot isi kering 12,15 kN/m³ dan bobot isi jenuh 20,38 kN/m³. Kemudian untuk data sifat mekanik yang didapatkan adalah nilai kohesi (c) 53,459 Mpa dan sudut geser dalam (σ) adalah 22.98°. Data sifat fisik yang didapatkan dari pengujian sampel batu pasir di laboratorium adalah bobot isi natural 22.2 kN/m³, bobot isi kering 2.36 kN/m³ dan bobot isi jenuh 2.39 kN/m³. Kemudian untuk data sifat mekanik yang didapatkan adalah nilai kohesi (c) 0.143 Mpa dan sudut geser dalam (σ) adalah 24.71.
2. Nilai FK berdasarkan parameter uji sifat fisik (bobot isi) dan sifat mekanik (kohesi dan sudut geser dalam) tanah dan batuan dengan geometri lereng aktual sebelum diberikan perlindungan dengan kondisi aktual adalah kondisi Natural 1.271 dan kondisi jenuh 1,232
3. Rekomendasi lereng dengan menggunakan *double bench* memiliki nilai faktor keamanan dengan lereng jenuh dengan FK **1,393**
4. Nilai FK berdasarkan parameter uji sifat fisik (bobot isi) dan sifat mekanik (kohesi dan sudut geser dalam) tanah dan batuan, dengan rekomendasi geometri lereng *double bench* setelah diberikan

perlindungan dengan FK lereng *double bench* adalah **1,535** artinya $FK \geq 1.5$ dari panjang angkur 9 meter dan jarak angkur 3 meter dan optimasi penggunaan angkur berdasarkan analisis menggunakan metode kesetimbangan batas mendapatkan FK dengan jumlah angkur 24, penggunaan angkur sudah sangat aman dengan lereng pada area 8.

B. Saran

Saran yang dapat diberikan penulis pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Perubahan Geometri Lereng

Hal ini dilakukan dengan memperbaiki geometri lereng yang ada dengan mengikuti rekomendasi desain yang telah dibuat untuk menjaga kestabilan lereng.

2. Perlunya langka pemeliharaan, pemantauan dan penanganan pada lereng permanen untuk menjaga agar lereng tetap dalam kondisi aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z. dan Utoyo, H. (2014): Mineralization of Selected Base Metal Deposits In Barisan Range, Sumatera, Indonesia (Case Study At Lokop, Dairi, Latong Tanjung Balit and Tuboh). *Indonesia Mining Journal*, v. 17, no.1, 122-133.
- Agnes T, Mandagi Dkk, (2019) . Analisis stabilitas lereng dengan perkuatan soil nailing menggunakan software slide 6.0 (studi kasus: ruas jalan Manado-Tomohon). Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Aldiss, D. T. dan Ghazali, S. A. (1984): The regional geology and evolution of the Tobavolcano-tectonic depression, Indonesia, *Journal of the Geological Society*, 141, 487– 500.
- Aldiss, D. T., Whandoyo, R., Ghazali, S. A., dan Kusyono (1983): *The Geology of the Sidikalang Quadrangle, Sumatera*, Geological Research and Development Centre, Bandung, 43.
- Arif Irwandi. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Badan Standarisasi Nasional. 2017. *SNI 8460-2017- Faktor Keamanan Lereng*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Barber, A. J., Crow, M. J., dan Milsom, J. (2005): *Sumatra: Geology, Resources and Tectonic Evolution*, The Geological Society, London, 290. *Cut Slopes in Weak Rock Units in Ohio*. Environmental and Engineering Geoscience.
- Ermitha Ambun RD, Edgard Londong Allo Dkk, 2020, *Studi Perkuatan Lereng Terhadap Kelongsoran Pada Ruas Jalan Tamba Narang*, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Toraja
- Felisa Octaviani Lomboan, Ellen J. Kumaat Dkk *Pengujian Kuat Tekan Mortar dan Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Ringan Batu Apung dan Abu Sekam Padi Sebagai Substitusi Parsial Semen* Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Fikri, M.A., & Heriyadi, B. (2018). Analisis Stabilitas Lereng Pada Pit Tambang Air Laya Barat Section C-C' PT. Bukit Asam Tbk. Sumatera Selatan. *Jurnal Bin Tambang* 3(2).
- Joar Tistel Dkk, *Testing and modeling of cyclically loaded rock anchors*. Department of Civil and Transport Engineering, Faculty of Engineering,