

TUGAS AKHIR

**Analisis Probabilitas Kelongsoran Menggunakan Metode
Monte Carlo Pada *Highwall* Pit SB-II BK-14
PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, Kabupaten Kutai Barat,
Kalimantan Timur.**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Dalam Menyelesaikan Program S1 Teknik Pertambangan*



PANJI KURNIA WIRADANI
BP / NIM : 2013 / 1306439

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

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2018

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

**Analisis Probabilitas Kelongsoran Menggunakan Metode *Monte Carlo* Pada *Highwall*
Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining, *Site* Melak, Kabupaten Kutai Barat,
Kalimantan Timur.**

Nama : Panji Kurnia Wiradani
NIM/TM : 1306439/2013
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, 21 September 2018

Telah Disetujui dan Diperiksa Oleh :

Pembimbing I



Drs. Bambang Heriyadi, M.T.
NIP. 19641114 198903 1 002

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Panji Kurnia Wiradani

NIM : 1306439

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 Probabilitas Kelongsoran Menggunakan Metode *Monte Carlo* Pada *Highwall*
Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, Kabupaten Kutai Barat,
Kalimantan Timur.**

Padang, 21 September 2018

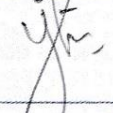
Tim Penguji

Tanda Tangan

1. Ketua : Drs. Bambang Heriyadi, M.T

1. 

2. Penguji I : Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T

2. 

3. Penguji II : Rifky Pratama Putra, S.Si., M.T

3. 



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, 445118 Fax : 7055644
Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : PANJI KURNIA WIRADANI
NIM/TM : 1306439 / 2013
Program Studi : SI TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

” Analisis Probabilitas Kelongsoran Menggunakan Metode
Monte Carlo Pada Highway Pit SB-II BK-14
PT. Trobando Coal Mining Site Melak, Kabupaten Kutai
Barat, Kalimantan Timur.”

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, 18-10-2018

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001



Management
System
ISO 9001:2008
www.tuv.com
ID 9105046446

BIODATA



I. DATA DIRI

Nama Lengkap : Panji Kurnia Wiradani
BP/NIM : 2013/1306439
Tempat/Tanggal Lahir : Padang, 21 April 1995
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Ayah : Yusra
Nama Ibu : Nursyamsi
Alamat Tetap : Komp. Perum Bungomas Polda M.48 Tunggul Hitam,
Padang
Email : panjikurniawiradani@gmail.com

II. DATA PENDIDIKAN

Sekolah Dasar : SDN 16 ATT Padang
Sekolah Menengah Pertama : SMPN 7 Padang
Sekolah Menengah Atas : SMAN 7 Padang
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. DATA SKRIPSI

Tempat Penelitian : PT. Trubaindo Coal Mining
Tanggal Penelitian : 3 Juli 2017 – 13 Desember 2017
Judul Penelitian : Analisisn Probabilitas Kelongsoran Menggunakan Metode *Monte Carlo* Pada *Highwall* Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur.
Tanggal Sidang Akhir : September 2018

Padang, September 2018

Panji Kurnia Wiradani
1306439

ABSTRACT

Panji Kurnia Wiradani : Probabiliy Analysist of Failure Using Monte Carlo Method on Highwall Pit SB-II B14 PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, West Kutai, East Kalimantan.

The stability of open pit slopes in the mining industry is one of the important issues. The many factors that influence the stability analysis of a slope, as well as the presence of a number of uncertainties about these factors, make the slope stability indicators used today (safety factor / FK) unable to provide a safe theoretical design. An alternative to the FK approach for slope design is the probabilistic method based on the calculation of the probability of slope failure (PK). The actual condition of PT. TCM conducts mining activities using open pit method, in accordance with the planning of pit SB-II-BK-14, the safety fator value is 2.367, ($FK > 1.25$) means that the slope with the condition is "SAFE". However, this is not in accordance with the actual condition of the slopes in landslide conditions. so that a landslide probability analysis is needed to support the value of the security factor (FK).

The analysis was carried out including geotechnical mapping with RMR and GSI classification on Highwall pit SB-II BK-14, GSI data processed with RocLab software. The making of lithology rock layer model based on geotechnical mapping data, as well as the making of cross-section using Minescpae and AutoCad 2007 software. Descriptive statistical analysis is used to assess the quality of rock mass and as a parameter in determining the probability distribution function. The design model was analyzed using a simplified Bhisop method. And probability analysis using the MonteCarlo method. Failure probability analysis was carried out with the help of Slide 6.0 software software to calculate the value of PK, deterministic FK, average FK, and Reliability Index (RI).

The geotechnical mapping results at Pit SB-II BK-14, the RMR and GSI values were 66 and 62 respectively, the RMR and GSI values showed the rock in the SB-II BK-14 pit belonged to the rock class "fair rock". The probability analysis of the landslide with the Monte Carlo method shows the A-A section 'in the "Unsafe" condition with the results of FS (deterministic) analysis 1.25 and the probability of landslide of 10.5% and the Reliability Index of 1.2 (< 3). This means that slope design conditions are not reliable. The B-B section as a whole is in a "safe" condition having a PK criterion of 0% with FS (deterministic) 1.5 with the Reliability Index worth 3.1. This means that the slopes in the design conditions are reliable. C-C 'slope crossing in "safe" condition with FS (deterministic) 1.2 and PK 0% with Reliability Index 3.7. This means that the design is in a reliable and safe condition. Furthermore, the last section of the D-D 'slope is in "safe" condition with FS (deterministic) 1.8 and PK 0% Reliability Index 24.5. This means that the design is safe and reliable. Overall, the variables that influence the value of slope stability are shear strength test materials (cohesion and deep shear angle) and the majority of material composing slope geometry.

Keywords: Geotech, Probabilitas, GSI, RMR, monte carlo

RINGKASAN

Panji Kurnia Wiradani : Analisis Probabilitas Kelongsoran Menggunakan Metode *Monte Carlo* Pada *Highwall* Pit SB-II B14 PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur.

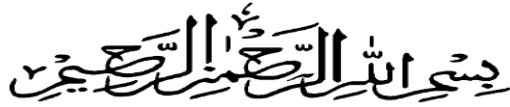
Kestabilan lereng tambang terbuka pada industri pertambangan merupakan salah satu isu penting. Banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam analisis kestabilan suatu lereng, serta terdapatnya sejumlah ketidakpastian terhadap faktor tersebut, membuat indikator kestabilan lereng yang digunakan saat ini (faktor keamanan/FK) tidak mampu memberikan desain teoritis yang aman. Suatu alternatif selain pendekatan FK untuk desain lereng adalah metode probabilistik yang didasarkan pada perhitungan probabilitas kelongsoran (PK) lereng. Kondisi aktual PT.TCM melakukan aktivitas penambangan dengan metode tambang terbuka, sesuai dengan perencanaan pit SB-II-BK-14 nilai faktor keamanan sebesar 2.367, ($FK > 1.25$) artinya lereng dengan kondisi "AMAN". Akan tetapi ini tidak sesuai dengan keadaan aktual lereng berada dalam kondisi longsor. sehingga diperlukan kajian analisis probabilitas kelongsoran untuk mendukung nilai dari faktor keamanan (FK).

Analisis dilakukan meliputi pemetaan geoteknik dengan klasifikasi RMR dan GSI pada *Highwall* pit SB-II BK-14, Data GSI diolah dengan *software RocLab*. Pembuatan model perlapisan *lithology* batuan berdasarkan data pemetaan geoteknik, serta pembuatan *crosssection* dengan menggunakan *software minescape* dan *AutoCad 2007*. Analisis statistik deskriptif digunakan untuk menilai kualitas massa batuan dan sebagai parameter dalam penentuan fungsi distribusi probabilitas. Model rancangan dianalisis menggunakan metode *Bishop* yang disederhanakan. Dan analisis probabilitas menggunakan metode *MonteCarlo*. Analisis probabilitas kelongsoran dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *software Slide 6.0* untuk menghitung besar nilai PK, FK deterministik, FK rata-rata, dan *Reliability Index* (RI).

Berdasarkan hasil pemetaan geoteknik di Pit SB-II BK-14, diperoleh nilai RMR dan GSI masing-masing sebesar 66 dan 62. Nilai RMR dan GSI tersebut menunjukkan batuan di pit SB-II BK-14 tergolong dalam kelas batuan "*good- fair rock*". Analisis probabilitas kelongsoran dengan metoda *Monte Carlo* menunjukkan penampang A-A' dalam kondisi "**Tidak aman**" dengan hasil analisis FS (deterministik) 1.25 dan Probabilitas kelongsoran 10.5% serta *Reliability Index* sebesar 1.2 (< 3). Artinya kondisi desain lereng tidak bisa diandalkan. Penampang B-B' secara keseluruhan berada dalam kondisi "**aman**" memiliki kriteria PK 0% dengan FS (deterministik) 1.5 dengan *Reliability Index* bernilai 3.1. Artinya lereng dalam kondisi desain bisa diandalkan. Penampang C-C' lereng dalam kondisi "**aman**" dengan FS (deterministik) 1.2 dan PK 0 % dengan *Reliability Index* 3.7. Artinya desain dalam kondisi dapat diandalkan dan aman. Selanjutnya, terakhir penampang D-D' lereng dalam kondisi "**aman**" dengan FS (deterministik) 1.8 dan PK 0 % *Reliability Index* 24.5. Artinya desain dalam kondisi aman dan dapat diandalkan. Secara keseluruhan variabel yang mempengaruhi nilai kestabilan lereng adalah material uji kuat geser (kohesi dan sudut geser dalam) serta material mayoritas penyusun geometri lereng.

Keywords: *Geoteknik, Probabilitas kelongsoran, GSI, RMR, monte carlo.*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Probabilistas Kelongsoran Menggunakan Metode *Monte Carlo* Pada *Highwall* Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur”**.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, pengarahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Teristimewa kedua orang tua ayah dan ibu ku tersayang, abang, kakak, adik, dan seluruh keluarga besar ku yang telah banyak memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral dan material.
2. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T. selaku Dosen Pembimbing I
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T. selaku Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi S1 Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Seluruh dosen pengajar dan staff Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
5. Terimakasih untuk kakak senior Masdian Darma Putra S.T , Wirandy Firdaus S.T, Andri Betrianto S.T “abe”, Edi Setiawan S.T yang telah membimbing selama penulisan Tugas akhir ini.

6. Terimakasih banyak kepada Bapak Andhang A S.T selaku pembimbing lapangan dan seluruh Bapak ibuk yang ada di Department Geotech PT.Trubaindo Coal Mining.
7. Semua teman-teman S1 angkatan 2013 dan HMTP-FT UNP.
8. Seluruh kawan kawan KONCO AREK.
9. Seluruh kawan KAWAN KARAMBIA, kosan lapai.
10. Teristimewah kepada saudari Vivi Indah Pancarani S.T sebagai pengiring dalam Menaklukan cita-cita dan mimpi dikehidupan nyata ini.
Terimakasihhhhh piakkk.

Penulis menyadari dalam penulisan laporan ini masih terdapat banyak kesalahan, untuk itu saran dan kritik yang konstruktif sangat penulis harapkan untuk perbaikan dimasa mendatang.

Padang, 19 September 2018

Panji Kurnia Wiradani

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
ABSTRACT	vi
RINGKASAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian.....	7
F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum Lokasi Penelitian.....	9
B. Kajian Teori.....	19
C. Penelitian Relevan.....	70
D. Kerangka Konseptual.....	73
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Desain Penelitian.....	76
B. jenis dan Sumber Data Penelitian.....	76

C. Teknik Pengumpulan Data	77
D. Teknik Pengolahan dan Analisis Data.....	78
E. Bagan Alir Penelitian	86
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Penyelidikan Geoteknik	87
B. Fungsi Distribusi Probabilitas dan Koefisien Korelasi Kohesi – Sudut Geser Dalam.....	99
C. Analisis Probabilitas Kelongsoran Lereng keseluruhan	107
D. Rekomendasi Desain Geometri Lereng	181
BAB V. PENUTUP	
A. Kesimpulan.....	121
B. Saran.....	123
DAFTAR PUSTAKA.....	124

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Curah Hujan di PT. TCM Tahun 2003-2013	18
Tabel 2. Indeks kekuatan material batuan utuh-UCS (Bieniawski,1989)	21
Tabel 3. Indeks <i>Rock Designation Quality</i> (RQD) (Bieniawski,1989)	22
Tabel 4. Indeks Spasi Diskontinuitas (Bieniawski, 1989)	22
Tabel 5. Penggolongan Pembobotan Kekasaran (Bienawski, 1976).....	23
Tabel 6. Tingkat pelapukan batuan (Bieniawski, 1976)	24
Tabel 7. Panduan Klasifikasi Kondisi Kekar (Bieniawski, 1989)	25
Tabel 8. Kondisi Air Tanah (Bieniawski, 1989)	25
Tabel 9. Kelas Masa Batuan Dari Total Pembobotan (Bieniawski, 1989)	26
Tabel 10. Rekomendasi Catch Berm (Call, 1986)	31
Tabel 11. Perbedaan Lereng Tunggal dan Le reng Keseluruhan	33
Tabel 12. Persamaan (<i>Equations</i>) Variabel (<i>Unknowns</i>) metode Irisan	49
Tabel 13. Kondisi Keseimbangan untuk Berbagai Metode Irisan	50
Tabel 14. Asumsi Digunakan untuk Beberapa Metode Irisan.....	51
Tabel 15. <i>Design Acceptance Criteria</i> PK (SRK Consulting 2010)	59
Tabel 16. Normal Standar Deviasi.....	63
Tabel 17. Jumlah Sampel Batuan Minimum Pengujian Laboratorium	79
Tabel 18. <i>Design Acceptance Criteria</i> Lereng Keseluruhan, tunggal	82
Tabel 19. Nilai input material propertis sebelum di tambang	88
Tabel 20. Hasil pembobotan RMR dan GSI Pit SB-II BK-14.....	92
Tabel 21. Nilai total RMR dan GSI untuk keseluruhan layer	93

Tabel 22. Jumlah sample pengujian laboratorium	94
Tabel 23. Hasil pengujian laboratorium sifat mekanik batuan PT. TCM ..	95
Tabel 24. Hasil pengujian sifat fisik batuan nilai (bobot isi).....	96
Tabel 25. Hasil analisis rocklab nilai input UCS dan GSI	97
Tabel 26. Hasil pengukuran MAT pada Pit SB-II BK-14	98
Tabel 27. Statistik Deskriptif Pengujian Lababoratorium	99
Tabel 28. Statistik deskriptif MAT pit SB-II BK-14.....	100
Tabel 29. Input Bentuk dan Parameter PDF <i>Properties Material</i>	102
Tabel 30. Hasil analisis lereng keseluruhan pada pit SB-II BK-14	112
Tabel 31. Hasil analisis rekomendasi desain lereng keseluruhan	121

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Hasil analisis FK sebelum di tambang	3
Gambar 2. Keadaan Aktual pada <i>Highwall</i> Pit SB-II BK-14	4
Gambar 3. Peta Kesampaian Daerah PT. Trubaindo Coal Mining	10
Gambar 4. Peta Geologi PT. Trubaindo Coal Mining.....	13
Gambar 5. Starigrafi Umum PT. Trubaindo Coal Mining	17
Gambar 6. <i>Grafik Data Curah Hujan di PT. TCM Tahun 2003–2007</i>	19
Gambar 7. <i>Grafik Curah Hujan di PT. TCM Tahun 2008–2013</i>	19
Gambar 8. Parameter Pembobotan <i>General GSI</i>	27
Gambar 9. Parameter Pembobotan <i>Flysh (Sedimentary Clasification)</i>	28
Gambar 10. Redistribusi Tegangan Horizontal Akibat Penggalian	29
Gambar 11. Bagian-bagian Lereng pada Tambang Terbuka	30
Gambar 12. Fungsi Jenjang Penahan (<i>Catch Berm</i>).....	31
Gambar 13. Pengaruh Kondisi Bidang Diskontinu	32
Gambar 14. Longsoran Busur (<i>Circular Failure</i>)	34
Gambar 15. Variasi Faktor Keamanan Terhadap Waktu	34
Gambar 16. Ilustrasi Kekuatan Geser Mohr-Coulomb	39
Gambar 17. Pengaruh Gravitasi Blok Massa di Atas Bidang Runtuh	41
Gambar 18. Metode Keseimbangan Batas untuk Bidang Runtuh Planar ..	44
Gambar 19. Metode Keseimbangan Batas untuk Bidang Runtuh Baji.....	44
Gambar 20. Analisis Longsoran Rotasional dengan Metode Massa.....	45
Gambar 21. Model Lereng dengan Bidang Runtuh Busur Lingkaran.....	46

Gambar 22. Bidang Runtuh Berupa Gabungan	46
Gambar 23. Model Lereng dengan Bidang Runtuh Berupa Gabungan	47
Gambar 24. Pembagian Bidang Runtuh dalam Sejumlah Irisan (<i>Slice</i>)	49
Gambar 25. Gaya-gaya yang Bekerja pada Masing-masing Irisan	53
Gambar 26. Rumus Perhitungan Manual Bhisop Pada <i>Microsoft Excel</i>	55
Gambar 27. Kasus Kestabilan Lereng Batuan (Hoek & Bray, 1974)	58
Gambar 28. Prinsip Dasar Simulasi Monte Carlo	60
Gambar 29. Sampel Variabel Acak dalam Analisis Probabilitas	61
Gambar 30. Perbandingan PDF Normal, Lognormal, dan Triangular	65
Gambar 31. Beberapa Macam PDF	67
Gambar 32. Perbandingan Keamanan Dua Lereng dengan μ dan σ	69
Gambar 33. Grafik antara Variabel <i>Output Y</i> dan Parameter <i>X</i>	71
Gambar 34. Bagan alir penelitian	76
Gambar 35. <i>Software Roclab</i>	81
Gambar 36. Pengaturan Metode Analisis yang Digunakan	83
Gambar 37. <i>Convergence Plot</i> PK Jumlah Sampel 1000	84
Gambar 38. Metode <i>Sampling</i> , Jumlah Sampel, Tipe Analisis	85
Gambar 39. Pengaturan Nilai <i>Seed</i> dan Tipe RNG yang Digunakan	86
Gambar 40. Bagan Alir Penelitian	87
Gambar 41. Klasifikasi Batuan berdasarkan nilai kuat tekan	88
Gambar 42. Grafik Kemampugalian Kolloth (1990)	90
Gambar 43. Kondisi <i>highwall</i> Pit SB-II BK-14	91
Gambar 44. <i>Scanline</i> titik pemetaan geoteknik <i>highwall</i> pit SB-II BK-14... ..	91

Gambar 45. <i>Plan</i> pemboran Geoteknik pada pit SB-II BK-14.....	94
Gambar 46 .Distribusi Nilai Variabel Acak cohesi <i>sandyesiltstone</i>	103
Gambar 47. <i>Input</i> Bentuk dan Parameter PDF <i>Water Table</i>	104
Gambar 48. Ilustrasi Lokasi Muka Air Tanah (<i>Water Table Location</i>).....	105
Gambar 49. Distribusi Nilai Variabel Acak Lokasi Muka Air Tanah	105
Gambar 50. <i>Seismic Hazard Map</i>	106
Gambar 51. <i>Input</i> Bentuk dan Parameter PDF <i>Horizontal Seismic Load</i> ...	107
Gambar 52.Distribusi Nilai Variabel Acak <i>Horizontal Seismic Load</i>	107
Gambar 53. <i>Input Mohr-Coulomb Correlation Coefficients</i>	108
Gambar 54. Kondisi Lereng highwall Pit SB-II BK-14 penampang A-A' ..	110
Gambar 55. <i>Input</i> Bentuk dan Parameter PDF <i>Properties Material</i>	111
Gambar 56. Hasil analisis probabilitas kelongsoran penampang A-A'	113
Gambar 57. Hasil analisis probabilitas kelongsoran Penampang B-B'	114
Gambar 58. Hasil analisis probabilitas kelongsoran Penampang C-C'	115
Gambar 59. Hasil analisis probabilitas kelongsoran Penampang D-D'	115
Gambar 60. Sensitifitas Penampang A-A' ketinggian 38m, sudut 47 ⁰	116
Gambar 61. Sensitifitas Penampang B-B' ketinggian 16m sudut 44 ⁰	117
Gambar 62. Sensitifitas Penampang C-C' ketinggian 31 m sudut 46 ⁰	118
Gambar 63. Sensitifitas Penampang D-D' ketinggian 6.5m sudut 31 ⁰	119

DAFTAR LAMPIRAN

	HALAMAN
LAMPIRAN 1. Peta kesampaian daerah, desain pit, peta geologi	127
LAMPIRAN 2. <i>Scanline</i> pengamatan RMR GSI, perencanaan pemboran	131
LAMPIRAN 3. Pengujian labor, plan pemboran geotech, <i>RocLab</i>	139
LAMPIRAN 4. Analisis lereng, material model, analisis sensitivitas	145
LAMPIRAN 5. Rekomendasi desain geometri lereng	158

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kestabilan lereng tambang terbuka pada industri pertambangan merupakan salah satu isu penting, hal ini berkaitan dengan peningkatan produksi perusahaan tambang di Indonesia, akibatnya perusahaan tambang tersebut melakukan pelebaran dan pendalaman penggalian. (Azizi, 2012). Semakin lebar dan dalam tambang terbuka tersebut dilakukan penggalian, maka tentunya akan semakin besar risiko yang akan muncul atau semakin meningkatkan ketidakpastian pada faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng tambang terbuka tersebut.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kelongsoran lereng mencakup sifat fisik dan mekanik batuan, kondisi air tanah, karakterisasi massa batuan, struktur yang ada pada batuan serta geometri lereng. Banyaknya faktor yang mempengaruhi dalam analisis kestabilan suatu lereng, serta terdapatnya sejumlah ketidakpastian terhadap faktor tersebut, membuat indikator kestabilan lereng yang digunakan saat ini (faktor keamanan/FK) tidak mampu memberikan desain teoritis yang aman dalam desain praktek suatu lereng. Hal ini terlihat dari beberapa lereng yang diteliti oleh (Hoek & Bray, 1974) dimana masih terjadi longsor pada lereng yang memiliki kriteria faktor keamanan yang dapat diterima serta didapatkan beberapa lereng yang masih stabil pada kriteria faktor keamanan yang tidak dapat

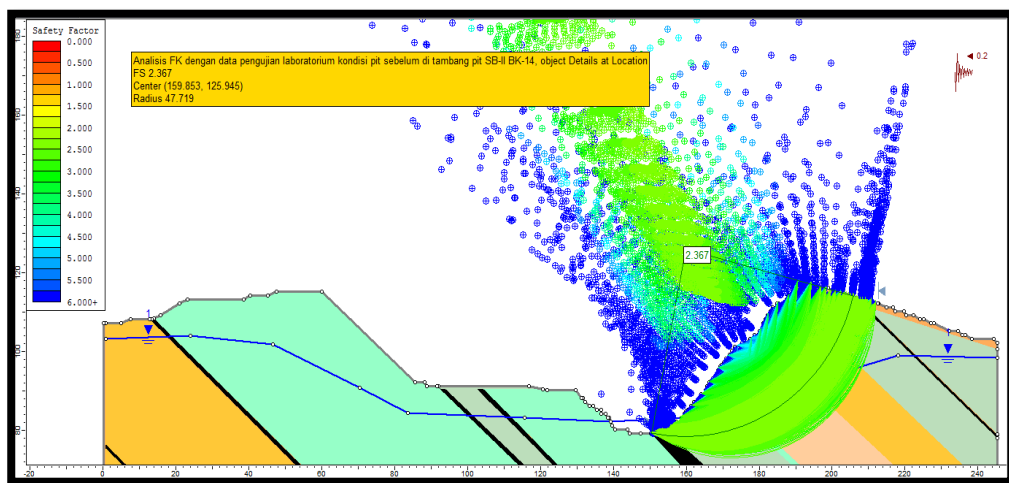
diterima (Steffen et.al., 2008). Atau dengan kata lain, ada lereng aman longsor dan ada lereng tidak aman tidak longsor.

Hal ini dikarenakan faktor keamanan hanya menganggap nilai rata-rata parameter masukan sudah mewakili karakteristik masing-masing parameter masukan tersebut. Padahal secara alamiah seluruh parameter tersebut memiliki variasi nilai yang memiliki peluang yang sama untuk mewakili karakteristik masing-masing parameter. Oleh sebab itu diperlukan suatu cara yang dapat menjadi solusi kondisi tersebut (Azizi, 2012).

Suatu alternatif selain pendekatan FK untuk desain lereng adalah metode probabilistik yang didasarkan pada perhitungan probabilitas kelongsoran (PK) lereng. Pada metode ini, nilai faktor keamanan digambarkan sebagai variabel acak yang mempunyai fungsi distribusi dengan parameter yang diperlakukan seperti nilai rata-rata dan standar deviasi. Dengan mengkombinasikan distribusi ini dalam model deterministik yang digunakan dalam menghitung nilai FK, maka PK lereng dapat diestimasi.

Hal menarik dari metode probabilistik adalah representasi yang eksplisit dari ketidakpastian dalam kajian stabilitas lereng. Nilai faktor keamanan desain lereng dapat dioptimasi dengan nilai probabilitas kelongsoran, sehingga dapat memberikan tingkat keyakinan terhadap desain lereng tersebut. Menurut (Azizi, 2012) pendekatan analisis probabilistik dan resiko kelongsoran merupakan pendekatan yang komperhensif dalam menentukan kestabilan lereng tambang terbuka.

PT. Trubaindo Coal Mining melakukan aktivitas penambangan dengan metode tambang terbuka. seiring berjalannya aktifitas penambangan yang sesuai dengan perencanaan dalam analisis faktor keamanan pit SB-II-BK-14 sebesar 2.367, dengan hasil ini menunjukkan $FK > 1.25$ artinya lereng dengan kondisi “AMAN” terlihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Hasil analisis FK pada Pit SB-II BK-14 Hasil analisis lereng dengan nilai input uji laboratorium kondisi pit sebelum di tambang.

Akan tetapi ini tidak sesuai dengan keadaan *plan* dan keadaan aktual, dimana dalam keadaan aktual lereng berada dalam kondisi longsor sehingga diperlukannya kajian analisis probabilitas kelongsoran untuk mendukung nilai dari faktor keamanan (FK), dengan kondisi batuan yang ada pada Pit SB-II BK-14. PT. Trubaindo Coal Mining didominasi oleh batuan sedimen dimana karakteristik batuan turut dipengaruhi oleh cuaca dan sehingga batuan yang awalnya cukup keras dapat menjadi batuan lunak pada saat tersingkap atau

pada saat dimulainya proses penambangan (Kramadibrata, dkk., 2007, dalam Singgih 2012: I-2).

Hal ini mendukung asumsi dimana ketidakpastian dari parameter utama dalam analisis kestabilan lereng. Sebagaimana keadaan aktual dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Keadaan Aktual pada *Highwall* Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining.

Untuk itu penulis tertarik melakukan kajian analisis faktor keamanan dengan metode probabilitas kelongsoran menggunakan metode *MonteCarlo*. Dengan judul penelitian “**Analisis Probabilistas Kelongsoran Menggunakan Metode *Montecarlo* Pada *Highwall* Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining, Site Melak, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur**”

B. Identifikasi Masalah

Permasalahan yang mendasari penelitian ini, sebagaimana disebutkan dalam latar belakang, antara lain:

1. Belum adanya analisis probabilitas kelongsoran untuk mendukung dan memberikan penilaian teknis terhadap rencana penambangan pada Pit SB-II BK-14 PT Trubaindo Coal Mining.
2. Secara alamiah seluruh parameter memiliki variasi nilai yang memiliki peluang yang sama untuk mewakili karakteristik masing-masing parameter.
3. Adanya unsur ketidakpastian dalam parameter rancangan akibat variabilitas spasial dan kemungkinan kesalahan pengukuran pada preparasi sample dan pengambilan data di lapangan serta pengujian laboratorium.
4. Batuan pada lokasi penelitian yang tergolong sebagai batuan sedimen, dimana karakteristik batuan turut dipengaruhi oleh cuaca dan air hujan.
5. Terjadinya longsoran pada keadaan aktual dan dengan nilai $FK > 1.25$. sehingga diperlukannya kajian analisis probabilitas kelongsoran untuk mendukung nilai dari faktor keamanan (FK)

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada lokasi pada *Highwall* Pit SB-II BK-14 yang terdiri dari empat penampang A-A', B-B', C-C', D-D' dan tidak membahas faktor ekonomi.
2. Model longsoran diasumsikan berupa longsoran busur (*circular failure*).
3. Analisis kestabilan rancangan lereng dilakukan dengan metode *Bhisop* yang disederhanakan dan dihitung dengan *Software Slide 6.0* dan *Geostudio 2018 (slope/w)*.
4. Analisis probabilitas menggunakan simulasi *MonteCarlo*.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana klasifikasi nilai kuat tekan batuan (MPa) dalam keadaan tidak terganggu/keadaan sebelum di tambang pada pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining?
2. Bagaimana kondisi klasifikasi (*Rock Mass Rating*) RMR dan *Geological Strength Index* (GSI) dalam kondisi terganggu/sudah dilakukannya aktifitas penambangan pada Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining?
3. Bagaimana hasil analisis probabilitas kelongsoran, nilai FK berdasarkan kondisi massa batuan pada pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining terhadap?
4. Apa saja parameter yang paling berpengaruh terhadap kestabilan lereng penambangan pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining?
5. Bagaimana rekomendasi desain geometri lereng yang optimum pada pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining berdasarkan dari analisis probabilitas kelongsoran/ nilai PK dan sensitifitas?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengungkapkan klasifikasi nilai kuat tekan batuan (MPa) dalam kondisi tidak terganggu/keadaan sebelum ditambang pada pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining?

2. Mengungkapkan klasifikasi (*Rock Mass Rating*) RMR dan *Geological Strength Index* (GSI) dalam kondisi terganggu/ sesudah dilakukannya aktivitas penambangan pada Pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining.
3. Mengungkapkan hasil analisis probabilitas kelongsoran, nilai FK dan PK berdasarkan kondisi massa batuan pada pit SB-II BK-14 *sequens* penambangan September 2017 PT. Trubaindo Coal Mining.
4. Mengungkapkan parameter yang paling berpengaruh terhadap kestabilan lereng penambangan pit SB-II BK-14 *sequens* penambangan September 2017 PT. Trubaindo Coal Mining.
5. Memberikan rekomendasi desain geometri lereng yang optimum pada pit SB-II BK-14 PT. Trubaindo Coal Mining berdasarkan dari analisis probabilitas kelongsoran.

F. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Hasil penelitian ini (pemetaan geoteknik, pengujian laboratorium serta analisis probabilitas dan sensitivitas) dapat menjadi informasi masukan dalam perencanaan desain tambang dan dasar pengambilan keputusan bagi PT. Trubaindo Coal Mining.
2. Referensi bagi penelitian sejenis dan dasar untuk penelitian lanjutan bagi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang dan pihak perusahaan.

3. Bagi penulis yaitu dapat mengaplikasikan teori-teori selama masa perkuliahan dan sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan program studi S1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

BAB V

PENUTUP

A. SIMPULAN

Sebagai hasil dari penelitian ini, dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan maksimum material pada daerah penelitian ini sebelum dilakukannya aktifitas penambangan yang paling besar senilai 8.9 Mpa dan yang paling kecil sebesar 4 Mpa sehingga berdasarkan grafik Kolloth maka semua material dapat digali menggunakan *dragline*, *shovel*, *backhoe*, *surface miner*, atau BWE dan tidak memerlukan peledakan.
2. Berdasarkan hasil pemetaan geoteknik dan pengujian laboratorium, klasifikasi massa batuan menurut RMR dan GSI, didapat nilai rata-rata pembobotan sebesar RMR 66 dan GSI 62 tergolong dalam kelas batuan, RMR “*good-fair rock*” dan GSI “*good- fair rock*”,
3. Hasil analisis probabilitas kelongsoran dari seluruh penampang Pit SB-II BK-14 dengan kriteria PK menurut (SRK Konsulting, 2011) sebagai berikut
:
 - Penampang A-A’ dalam kondisi “**TIDAK AMAN**” dengan hasil analisis FS (deterministik) 1.25 dan Probabilitas kelongsoran 10.5% serta *Reliability Index* sebesar 1.6 (< 3) yang artinya kondisi desain lereng “**tidak bisa diandalkan**” dengan dampak kelongsoran resiko kecil.
 - Penampang B-B’ secara keseluruhan berada dalam kondisi “**AMAN**” dengan hasil FS (deterministik) 1.5 dan memiliki nilai PK 0% dan *Reliability Index* bernilai 3.12 artinya lereng dalam kondisi desain “**dapat diandalkan**”.

- Penampang C-C' lereng dalam kondisi “**AMAN**” dengan FS (deterministik) 1.24 dan PK 0 % dengan *Reliability Index* 3.3 artinya kondisi desain “**dapat diandalkan**”.
 - Penampang D-D' lereng dalam kondisi “**AMAN**” dengan FS (deterministik) 1.8 dan PK 0 % *Reliability Index* 24.5 artinya desain dalam kondisi dan “dapat diandalkan”, penampang D-D' desain masih dalam tahap awal penambangan dan belum ada penambahan kedalaman pit yang signifikan.
4. Dari hasil analisis sensitifitas menunjukkan parameter yang paling berpengaruh merupakan hasil uji kuat geser batuan nilai (**kohesi dan sudut gesek dalam**) terhadap kestabilan lereng secara keseluruhan pada seluruh penampang. Sedangkan parameter bobot isi, lokasi muka air tanah, dan koefisien beban seismik horizontal tidak berpengaruh yang signifikan terhadap kestabilan lereng.
5. **Secara umum, material yang paling berpengaruh terhadap kestabilan lereng merupakan material mayoritas pada geometri lereng penampang tersebut.**
6. Rekomendasi desain geometri lereng dari hasil analisis penampang A-A' tinggi lereng dikurangi dari 43m menjadi 35 dan 36m, sudut lereng keseluruhan dikurangi dari 47° menjadi 40°. Dan membagi menjadi beberapa single slope pada penampang A-A' dengan lebar bench 8.5m, 6.5m dan 5m. Hasil dapat dilihat pada lampiran 5.

B. SARAN

1. Pemantauan lereng yang terjadwal secara periodik perlu dilakukan untuk mengetahui besar perpindahan massa batuan akibat penggalian. Data hasil pemantauan merupakan data yang paling mewakili kondisi kekuatan massa batuan dalam keadaan *actual*.
2. Dari hasil analisis Keberadaan air berpengaruh tidak signifikan terhadap kemantapan lereng, akan tetapi pengontrolan sangat perlu dilakukan agar tidak berpengaruh untuk kestabilan lereng.
3. Pemetaan geoteknik dan pembobotan nilai RMR dan GSI untuk lebih akurat pengontrolan dan pembobotan dilakukan pada saat penurunan elevasi pit per 5-10 meter.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, Saifuddin. 2007. “*Konsep Dasar & Metode-metode dalam Analisis Kestabilan Lereng*”. Buku kompilasi tidak diterbitkan.
- Arief, Saifuddin. 2008. “*Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Irisan*”. Buku kompilasi tidak diterbitkan.
- Arif, Irwandy & Nana Sumarna. 2003. “*Rancangan Geometri Lereng Penambangan dan Lereng Timbunan dengan Menggunakan Program SLIDE*”. Paper. Prosiding Seminar Sehari Kemantapan Lereng di Pertambangan Indonesia III, Bandung 16 Juni 2003.
- Azizi, Masagus A. & Rr Harminuke Eko Handayani. 2011. “Karakterisasi Parameter Masukan untuk Analisis Kestabilan Lereng Tunggal (Studi Kasus di PT. Tambang Batubara Bukit Asam Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan)”. Paper. Prosiding Seminar Nasional AVoER Ke-3.
- Azizi, Masagus A., dkk.. 2012. “Analisis Risiko Kestabilan Lereng Tambang Terbuka (Studi Kasus Tambang Mineral X)”. Paper. Prosiding Simposium dan Seminar Geomekanika Ke-1 2012.
- Bieniawski, Z.T.. 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. Canada: John Wiley & Sons.
- Cramer, Duncan & Dennis Howitt. 2004. *The SAGE Dictionary of Statistic*. London: SAGE Publications Ltd.
- Das, Braja M. & Khaled Sobhan. 2013. *Principles of Geotechnical Engineering*. 8th. (ed). Stamford: Cengage Learning.
- El-Ramly, H., et al. 2002. “Probabilistic Slope Stability Analysis for Practice”. Jurnal. NRC Research Press. Geo-slope International. 2013. *Stability Modeling with SLOPE/W*. Canada: Geo-slope International, Ltd.
- Gibson, William. 2011. “Probabilistic Methods for Slope Analysis and Design”. Jurnal. Australian Geomechanic Vol 46 No. 3. Hammah, Reginald, T. Yacoub & J. Curran. “The Influence of Correlation and Distribution Truncation on Slope Stability Analysis Results”. Jurnal.
- Ginanjarginan, dkk. 2015 “Analisis Baliklongsoran *Lowwall* Pit B3 di Tambang Batubara PT.BJA menggunakan Metode *Probabilistik Monte Carlo*”. jurnal.
- Herdian, Aldri, dkk.. 2006. “Kajian Rancangan Lereng Rencana Tambang Batubara Muara Tiga Besar Selatan Tahun 2006/2007 di Pit PT. Tambang Bukit Asam”. Jurnal. TPT PERHAPI 2006. Jakarta: Aksara Buana.