

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
RINGKASAN	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB	
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
1.6. Tahapan Penelitian	5
1.7. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN UMUM	7
2.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah	7
2.2. Iklim dan Curah Hujan	9
2.3. Keadaan Geologi	10
2.4. Cadangan dan Kualitas Batubara	18
2.5. Target Penambangan	21
2.6. Tahapan Penambangan	21
III. DASAR TEORI	29
3.1. Batuan dan Tanah	29
3.2. Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng	31
3.3. <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	33
3.4. Kriteria Keruntuhan <i>Mohr–Coulomb</i>	36
3.5. <i>Undrained Shear Strength</i>	37
3.6. Faktor Keamanan	38
3.7. Metode Kestimbangan Batas	39
3.8. Pendekatan Probabilitas Longsor	59

	Halaman
3.9. <i>Goodness of Fit Test</i>	65
3.10. Metode <i>Monte Carlo</i>	68
3.11. Kriteria Penerimaan Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor	70
IV. HASIL PENELITIAN	73
4.1. Lokasi Penelitian	73
4.2. Penampang Sayatan	74
4.3. Penentuan Kekuatan Material	79
4.4. Nilai <i>Properties</i> Material	84
4.5. Geometri Lereng	84
4.6. Kriteria Keruntuhan	86
4.7. Pengolahan Data Statistik	87
4.8. Kondisi Muka Air Tanah	88
4.9. Analisis Kestabilan Lereng	89
V. PEMBAHASAN	99
5.1. Analisis Kestabilan Lereng <i>High Wall</i>	99
5.2. Perbaikan Desain Lereng <i>High Wall</i> Dengan Variasi Sudut Kemiringan Lereng Keseluruhan	102
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	110
6.1. Kesimpulan	110
6.2. Saran	110
DAFTAR PUSTAKA	111
LAMPIRAN	114

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1. Diagram Alir Penelitian	6
2.1. Peta Lokasi Penelitian	9
2.2. Grafik Curah Hujan Tahunan <i>Site Lati Mine Operation</i> (LMO) Tahun 1999-2019	10
2.3. Modifikasi Kolom Stratigrafi Sub-Cekungan Berau	14
2.4. Peta Geologi Regional Daerah Berau dan Sekitarnya	17
2.5. Kegiatan Pembersihan Lahan (<i>Land Clearing</i>)	22
2.6. Kegiatan Pengupasan dan Pemindahan Tanah Pucuk (<i>Top Soil</i>)	23
2.7. Alat Bor Atlas Copco DM45	24
2.8. Peledakan di <i>Pit PQRT Site Lati Mine Operation</i> (LMO)	24
2.9. Kegiatan Pemuatan Lapisan Penutup (<i>Overburden</i>)	25
2.10. Kegiatan Pengangkutan Lapisan Penutup (<i>Overburden</i>)	25
2.11. Kegiatan Pembersihan Batubara (<i>Coal Cleaning</i>)	26
2.12. Kegiatan Penggalian dan Pemuatan Batubara	26
2.13. Kegiatan Pengangkutan Batubara	27
2.14. Kegiatan Pemuatan Batubara dari ROM– <i>Stockpile</i> ke <i>Coal Crushing Plant</i> (CPP)	27
2.15. Kegiatan Pengangkutan Batubara dari ROM- <i>Stockpile</i> ke <i>Coal Crushing Plant</i> (CPP)	28
3.1. Penampang Lereng Tunggal (Single Slope) dan Lereng Keseluruhan (Overall Slope) (Wyllie & Mah, 2005)	32
3.2. Skema Urutan <i>Standard Penetration Test</i> (SPT) (SNI 4153:2008)	35
3.3. Kriteria Keruntuhan <i>Mohr–Coulomb</i> (Braja M. Das, 2018)	37
3.4. Kasus Lereng Batuan Kondisi Stabil dan Tidak Stabil (Hoek & Bray, 1981)	39
3.5. Hubungan Antara Tegangan Geser Diperlukan untuk Menyebabkan Meluncur Sepanjang Diskontinuitas dan Tekanan Normal yang Bekerja Diatasnya (Hoek & Bray, 1981)	40
3.6. Resolusi Gaya W Akibat Beban Blok (Hoek & Bray, 1981)	41

Gambar	Halaman
3.7. Pengaruh Tekanan Air terhadap Tegangan Geser dan Tegangan Efektif (Hoek & Bray, 1981)	42
3.8. Tekanan Air dalam Retakan Tegangan (Hoek & Bray, 1981)	44
3.9. Bentuk Longsor Busur (Hoek & Bray, 1981)	46
3.10. Permukaan Gelincir Metode Irisan (Braja M. Das, 2018)	47
3.11. Gaya yang Bekerja Setiap Irisan (Braja M. Das, 2018)	48
3.12. Metode Irisan untuk Material Berlapis (Braja M. Das, 2018)	49
3.13. Diagram Benda Bebas dan Kestimbangan Gaya untuk Metode <i>Bishop</i> yang Disederhanakan	51
3.14. Faktor Keamanan Metode <i>Bishop</i> yang Disederhanakan	51
3.15. Diagram Benda Bebas dan Kestimbangan Gaya untuk Metode <i>Janbu</i> yang Disederhanakan	52
3.16. Faktor Keamanan Metode <i>Janbu</i> yang Disederhanakan	53
3.17. Keadaan Stabilitas Lereng pada Metode <i>Spencer</i>	54
3.18. Faktor Keamanan Metode <i>Spencer</i>	55
3.19. Fungsi antar Irisan untuk Metode <i>Spencer</i>	55
3.20. Diagram Benda Bebas dan Kestimbangan Gaya untuk Metode <i>Spencer</i>	56
3.21. Hasil Analisis Metode <i>Morgenstern-Price</i>	57
3.22. Faktor Keamanan <i>Morgenstern-Price</i> dengan Fungsi Setengah Sinus	57
3.23. <i>Interslice</i> Fungsi Setengah Sinus	58
3.24. Diagram Benda Bebas dan Kestimbangan Gaya untuk Metode <i>Morgenstern-Price</i>	59
3.25. Konsep Probabilitas Longsor dan Besaran Ketidakpastian (Steffen, et al., 2008)	60
3.26. Ilustrasi Fungsi Densitas Probabilitas (PDF) dan Fungsi Distribusi Kumulatif (CDF) (Azizi, 2014)	63
3.27. Distribusi Normal	64
3.28. Distribusi Lognormal	64
3.29. Distribusi Gamma	65
3.30. Pendekatan Konseptual Uji <i>Goodness of Fit</i> (Romeu, 2003)	66
3.31. Frekuensi Kumulatif Empirik Dan Teoritis (Tse, 2009)	66

Gambar	Halaman
3.32. Diagram Alir Metode <i>Monte Carlo</i> Untuk Menghitung Probabilitas Longsor (PL) (Athanasίου-Grivas, 1980 dalam Wyllie dan Mah, 2004)	70
4.1. Peta Lokasi Penelitian dan Lokasi Sayatan	73
4.2. Sayatan <i>Section A–A'</i>	75
4.3. Sayatan <i>Section B–B'</i>	76
4.4. Sayatan <i>Section C–C'</i>	77
4.5. Sayatan <i>Section D–D'</i>	78
4.6. Proses Pengujian <i>Standard Penetration Test</i> (SPT)	81
4.7. Geometri Lereng <i>Section A–A'</i>	85
4.8. Geometri Lereng <i>Section B–B'</i>	85
4.9. Geometri Lereng <i>Section C–C'</i>	86
4.10. Geometri Lereng <i>Section D–D'</i>	86
4.11. Geometri Permodelan Analisis Lereng Keseluruhan	91
4.12. <i>Project Setting (General)</i>	92
4.13. <i>Project Setting (Metode Perhitungan Faktor Keamanan (FK))</i>	92
4.14. <i>Project Setting (Groundwater)</i>	93
4.15. <i>Project Setting (Statistics)</i>	93
4.16. Masukkan Nilai <i>Define Material Properties</i>	94
4.17. Masukkan Data <i>Material Statistics</i>	94
4.18. Analisis Menggunakan <i>Circular Auto Refine Search</i>	95
4.19. Masukkan Nilai <i>Seismic Load Coefficient</i> pada Kolom <i>Horizontal</i>	95
4.20. Hasil Akhir Permodelan Geometri Lereng	96
4.21. Proses <i>Compute</i>	96
4.22. Hasil Faktor Keamanan (FK) dan Probabilitas Longsor (PL)	96
4.23. Histogram Faktor Keamanan (FK) $\geq 1,3$	97
5.1. Hasil Perbaikan Lereng Variasi Pertama dan Variasi Kedua pada <i>Section A–A'</i>	103
5.2. Hasil Perbaikan Lereng Variasi Pertama dan Variasi Kedua pada <i>Section B–B'</i>	104
5.3. Grafik Hubungan Sudut Kemiringan Lereng Keseluruhan, Nilai Faktor Keamanan (FK), dan Nilai Probabilitas Longsor (PL) pada <i>Section A–A'</i>	106

Gambar	Halaman
5.4. Grafik Hubungan Sudut Kemiringan Lereng Keseluruhan, Nilai Faktor Keamanan (FK), dan Nilai Probabilitas Longsor (PL) pada <i>Section B-B'</i>	106
5.5. Hasil Perbaikan Lereng <i>High Wall</i> pada <i>Section A-A'</i>	107
5.6. Hasil Perbaikan Lereng <i>High Wall</i> pada <i>Section B-B'</i>	107
5.7. Peta Desain Lereng Penambangan Hasil Perbaikan	109

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Pembagian Satuan Morfologi (Nichlos & Edmunson, 1975)	11
2.2. Estimasi Cadangan Batubara	18
2.3. Kualitas Batubara <i>In situ</i>	19
2.4. <i>Product</i> Batubara	20
2.5. Target Penambangan Seluruh <i>Site</i> Tahun 2020	21
3.1. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Butir (Golder Associates, 2013)	30
3.2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Kondisi Kelembaban (Golder Associates, 2013)	30
3.3. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Kekuatan Material (Golder Associates, 2013)	31
3.4. Korelasi antara N-SPT dengan Kohesi (Terzaghi & Peck, 1996)	35
3.5. Nilai Kritis untuk Taraf Nyata α (Tse, 2009)	67
3.6. Kriteria Penerimaan Nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor Lereng Tambang (Kepmen ESDM No 1827, 2018)	72
4.1. Hasil Uji Laboratorium untuk <i>Sandstone</i>	79
4.2. Hasil Uji Laboratorium untuk <i>Mudstone</i>	80
4.3. Hasil Uji Laboratorium untuk <i>Coal</i>	80
4.4. Nilai Kohesi pada Titik Pengeboran SDGT-LMO-19-66	82
4.5. Nilai Kohesi pada Titik Pengeboran SDGT-LMO-19-72	82
4.6. Nilai Kohesi pada Titik Pengeboran SDGT-LMO-19-200	83
4.7. Nilai Kohesi pada Titik Pengeboran SDGT-LMO-19-205	83
4.8. Nilai <i>Properties</i> Material Penyusun Antar Lapisan	84
4.9. Data Statistik Material Penyusun Antar Lapisan	88
4.10. Hasil Pengukuran Muka Air Tanah	89
4.11. Nilai Faktor Keamanan (FK) dan Probabilitas Longsor (PL) Desain Awal	98
5.1. Hasil Analisis Tingkat Kestabilan Desain Lereng <i>High Wall</i>	102

Tabel		Halaman
5.2.	Nilai Faktor Keamanan (FK) dan Probabilitas Longsor (PL) berdasarkan Variasi Sudut Kemiringan Lereng Keseluruhan	104
5.3.	Nilai Faktor Keamanan (FK) dan Probabilitas Longsor (PL) Hasil Perbaikan	108

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. DATA CURAH HUJAN	115
B. DATA HASIL PENGEBORAN <i>FULL CORING</i>	116
C. DATA HASIL PENGUJIAN <i>STANDARD PENETRATION TEST</i> (SPT)	120
D. PENENTUAN DISTRIBUSI DATA	126
E. HASIL ANALISIS KESETABILAN DESAIN LERENG PENAMBANGAN <i>PIT PQRT SITE LATI MINE OPERATION</i> (LMO) MENGGUNAKAN <i>SOFTWARE ROCSCIENCE</i> <i>SLIDE 2</i> (<i>License Number</i> : 12268-001 an. Singgih Saptono)	158
F. CONTOH PERHITUNGAN FAKTOR KEAMANAN (FK)	179
G. SURAT PERNYATAAN PENGGUNAAN LISENSI <i>SOFTWARE</i> <i>ROCSCIENCE SLIDE 2</i>	192