



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE KINEMATIK
DAN METODE KESETIMBANGAN BATAS
PADA DESAIN TAMBANG LAPANGAN "X", TANJUNG ENIM,
PT. BUKIT ASAM (PERSERO), TBK**

TUGAS AKHIR

**RONANDO AUDIVA
21100113130107**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2017**



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**ANALISIS KESTABILAN LERENG
DENGAN MENGGUNAKAN METODE KINEMATIK
DAN METODE KESETIMBANGAN BATAS
PADA DESAIN TAMBANG LAPANGAN "X", TANJUNG ENIM,
PT. BUKIT ASAM (PERSERO), TBK**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Strata-1

**RONANDO AUDIVA
21100113130107**

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
SEPTEMBER 2017**

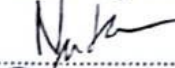
HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh

Nama : Ronando Audiva
NIM : 21100113130107
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode Kinematik dan Metode Kesetimbangan Batas pada Desain Tambang Lapangan "X", Tanjung Enim, PT. Bukit Asam (Persero), Tbk

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Najib, ST., M.Eng., Ph.D (.....)
Pembimbing II : Narulita Santi, ST., M.Eng (.....)
Penguji I : Dian Agus Widiarso, ST., MT (.....)
Penguji II : Dr.rer.nat. Thomas Triadi P, ST., M.Eng (.....)

Semarang, 11 September 2017

Ketua Departemen Teknik Geologi



Najib, ST., M.Eng., Ph.D


NIP. 197710202005011001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Ronando Audiva

NIM : 21100113130107

Tanda Tangan : 

Tanggal : 11 September 2017

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ronando Audiva
NIM : 21100113130107
Departemen : Teknik Geologi
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**“Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode Kinematik dan Metode Keseimbangan Batas pada Desain Tambang Lapangan “X”,
Tanjung Enim, PT. Bukit Asam (Persero), Tbk”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, *mengalihmedia/formatkan*, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : 11 September 2017

Yang menyatakan



Ronando Audiva

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode Kinematik dan Metode Kesetimbangan Batas pada Desain Tambang Lapangan “X”, Tanjung Enim, PT. Bukit Asam (Persero), Tbk” sebagai syarat kelulusan S-1 Departemen Teknik Geologi Universitas Diponegoro.

Kegiatan penelitian dilakukan di tambang batubara PT. Bukit Asam (Persero) Tbk yang berlokasi di kecamatan Tanjung Enim, kabupaten Muara Enim, provinsi Sumatra Selatan. Pada Laporan Tugas Akhir ini penulis memberikan gambaran kondisi geologi daerah penelitian, kondisi massa batuan, dan pendekatan geoteknik, sehingga dapat mengetahui faktor keamanan dari lereng tambang, beserta rekomendasi desain lerengnya.

Pada kegiatan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dari teman-teman, sahabat, serta keluarga yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa. Walaupun demikian, penulis tetap berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, 11 September 2017

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga Laporan Tugas Akhir dapat tersusun dengan baik dan lancar. Dengan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan Rasulullah SAW yang selalu memberikan hidayah, tuntunan dan bimbingan dalam melaksanakan kehidupan di dunia sehingga menjadi bekal di akhirat kelak.
2. Ayahanda dan Ibunda saya Ir. Asyuzal, M.Eng dan Dra. Lenggo Vivirianty, Apt, serta saudara saya Virzalo Eladesta, ST dan Nabila Chaira yang selalu memberikan dukungan moral, mendoakan, memotivasi, dan memberikan semangat hingga Tugas Akhir ini selesai.
3. Bapak Najib, S.T., M.Eng. Ph.D selaku Ketua Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang sekaligus dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, kritik dan saran agar Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Narulita Santi, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing ke-2 yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, kritik dan saran sehingga Tugas Akhir dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Jalal Jumrowi, Bapak Mirza Pratama, Bapak Osmon, dan Bapak Jodi selaku pembimbing dari PT. Bukit Asam yang telah membantu dan membimbing proses penyusunan Tugas Akhir dari awal hingga selesai.
6. Teman-teman Teknik Geologi Universitas Diponegoro angkatan 2013 yang telah menemani, memberikan banyak pelajaran, pengalaman berharga selama saya kuliah di Teknik Geologi Universitas Diponegoro.
7. Kakak-kakak dan adik-adik teman Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi Magmadipa UNDIP yang telah membantu penulis selama menempuh kuliah di kampus Teknik Geologi.

Semarang, 11 September 2017

Penulis

SARI

Salah satu masalah dalam kegiatan penambangan adalah kestabilan lereng, lapangan “X” memiliki dip yang hampir relatif tegak lurus, sehingga perlu dianalisis kestabilan lereng. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jenis potensi longsoran yang mungkin terjadi pada Lapangan “X” dan mengetahui nilai faktor keamanan lereng tambang untuk mendapatkan rancangan desain geometri lereng yang aman dan optimal. Nilai faktor keamanan dievaluasi menggunakan nilai *Geological Strength Index (GSI)*, *Rock Mass Rating (RMR)*, dan *Slope Mass Rating (SMR)* dan dengan menggunakan metode Morgenstern-Price. Kajian kestabilan lereng pada Lapangan “X” dilakukan dengan mengevaluasi kestabilan lereng tunggal dan lereng keseluruhan. Kajian kestabilan lereng tunggal dilakukan pada setiap jenis lapisan *overburden* A1 sampai lapisan *lower C*. Simulasi ketinggian lereng tunggal yang dianalisis dalam penelitian ini adalah 8, 10, dan 12 meter dengan sudut lereng (α) 45° (perbandingan 1 : 1) serta (α) 65° (perbandingan 1:0,46) (nilai *SMR* untuk *Overburden* A1) dan (α) 55° (perbandingan 1:0,70) (nilai *SMR* untuk *Lower C*). Berdasarkan hasil perhitungan kajian kestabilan lereng, nilai Faktor Keamanan lereng paling kritis Desain Tambang Lapangan ‘X’ penampang A – A’ *high wall* = 1,642, *low wall* = 1,428, penampang B – B’ *high wall* = 1,690, *low wall* = 1,350, penampang C – C’ = 1,410, sehingga dapat dilakukan optimasi galian lereng tambang. Dengan jarak *boundary* yang sama, pada penampang A – A’ lereng *high wall* dapat dioptimasi hingga kedalaman -8 mdpl dengan FK paling kritis = 1,276, lereng *low wall* dapat dioptimasi hingga kedalaman -2 mdpl dengan FK paling kritis = 1,250. Pada penampang B – B’ lereng *high wall* dapat dioptimasi hingga kedalaman -7 mdpl dengan FK paling kritis = 1,383, lereng *low wall* dapat dioptimasi hingga kedalaman -4 mdpl dengan FK paling kritis = 1,253.

Kata Kunci: Longsor, faktor keamanan, kinematik dan kesetimbangan batas, desain tambang

ABSTRACT

One of the problems in mining activities is slope stability, field "X" has a dip that is almost relatively perpendicular, so it is necessary to analyze the stability of the slope. The purpose of this research is to know the type of potential avalanche that may occur at Field X and to know the value of mine slope safety factor to get the design of safe and optimal slope geometry design. The value of the safety factor is evaluated using the Geological Strength Index (GSI), Rock Mass Rating (RMR), and Slope Mass Rating (SMR) values and using the Morgenstern-Price method. The slope stability study at Field X is done by evaluating the stability of the single slope and whole slopes. A single slope stability study was performed on each type of overburden layer A1 to the lower C. The single slope level simulation analyzed in this study was 8, 10, and 12 meters with 45° (1: 1) and $(\alpha) 65^\circ$ (ratio 1: 0.46) (SMR value for Overburden A1) and $(\alpha) 55^\circ$ (ratio 1: 0.70) (SMR value for Lower C). Based on the calculation of slope stability studies, the most precise Critical Slope Safety Factor of the 'X' Field Field Design cross section A - A 'high wall = 1.642, low wall = 1,428, B - B' high wall = 1,690, low wall = 1,350, C - C '= 1,410, so it can be done the mining slope excavation. With the same boundary distance, the A-A cross section of high wall slopes can be optimized to -8 mdpl depth with critical plane FK = 1.276, low wall slopes can be optimized to -2 mdpl depth with critical FK plank = 1.250. In the cross section B - B 'high wall slopes can be optimized to -7 mdpl depth with critical plane FK = 1.383, low wall slopes can be optimized to -4 mdpl depth with critical FK = 1.253.

Keywords : *Landslide, safety factor, kinematic and balance equilibrium, design mine*

DAFTAR ISTILAH

<i>Highwall</i>	=	Dinding lereng dimana lapisan batuan memiliki arah kemiringan yang berlawanan dengan arah kemiringan lereng.
<i>Interburden</i>	=	Material yang berada diantara dua lapisan batubara (<i>seam</i>)
<i>Lowwall</i>	=	Dinding lereng dimana lapisan batuan memiliki arah kemiringan yang searah dengan kemiringan lereng.
<i>Overburden</i>	=	Material penutup lapisan batubara.
Pit	=	Tambang terbuka atau penggalian dengan metoda tambang terbuka untuk mengambil bahan galian atau mineral berharga.
<i>Seam</i>	=	Lapisan (batubara)
<i>Seismic Load</i>	=	Parameter kegempaan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
SARI.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISTILAH	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Lokasi dan Kesampaian daerah.....	4
1.7 Waktu Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian	7
2.1.1 Fisiografi dan Kerangka Tektonik	7
2.1.2 Litologi dan Stratigrafi.....	8
2.1.3 Struktur Geologi	11
2.2 Massa Batuan	11
2.3 Faktor yang Mempengaruhi Ketidakstabilan Lereng.....	12
2.4 Klasifikasi Geomekanik Batuan.....	17

2.4.1 <i>Rock Mass Rating (RMR)</i> (Bieniawski, 1989)	17
2.4.2 Kondisi Bidang Diskontinuitas (<i>Joint Condition</i>)	19
2.4.3 <i>Rock Quality Designation (RQD)</i>	21
2.4.4 <i>Geological Strength Index (GSI)</i>	23
2.5 Hubungan antara <i>RMR (Rock Mass Rating)</i> dengan <i>SMR (Slope Mass Rating)</i>	24
2.6 Berbagai Cara Analisis Kestabilan Lereng	25
2.7 Metode Kesetimbangan Batas	26
2.8 Metode Morgenstern-Price	29
2.9 <i>Window Mapping</i>	30
2.10 Jenis Longsoran	31
2.10.1 Longsoran Busur	32
2.10.2 Longsoran Bidang	32
2.10.3 Longsoran Baji	33
2.10.4 Longsoran Guling	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
3.1 Metodologi Penelitian	35
3.1.1 Metode Kualitatif	35
3.1.2 Metode Kuantitatif	35
3.2 Peralatan dan Perlengkapan	36
3.3 Metode Penelitian	37
3.3.1 Tahapan Pendahuluan	37
3.3.2 Tahapan Pengumpulan Data	37
3.3.3 Tahapan Pengolahan Data	38
3.3.4 Tahapan Analisis Data	39
3.3.5 Tahap Penyusunan Laporan	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	41
4.1 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	41
4.1.1 Kondisi Litologi Daerah Penelitian	41
4.1.2 Struktur Geologi Daerah Penelitian	46
4.1.3 Pengaruh Kondisi Geologi Daerah Penelitian Terhadap	

Kestabilan Lereng	47
4.2 Penampang Lereng Lapangan “X”	48
4.3 Analisis Kinematik	56
4.4 Data Pemboran Inti.....	58
4.4.1 <i>Rock Quality Designation (RQD)</i>	59
4.4.2 <i>Joint Condition</i>	60
4.4.3 <i>Geological Strength Index (GSI)</i>	61
4.4.4 <i>Rock Mass Rating (RMR)</i>	62
4.4.5 <i>Slope Mass Rating (SMR)</i>	62
4.4.6 Kondisi Muka Airtanah.....	62
4.5 Perhitungan Parameter Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan	63
4.6 Evaluasi Faktor Keamanan Lereng Tunggal dan Lereng Keseluruhan Tambang Lapangan “X”	64
4.6.1 Kajian Lereng Tunggal (<i>Single Slope</i>).....	64
4.6.2 Kajian Lereng Keseluruhan (<i>Overall Slope</i>).....	76
BAB V PENUTUP	86
5.1 Kesimpulan	86
5.2 Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Peta Lokasi Kesampaian dan Lokasi Penelitian Lapangan “X” Tanjung Enim, Sumatra Selatan, PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. (<i>Google Earth</i> , 2017).....	5
Gambar 2.1	Fisiografi Cekungan Sumatra Selatan (Hutchison, 1996 dalam Bishop, 2001)	7
Gambar 2.2	Kolom Stratigrafi Cekungan Sumatra Selatan (van Bemmelen, 1949)	8
Gambar 2.3	Seam Batubara Anggota Formasi Muara Enim (Bamco, 1983; Gafoer dkk, 1986 dalam Harijoko dkk, 2016).....	9
Gambar 2.4	Peta Geologi dan Kolom Stratigrafi Regional Tanjung Enim Sumatra Selatan (Bamco, 1983; dalam Gafoer dkk, 1986).....	10
Gambar 2.5	Konsep dasar massa batuan (Wylie dan Mah, 2004).....	12
Gambar 2.6	Karakteristik Bidang Diskontinuitas (Bieniawski, 1989)	19
Gambar 2.7	Tingkat Kekasaran Kekar (ISRM, 1981)	20
Gambar 2.8	Perhitungan <i>Rock Quality Designation</i> (Deere, 1963).	22
Gambar 2.9	Diagram <i>GSI</i> berdasarkan Hoek dan Marinos (2000).	23
Gambar 2.10	Rasio antara Kuat Geser Penggerak Batuan (s) dengan Kuat Geser Penahan (τ) yang tersedia dalam suatu bidang miring (Zakaria, 2011)	27
Gambar 2.11	Distribusi tegangan dalam bidang miring (Zakaria, 2011)	28
Gambar 2.12	Metode <i>Limit Equilibrium Circular</i> (Geoslope International, 2007)	28
Gambar 2.13	Metode <i>Limit Equilibrium Non-Circular</i> atau Planar (Geoslope International, 2007).....	28
Gambar 2.14	Gaya yang bekerja pada bidang irisan (Krahn, 2004)	29
Gambar 2.15	Gaya-gaya yang bekerja pada tiap irisan (Morgenstern-Price, 1965)	30
Gambar 2.16	Jenis - jenis longsoran (Hoek dan Bray, 1981)	31
Gambar 2.17	Bentuk longsoran busur (Hoek dan Bray, 1981)	32
Gambar 2.18	Bentuk longsoran bidang (Hoek dan Bray, 1981)	33
Gambar 2.19	Bentuk longsoran baji (Hoek dan Bray, 1981).....	34
Gambar 2.20	Bentuk longsoran guling (Hoek dan Bray, 1981).....	34
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	40
Gambar 4.1	Peta Geologi Lereng Tambang Lapangan “X”, Tanjung Enim..	41
Gambar 4.2	Kenampakan Batupasir dan Batulempung pada Lereng <i>High Wall</i> (<i>Overburden A1</i>)	42
Gambar 4.3	Kenampakan Batulempung pada Lereng <i>Low Wall</i> (Lapisan <i>Lower C</i>).....	44
Gambar 4.4	Kenampakan Batubara pada Lereng <i>High Wall</i> (<i>Seam A2</i> dan <i>Seam B2</i>)	45
Gambar 4.5	Kenampakan <i>Batupack</i> pada Lereng <i>Side Wall Seam A1</i>	46
Gambar 4.6	Penampakan Bidang Diskontinuitas Domain 1	46
Gambar 4.7	Penampakan Bidang Diskontinuitas Domain 2.....	47

Gambar 4.8	Desain Tambang Lapangan “X”	50
Gambar 4.9	Penampang Lereng <i>Low Wall</i> (A – A’)	51
Gambar 4.10	Penampang Lereng <i>Low Wall</i> (B – B’).....	52
Gambar 4.11	Penampang Lereng <i>High Wall</i> (A – A’)	53
Gambar 4.12	Penampang Lereng <i>High Wall</i> (B – B’).....	54
Gambar 4.13	Penampang Lereng <i>Side Wall</i> (C – C’).....	55
Gambar 4.14	Potensi Longsoran pada <i>High Wall</i> Lapangan “X”	57
Gambar 4.15	Potensi Longsoran pada <i>Low Wall</i> Lapangan “X”	58
Gambar 4.16	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Overburden A1</i>	65
Gambar 4.17	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Seam A1</i> ..	66
Gambar 4.18	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Interburden A1 – A2</i>	67
Gambar 4.19	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Seam A2</i> ..	68
Gambar 4.20	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Interburden A2 – B1</i>	68
Gambar 4.21	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Seam B1</i> ..	69
Gambar 4.22	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Interburden B1 – B2</i>	70
Gambar 4.23	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Seam B2</i> ..	71
Gambar 4.24	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Interburden B2 - C</i>	72
Gambar 4.25	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Seam C</i>	73
Gambar 4.26	Grafik Faktor Keamanan vs Tinggi Lereng Lapisan <i>Lower C</i> ...	74
Gambar 4.27	Nilai Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>High Wall</i> (A-A’).....	78
Gambar 4.28	Nilai Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>Low Wall</i> (A-A’).....	79
Gambar 4.29	Nilai Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>High Wall</i> (B-B’).....	82
Gambar 4.30	Nilai Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>Low Wall</i> (B-B’).....	83
Gambar 4.31	Nilai Faktor Keamanan Desain Lereng <i>Side Wall</i> (C-C’).....	85

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jadwal Kegiatan Tugas Akhir di PT. Bukit Asam (Persero), Tbk	6
Tabel 2.1	Klasifikasi Geomekanik Massa Batuan (Bieniawski, 1989)	18
Tabel 2.2	Klasifikasi Kelas Massa Batuan (Bieniawski, 1989)	18
Tabel 2.3	Kondisi Diskontinuitas (After Bieniawski, 1989)	21
Tabel 2.4	Kualitas Batuan Berdasarkan <i>RQD</i> (Deere, 1963)	21
Tabel 2.5	Nilai <i>SMR</i> dan <i>RMR</i> (Laubscher, 1975, dalam Djakamihardja & Soebowo, 1996)	25
Tabel 2.6	Nilai Faktor Keamanan menurut Bowles (1984)	27
Tabel 3.1	Peralatan dan Perlengkapan yang digunakan dalam penelitian ..	36
Tabel 4.1	Geometri Lereng Lapangan “X”	49
Tabel 4.2	Nilai <i>RQD</i> pada <i>Overburden A1</i>	59
Tabel 4.3	Nilai <i>RQD</i> pada <i>Lower C</i>	59
Tabel 4.4	Kondisi Diskontinuitas Lereng Penelitian (Bienawski, 1989) ...	60
Tabel 4.5	Hubungan <i>GSI</i> dan <i>RMR</i> daerah penelitian	62
Tabel 4.6	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Overburden A1</i>	65
Tabel 4.7	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Seam A1</i>	66
Tabel 4.8	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Interburden A1 – A2</i>	67
Tabel 4.9	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Seam A2</i>	67
Tabel 4.10	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Interburden A2 – B1</i>	68
Tabel 4.11	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Seam B1</i>	69
Tabel 4.12	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Interburden B1 – B2</i>	70
Tabel 4.13	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Seam B2</i>	71
Tabel 4.14	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Interburden B2 - C</i>	72
Tabel 4.15	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Seam C</i>	73
Tabel 4.16	Nilai Faktor Keamanan <i>Single Slope Lower C</i>	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A	Daftar Kekar di Tempat Penelitian	91
Lampiran B	Data Uji Lab Lapangan “X”	92
Lampiran C.1	Penampang A – A’ Desain Tambang	93
Lampiran D.1	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope High Wall</i> Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi 12 mdpl Desain Tambang	94
Lampiran D.2	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope High Wall</i> Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi 3mdpl Desain Tambang	95
Lampiran E.1	Rincian Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>High Wall Single Slope</i> dan <i>Overall Slope</i> Penampang A – A’	96
Lampiran E.2	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope High Wall</i> Paling Kritis Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi -8mdpl Desain Ulang (Optimasi)	97
Lampiran F.1	Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope Low Wall</i> Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi 32mdpl Desain Tambang.....	98
Lampiran F.2	Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope Low Wall</i> Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi 21mdpl Desain Tambang.....	99
Lampiran F.3	Nilai Faktor Keamanan <i>Overburden Slope Low Wall</i> Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi +3mdpl Desain Tambang.....	100
Lampiran G.1	Rincian Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>Low Wall Single Slope</i> dan <i>Overall Slope</i> Penampang A – A’	101
Lampiran G.2	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope Low Wall</i> Paling Kritis Penampang A – A’ dengan Toe Elevasi -8mdpl Desain Ulang (Optimasi)	102
Lampiran H.1	Penampang B – B’ Desain Tambang.....	103
Lampiran I.1	Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope High Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 23mdpl Desain Tambang.....	104
Lampiran I.2	Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope High Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 14mdpl Desain Tambang.....	105
Lampiran I.3	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope High Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 5mdpl Desain Tambang.....	106
Lampiran I.4	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope High Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 0mdpl Desain Tambang.....	107
Lampiran J.1	Rincian Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>High Wall Single Slope</i> dan <i>Overall Slope</i> Penampang B – B’	108
Lampiran J.1	Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope High Wall</i> Paling Kritis Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi -7mdpl Desain Ulang (Optimasi)	109

Lampiran K.1 Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope Low Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 39mdpl Desain Tambang.....	110
Lampiran K.2 Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope Low Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 32mdpl Desain Tambang.....	111
Lampiran K.3 Nilai Faktor Keamanan <i>Intermediete Slope Low Wall</i> Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi 5mdpl Desain Tambang.....	112
Lampiran L.1 Rincian Faktor Keamanan Optimasi Lereng <i>Low Wall Single Slope</i> dan <i>Overall Slope</i> Penampang B – B’	113
Lampiran L.2 Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope Low Wall</i> Paling Kritis Penampang B – B’ dengan Toe Elevasi -4mdpl Desain Ulang (Optimasi)	114
Lampiran M1 Penampang C – C’ Desain Tambang.....	115
Lampiran M2 Nilai Faktor Keamanan <i>Overall Slope Side Wall</i> Penampang C – C’ dengan Toe Elevasi 1mdpl Desain Tambang	116