

**PEMETAAN KESTABILAN LERENG PADA LOKASI
PENAMBANGAN EMAS PIT DURIAN
PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW *SITE* BAKAN
KECAMATAN LOLAYAN, KABUPATEN BOLAANG
MONGONDOW, SULAWESI UTARA**

TUGAS AKHIR



OSMAINI SUTRA HARYATI

NIM 1302670/2013

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

**PEMETAAN KESTABILAN LERENG PADA LOKASI
PENAMBANGAN EMAS PIT DURIAN
PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW SITE BAKAN
KECAMATAN LOLAYAN, KABUPATEN BOLAANG
MONGONDOW, SULAWESI UTARA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pertambangan



OSMAINI SUTRA HARYATI

NIM 1302670/2013

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2017

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PEMETAAN KESTABILAN LERENG DI LOKASI PENAMBANGAN
EMAS PIT DURIAN PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW SITE
BAKAN KECAMATAN LOLAYAN KABUPATEN BOLAANG
MONGONDOW SULAWESI UTARA**

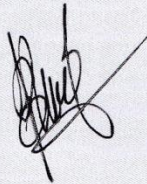
Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Osmaini Sutra Haryati
NIM/BP : 1302670/2013
Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Fakultas Teknik

Padang, Agustus 2017

Telah diperiksa dan disetujui oleh

Pembimbing I



Drs. Raimon Kopa, MT.
NIP. 19580313 198303 1 001

Pembimbing II



Heri Prabowo, ST., MT.
NIP. 19781014 200312 1 002

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Universitas Negeri Padang**



Drs. Raimon Kopa, MT.
NIP. 19580313 198303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Dinyatakan Lulus Oleh Tim Penguji Tugas Akhir
Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

PEMETAAN KESTABILAN LERENG DI LOKASI PENAMBANGAN
EMAS PIT DURIAN PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW SITE
BAKAN KECAMATAN LOLAYAN KABUPATEN BOLAANG
MONGONDOW SULAWESI UTARA

oleh :

Nama : Osmaini Sutra Haryati
NIM/PP : 13026700203
Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

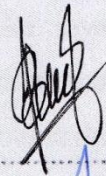
Padang, Agustus 2017

Tim Penguji

Tanda Tangan

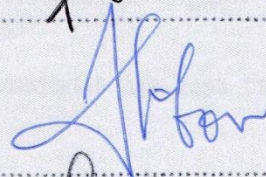
Drs. Raimon Kopa, MT.

1.



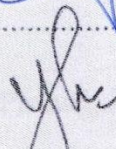
Heri Prabowo, ST., MT.

2.



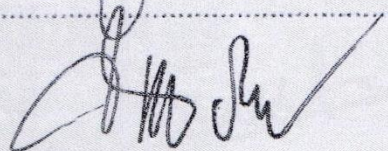
Yoszi Mingsi Anaperta, ST., MT.

3.



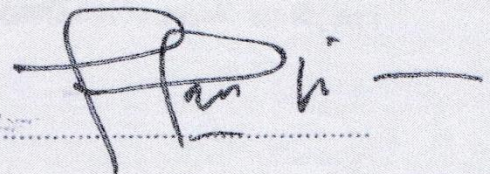
Ansosry, ST., MT.

4.



Drs. Sumarya, MT.

5.





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 : OSMAINI SUTRA HARYATI
NIM/TM : 1302670 / 2013
Program Studi : SI TEKNIK PERTAMBANGAN
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

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

„ PEMETAAN KESTABILAN LERENG PADA LOKASI PENAMBANGAN
EMAS PT J RESOURCES BOLAANG MONGONDOW SITE BAKAN
KECAMATAN LOLAYAN KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW
SULAWESI 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, 28 AGUSTUS 2017

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

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



OSMAINI SUTRA HARYATI



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105046446

BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : Osmaini Sutra Haryati
NIM/Tahun Masuk : 1302670/2013
Tempat / Tanggal Lahir : Lubuk Gadang, 13 Mei 1995
Jenis Kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Odin TS
Nama Ibu : Harmikismal
Jumlah Bersaudara : 2 (Dua)
Golongan Darah : B
Alamat Tetap : Sarik Taba, Nagari Lubuk Gadang Kecamatan Sangir Kabupaten Solok Selatan Sumatera Barat
Handphone : 085365342424



II. Data Pendidikan

No	Pendidikan	Institusi	Tahun
1.	Perguruan Tinggi	Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang	2013-sekarang
2.	SMA	SMAN 3 SOLOK SELATAN	2010-2013
3.	SMP	SMPN 12 SOLOK SELATAN	2007-2010
	SD	SDN 01 LUBUK GADANG	2001-2007

III. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT J Resources Bolaang Mongondow *site* Bakan
Tanggal Penelitian : 1 Juni-31 Juli 2017
Judul Penelitian : Pemetaan Kestabilan Lereng pada Lokasi Penambangan Emas Pit Durian PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.

Padang, Agustus 2016

Osmaini Sutra Haryati
NIM/BP: 1302670/2013

ABSTRACT

Osmaini Sutra Haryati: Slope Stability Mapping of Pit Durian, Gold Mine of PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara

PT J Resources Bolaang Mongondow (JRBM) is a subsidiary of PT J Resources Nusantara who engaged in gold mining business with open pit method. The production activity of PT JRBM is currently centered on the Bakan site, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. During mine operations since 2013, there have been several failure cases in Pit Durian. Research on the condition of disturbed rock mass in the Pit Durian has never been done, so that the potential failure in the pit area can not be known.

Field observation of the failure former shows that there is a dominant control of structure in presenting failures. Geologically, the Bakan site is a zone undergoing hydrothermal alteration. The process of alteration affects the mineral composition and rock strength so that also contributes to the occurrence of failure indirectly. This research analyzing slope stability level and type of potential failure what present in Pit Durian and its relation to alteration type. Potential type of failure is analyzed by kinematic method, slope stability level is analyzed by rock mass rating (RMR) and slope mass rating (SMR) classification.

Analysis was performed on 102 segment classification and alteration in pit Durian Tabung 3 on elevation 665mRL - 680 mRL. 65% of segment slopes are stable (SMR II class), 25% segments are partially stable (SMR class III), 6% are unstable (SMR class IV) and 4% are very unstable. Potential type of toppling failure is present in 44% of the slope segment, 18% planar, 36% wedge and 35% are not potential for anything type. The analysis results show that the slope stability of the argilic alteration zone is controlled by the rock mass properties, slope stability in the silicic and advance argilic is further controlled by geology structure.

The initial design of slope reinforcement recommendations for unstable slopes is suggested based on the Romana Classification (1985). Re-excavation is recommended for highly unstable slopes, making a ditch toe is recommended for partially stable slopes, and systematic shotcrete or re-excavation is recommended for unstable slopes. The results of the whole analysis are interpreted in the hazard maps.

Keywords: Alteration, Kinematic Analysis, Slope Stability, RMR, SMR, Type of Failure

RINGKASAN

Osmaini Sutra Haryati : Pemetaan Kestabilan Lereng pada Lokasi
Penambangan Emas Pit Durian PT J Resources
Bolaang Mongondow Site Bakan Kecamatan Lolayan
Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara

PT J Resources Bolaang Mongondow (JRBM) adalah anak perusahaan PT J Resources Nusantara yang bergerak di bidang usaha pertambangan emas dengan metode tambang terbuka. Operasi produksi PT JRBM saat ini berpusat di *site* Bakan, Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. Selama pengoperasian tambang sejak tahun 2013 telah terjadi beberapa kasus longsor di Pit Durian. Penelitian mengenai kondisi massa batuan terganggu di Pit Durian belum pernah dilakukan sehingga potensi longsor di area pit belum dapat diketahui.

Pengamatan langsung di lapangan terhadap bekas bekas longsor menunjukkan bahwa terdapat kontrol struktur yang dominan dalam menghadirkan longsor. Secara geologi, *site* bakan merupakan zona yang mengalami alterasi hidrotermal. Proses alterasi mempengaruhi komposisi mineral dan kekuatan batuan sehingga secara tidak langsung juga memberikan kontribusi dalam terjadinya longsor. Penelitian ini menganalisis tingkat kestabilan lereng dan tipe potensi longsor yang hadir di Pit Durian serta kaitannya dengan tipe alterasi. Tipe potensi longsor di analisis secara kinematik sedangkan tingkat kestabilan lereng di analisis dengan metode klasifikasi *rock mass rating* (RMR) dan *slope mass rating* (SMR).

Analisis dilakukan terhadap 102 klasifikasi segmen dan alterasi di *pit* Durian Tabung 3 pada elevasi 665mRL – 680 mRL. 65% lereng berada dalam kondisi stabil (kelas SMR II), 25% segmen agak stabil (kelas SMR III), 6% tidak stabil (kelas SMR IV) dan 4% sangat tidak stabil (Kelas SMR V). Secara kinematik potensi longsor tipe *topling* hadir di 44% segmen lereng penelitian, sedangkan tipe *planar* 18%, tipe *wedge* 36% dan 35% tidak berpotensi longsor. Hasil analisis menunjukkan bahwa kestabilan lereng pada zona alterasi argilik dikontrol oleh karakteristik massa batuan sedangkan stabilitas lereng pada zona silisik dan argilik lanjut relatif dikontrol oleh struktur.

Desain awal rekomendasi perkuatan lereng terhadap lereng yang tidak stabil disarankan berdasarkan Klasifikasi Romana (1985). *Re-excavation* disarankan untuk lereng yang sangat tidak stabil, pembuatan *toe ditch* disarankan untuk lereng yang agak stabil, dan *sistematic shortcrete* atau ekskavasi ulang disarankan untuk lereng yang tidak stabil. Hasil analisis keseluruhan diinterpretasikan dalam bentuk peta kerawanan longsor.

Kata Kunci : Alterasi, Analisis Kinematik, Kestabilan Lereng, RMR, SMR, Tipe Longsor

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemetaan Kestabilan Lereng pada Lokasi Penambangan Pit Durian PT J Resources Bolaang Mongondow, Site Bakan Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara”**.

Selama proses penelitian berlangsung, penulis banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Teristimewa kepada kedua Orang Tua dan keluarga yang selalu memberi dukungan dari berbagai aspek.
2. Bapak Ali Basrah Pulungan, ST., MT., selaku Kepala Unit Hubungan Industri FT UNP.
3. Bapak Drs. Raimon Kopa, MT, selaku Ketua Jurusan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Heri Prabowo, ST, MT selaku Pembimbing II Tugas Akhir
5. Seluruh Dosen dan Staff Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
6. Bapak Ade Tabrani Selaku *Mining Manager*.
7. Bapak Erik Wibisana Barnas, selaku *Superintendent Mine Engineering*.

8. Bapak Raymond Yonathan Rumapar, Bapak Adi Praminta Kurniawan dan Bapak Muhammad Hadi Fadhillah selaku pembimbing lapangan.
9. Bapak Edios Merah, Bapak Choldun Mubarrak, Bapak Reza Pahlevi, Bapak Henry J.O.P., Bapak Patrick Kalangi, Ibu Rosdalina Basri, dan Ibu Volga Massang selaku *engineer* yang sering memberi masukan selama penelitian.
10. Bapak Ketut Adrian Giri, Bapak Arief, Bapak Seno Aji, Bapak Aditya Pratama dari *Mine Geology Department* yang sering membantu penulis dalam bentuk kelengkapan data maupun diskusi.
11. Bapak Bagus Alkautsar, Bapak Engrianto, Bapak Masdianto, Bapak Darman, Bapak Musa, Bapak Wendi, Bapak Erwin Daniel, Bapak Ardi dan tim survey lain yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data koordinat penelitian.
12. Kak Roza Ayunda, Kak Dani Rahmwati, Kak Danang Darto dan Kak Daniel Dimas yang telah banyak memberi masukan dan bantuan selama penelitian.
13. Galih Wahyu Sangaji selaku rekan dalam penelitian dan pengambilan data di lapangan.
14. Chandra Riady, Christomy, Abdul Havidz, Ulrich Zwingly Lumenta, Ivan DS, Angelia Manuel, dan Bagus D Anggana selaku rekan magang periode Juni-Juli 2017 yang telah banyak membantu baik dalam penelitian maupun dalam keseharian selama penulis berada di *site* Bakan.
15. Seluruh Karyawan PT J Resources Bolaang Mongondow

16. Seluruh mahasiswa Teknik Pertambangan universitas Negeri Padang, terutama angkatan 2013.
17. Seluruh Anggota HMTP FT UNP atas dukungan dan toleransi nya.
18. Dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan tugas akhir ini yang namanya tidak dapat penulis ucapkan satu per satu.

Dalam penyusunan laporan, tentunya masih terdapat kekurangan dalam hal penulisan. Oleh karena itu, penulis terbuka untuk menerima masukan yang akan diberikan sehingga memberikan manfaat bagi kepentingan pendidikan dimanapun juga.

Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca, terutama bagi perusahaan dan akademisi yang akan melakukan penelitian selanjutnya. Akhir kata penulis berharap semoga Allah SWT membalas semua amal baik yang telah diberikan kepada penulis, Amin.

Padang, 28 Agustus 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRACT	i
RINGKASAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
A. Tinjauan Umum Lokasi Penelitian.....	8
1. Profil Perusahaan.....	8
2. Lokasi dan Kesampaian Daerah.....	8
3. Kondisi Geologi.....	9
4. Iklim dan Curah Hujan.....	15
B. Teori Dasar.....	16

1. Tambang Terbuka.....	16
2. Lereng.....	17
3. Kestabilan Lereng.....	19
4. Longsoran.....	24
5. Struktur Geologi.....	29
6. Analisis Kinematik.....	33
7. Klasifikasi Massa Batuan untuk Evaluasi Kestabilan Lereng.	42
8. Alterasi Hidrotermal.....	56
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	63
A. Jenis Penelitian.....	63
B. Instrumen Penelitian.....	63
C. Teknik Pengambilan Data.....	64
D. Teknik Pengolahan Data.....	66
E. Waktu dan Jadwal Kegiatan.....	70
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	71
A. Segmen Penelitian.....	71
B. Analisis Kinematik.....	77
1. Orientasi Umum Struktur.....	77
2. Nilai Sudut Geser Dalam.....	79
3. Analisis Tipe Potensi Longsor.....	85
C. Analisis Kestabilan Lereng Batuan.....	96
1. Klasifikasi Massa Batuan Sistem <i>Rock Mass Rating</i>	96
2. Analisis Kestabilan Lereng <i>Slope Mass Rating</i>	99

3. Zona Kerawanan Longsor.....	107
D. Kajian Awal Desain Perkuatan Lereng.....	110
BAB V PENUTUP.....	114
A. Kesimpulan.....	114
B. Saran.....	116
DAFTAR PUSTAKA.....	117
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah.....	9
Gambar 2. Geologi Regional Bagian Timur Sulawesi Utara yang Menunjukkan Letak Distrik Bakan	10
Gambar 3. Kolom Stratigrafi Bakan.....	11
Gambar 4. Geologi Distrik Bakan yang Menunjukkan Lokasi Titik Bor.....	12
Gambar 5. Peta Tektonik dan Geologi Regional Pulau Sulawesi.....	15
Gambar 6. <i>Open Pit</i> Durian.....	17
Gambar 7. Lereng Buatan di Pit Durian Selatan.....	18
Gambar 8. Tipikal Geometri Kelerengan <i>Open Pit</i> (Wyllie & Mah, 2004).....	19
Gambar 9. Desain Geometri Lereng PT JRBM <i>Site</i> Bakan.....	19
Gambar 10. Mekanisme Longsoran.....	25
Gambar 11. Geometri Lereng yang Menyebabkan Longsoran Bidang, a) Sayatan yang menunjukkan bidang pembentuk longsoran bidang, b) permukaan bidang gelincir setelah longsoran bidang terjadi. (Wyllie dan Mah, 2004).....	26
Gambar 12. Longsoran Baji (Wyllie and Mah, 2004).....	27
Gambar 13. Sayatan Lereng yang Menunjukkan Sudut Bidang Penyebab Longsoran Baji (Wyllie dan Mah, 2004).....	27
Gambar 14. Longsoran Guling (Hoek dan Bray, 1981).....	14

Gambar 15.	Kenampakan Isometrik Bidang yang Menunjukkan Arah <i>Dip</i> dan <i>Dip Direction</i> (Wyllie dan Mah, 2004).....	34
Gambar 16.	Orientasi Lereng (Kliche, 2009).....	35
Gambar 17	Proyeksi <i>Equal Area</i> dari Bidang dan Garis; a) Bidang diproyeksikan sebagai garis lengkung dan kutub korespondensi, b) Garis diproyeksikan sebagai kutub (Wyllie dan Mah, 2004).....	36
Gambar 18.	Pengeplotan Data Diskontinuitas Berupa Kutub pada Polar Net. Plot kutub dari Orientasi Bidang 50/130. (Wyllie dan Mah, 2004).....	37
Gambar 19.	Contoh Pengeplotan Data 421 Bidang Diskontinuitas, Berisi Bidang Sesar, Kekar dan Perlapisan Batuan (Wyllie dan Mah, 2004).....	37
Gambar 20.	Kalsbeek Net (Wyllie dan Mah, 2004).....	38
Gambar 21.	Contoh kontur kerapatan kutub diskontinuitas dengan garis lengkung berkorespondensi dengan orientasi rata-rata bidang perlapisan dan dua set kekar orthogonal, dan garis perpotongan antar bidang (Wyllie dan Mah, 2004).....	38
Gambar 22.	Proyeksi Bidang Menjadi Garis Lengkung pada Schmidt Net (Wyllie dan Mah, 2004).....	39
Gambar 23.	Analisis Kinematik Potensi Longsor <i>Wedge</i> (Wyllie and Mah, 2004).....	41
Gambar 24.	Analisis Kinematik Potensi Longsor <i>Planar</i> (Wyllie and Mah,	

	2004).....	41
Gambar 25.	Tipe Longsor Berdasarkan Orientasi Struktur Geologi pada Lereng yang Diplot dalam Stereonet. a) Longsor Bidang, b) Longsor Baji, c) Longsor Guling, d) Longsor Busur. (Wyllie dan Mah, 2004).....	42
Gambar 26.	Desain Penelitian.....	69
Gambar 27.	Lereng Batuan Tipe Alterasi Argilik.....	73
Gambar 28.	Urut Silika Pada Batuan Tipe Alterasi Silisik.....	73
Gambar 29.	Breksi Tuff Dasitik dengan Tipe Alterasi Argilik Lanjut.....	74
Gambar 30.	Peta Litologi Area Kerja.....	75
Gambar 31.	Peta Alterasi Area kerja.....	76
Gambar 32.	Histogram Dip Direction Diskontinuas Secara Keseluruhan.....	77
Gambar 33.	Histogram Persebaran Dip Diskontinuas Secara Keseluruhan.....	78
Gambar 34.	Plot Orientasi Diskontinuas dan Orientasi Set Utama.....	78
Gambar 35.	Rosette Plot Diskontinuas Secara Keseluruhan.....	79
Gambar 36.	Pick Nilai GSI segmen DUR_680_A-B.....	80
Gambar 37.	Pick Nilai Sigci Segmen DUR_680_A-B.....	81
Gambar 38.	Pick nilai Mi Segmen Dur_680_A-B.....	81
Gambar 39.	Output Nilai Sudut Geser Dalam Segemne DUR_680_A-B.....	82
Gambar 40.	Potensi Longsor Guling (<i>Toppling</i>) pada Segmen.....	86
Gambar 41.	Potensi Longsor Bidang (<i>Planar</i>) pada Segmen DUR_665_U-V Alterasi Argilik.....	87

Gambar 42.	Analisis Kinematik Segmen DUR_680_M-N Tipe Alterasi Argilik.....	88
Gambar 43.	Analisis Kinematik Segmen DUR_665_Q-R Tipe Alterasi Silisik.....	89
Gambar 44.	Persentase Kondisi Segmen Lereng Hasil Analisis Kinematik.....	92
Gambar 45.	Distribusi Tipe Potensi Longsor.....	93
Gambar 46.	Distribusi Tipe Potensi Longsor Tiap Alterasi.....	93
Gambar 47.	Peta Potensi Tipe Longsor Pit Durian Selatan.....	95
Gambar 48.	Diagram Distribusi Kelas SMR Pit Durian Tabung 3.....	96
Gambar 49.	Distribusi Kelas RMR Tiap Alterasi.....	97
Gambar 50.	Distribusi Kelas SMR Saat Kondisi Air Mengalir.....	98
Gambar 51.	Variasi Kelas SMR Lereng Aktual di Pit Durian Tabung 3.....	104
Gambar 52.	Distribusi Kelas SMR Tiap Alterasi.....	105
Gambar 53.	Variasi Kelas SMR Kondidi Jenuh Air.....	106
Gambar 54.	Zona Kestabilan Lereng Aktual Pit Durian Tabung 3.....	108
Gambar 55.	Zona Kestabilan Lereng Kondisi Jenuh Air.....	109
Gambar 56.	<i>Toe Ditch</i> dan Mekanisme <i>Support</i>	110

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Data Curah Hujan Bolaang Mongondow.....	16
Tabel 2. Indeks Kekuatan Material Batuan Utuh - UCS (Bieniawski, 1989).	45
Tabel 3. Indeks Spasi Diskontinuitas (Bieniawski, 1989).....	45
Tabel 4. Penggolongan dan Pembobotan Kekasaran Menurut Bienawski (1976).....	46
Tabel 5. Tingkat Pelapukan Batuan (Bieniawski, 1976).....	48
Tabel 6. Panduan Klasifikasi Kondisi Kekar (Bieniawski, 1989).....	49
Tabel 7. Ringkasan <i>Rock Mass Rating System</i> (Bieniawski, 1989).....	51
Tabel 8. Kualitas Massa Batuan (Bieniawski, 1989).....	52
Tabel 9. Penyesuaian Bobot untuk Diskontinuitas (Romana, 1985).....	54
Tabel 10. Penyesuaian Pembobotan untuk Metode Ekskavasi Lereng.....	54
Tabel 11. Deskripsi untuk Setiap Kelas SMR (Romana, 1985).....	54
Tabel 12. Kelas dan Metode Perkuatan yang Digunakan (Romana, 1985)	55
Tabel 13. Rekomendasi Jenis Perkuatan untuk Setiap Kelas SMR (Romana, 1985).....	56
Tabel 14 . Jadwal Kegiatan Penelitian Tugas Akhir.....	70
Tabel 15. Lintasan dan Segmen Pengamatan.....	72
Tabel 16. Hasil Analisis Roclab untuk Pendekatan Nilai Sudut Geser Dalam.	82
Tabel 17. Hasil Analisis Kinematik Tiap Segmen dan Tiap Alterasi.....	89
Tabel 18. Kondisi Kestabilan Masing-masing Segmen Lereng Berdasarkan	

Klasifikasi SMR.....	100
Tabel 19. Desain Awal Perkuatan Lereng Pada Segmen yang Tidak Stabil.....	111

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data Pemetaan Diskontinuitas
- Lampiran 2. Analisis Kinematik
- Lampiran 3. Perhitungan RQD
- Lampiran 4. Analisis *Rock Mass Rating* dan *Slope Mass Rating*
- Lampiran 5. Jadwal Kegiatan Penelitian
- Lampiran 6. Halaman Pengesahan Perusahaan
- Lampiran 7. Sertifikat Tugas Akhir

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertambangan merupakan salah satu elemen penting dalam pertumbuhan perekonomian Negara Indonesia. Dampak positif kegiatan pertambangan dapat dirasakan langsung oleh masyarakat Indonesia serta warga sekitar daerah lokasi pertambangan, yaitu peningkatan infrastruktur dan ekonomi warga setempat. Selain itu kegiatan pertambangan sangat penting dilakukan untuk memenuhi kebutuhan serta keberlangsungan hidup manusia dalam era yang serba modern.

PT J Resources Bolaang Mongondow adalah anak perusahaan PT J Resources Nusantara yang bergerak di bidang usaha pertambangan emas. PT J Resources Bolaang Mongondow saat ini sedang melakukan operasi produksi di *site* Bakan yang berlokasi di Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara. Kegiatan penambangan di *site* Bakan dimulai sejak tahun 2013 dengan sistem tambang terbuka metode *open pit*.

Perhitungan dan analisis kestabilan lereng merupakan hal yang sangat penting dilakukan pada tambang terbuka dengan metode *open pit*. Proses penambangan secara langsung memberikan gangguan terhadap massa batuan yang awalnya stabil. Jika tidak diperhitungkan dengan baik, gangguan tersebut dapat menyebabkan longsor. Jika terjadi longsor maka akan timbul bahaya yang dapat mengganggu proses penambangan dan akhirnya berdampak buruk pada efektivitas produksi.

Longsor merupakan pergerakan massa batuan atau tanah menuruni lereng karena pengaruh secara langsung dari gaya gravitasi (West, 2010). Lereng stabil jika gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak longsor. Tipe longsoran berdasarkan bidang gelincirnya dapat dibedakan menjadi empat (Hoek dan Bray, 1981), yaitu: Longsoran bidang (*plane failure*), Longsoran baji (*wedge failure*), *toppling failure* dan *circular failure*. Sebagai bidang gelincir, struktur geologi akan menentukan geometri, arah dan tipe longsoran (Hoek dan Bray, 1981).

Proses penambangan di PT J Resources Bolaang Mongondow diawali dengan proses *stripping* selanjutnya diikuti dengan pemboran dan peledakan dengan metode *benching*. Ketinggian jenjang rata-rata di PT J Resources Bolaang Mongondow adalah 15 meter, kemiringan lereng tunggal (*single slope*) sebesar 45° , kemiringan lereng keseluruhan (*overall slope*) 21° dan lebar (horizontal) *toe-crest* mencapai 5 meter untuk setiap ketinggian 15 meter pada jenjang.

Selama pengoperasian tambang dari awal tahun 2013 hingga saat ini telah terjadi beberapa kasus longsor. Salah satu yang terbesar adalah kasus longsoran di Pit Durian Southwest RL+770 –RL+775. Pergerakan massa lereng mulai terjadi pada akhir Juli 2016, investigasi dan remediasi mulai dilakukan pada tanggal 1 Agustus 2017. Hingga saat ini area kerja di bawah badan longsor masih ditetapkan sebagai area terbatas (*restricted area*) dan pemantauan prisma monitoring masih terus dilakukan. Beberapa kasus

longsoran yang terjadi di Pit Durian dan lokasi sekitarnya mengindikasikan bahwa terdapat lereng yang belum stabil.

PT. J Resources Bolaang Mongondow belum memiliki data kondisi diskontinuitas detail untuk massa batuan terganggu di Pit Durian, sehingga kondisi kestabilan lereng dan potensi tipe longsor belum dapat diketahui. Penelitian mengenai kondisi diskontinuitas detail di Pit Durian saat ini perlu dilakukan untuk mengetahui kestabilan lereng dan tipe longsor yang potensial. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian mengenai stabilitas lereng dengan judul “Pemetaan Kestabilan Lereng pada Lokasi Penambangan Emas *Pit Durian PT J Resources Bolaang Mongondow Site* Bakan Kecamatan Lolayan, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara”. Penelitian ini akan memfokuskan analisis kestabilan lereng dengan melakukan analisis kinematik, analisis klasifikasi massa batuan (RMR), dan analisis klasifikasi massa lereng (SMR) di area tambang.

Dalam pelaksanaan penelitian, penulis akan berhadapan dengan batuan-batuan yang berubah karena proses alterasi hidrotermal, oleh karena itu perlu dilakukan identifikasi umum alterasi batuan secara megaskopis untuk menentukan zonasi kestabilan lereng. Karena alterasi akan mengubah komposisi mineralogi batuan sehingga kekuatannya berubah dan dapat mempengaruhi kestabilan lerengnya. Pada penelitian ini juga akan diselidiki hubungan antara alterasi, analisis kinematik dan klasifikasi massa batuan dalam kontribusinya terhadap kestabilan lereng.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan data mengenai tipe potensi longsor dan tingkat kestabilan lereng di lokasi penelitian. Sehingga, dapat ditentukan usaha yang bisa dilakukan untuk stabilisasi lereng yang optimum dan efektif.

B. Identifikasi Masalah

1. Kegiatan penambangan yang meliputi pengeboran, peledakan, pembuatan lereng, proses pemuatan serta pengangkutan membuat massa batuan yang awalnya tidak terganggu (*undisturben*) menjadi terganggu (*disturben*).
2. Kegiatan pertambangan yang melibatkan pembuatan lereng akan dapat meningkatkan potensi permasalahan lereng, terutama berkenaan dengan potensi keruntuhan lereng batuan (*rock slope failure*) yang semakin meningkat. Apabila longsor terjadi maka akan dapat mengganggu aktivitas penambangan yang berdampak pada kurangnya produksi bijih.
3. Daerah penelitian berada pada zona batuan yang mengalami alterasi hidrotermal. Tipe alterasi yang terjadi pada batuan akan mempengaruhi komposisi mineral dan kekuatannya.
4. Di lokasi penelitian masih terjadi longsor, hal tersebut mengindikasikan bahwa masih terdapat lereng yang belum stabil.
5. Belum ada penelitian mengenai kondisi diskontinuitas detail untuk massa batuan terganggu di Pit Durian.

C. Batasan Masalah

Penelitian dilakukan dengan memberikan batasan terhadap masalah yang akan diteliti. Adapun batasan yang ditentukan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan terhadap beberapa segmen lereng di lokasi penambangan *pit* Durian Tabung 3.
2. Pembagian segmen lereng dilakukan tiap 10 meter berdasarkan orientasi lereng.
3. Pemetaan diskontinuitas hanya dilakukan terhadap struktur geologi yang tersingkap di permukaan lereng.
4. Penentuan tipe alterasi dilakukan berdasarkan pengamatan megaskopis di lapangan.
5. Peta topografi yang digunakan adalah peta topografi *update* tanggal 2 Juli 2017.
6. Analisis tipe longsor dan kestabilan lereng dilakukan dengan metode kinematik dan metode klasifikasi massa batuan (SMR).
7. Analisis dilakukan terhadap lintasan lereng tunggal (*single slope*).

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dibuat agar mengetahui fokus pada penelitian untuk dapat mencari jawaban dari pertanyaan-pertanyaan yang dimunculkan dengan maksud sebagai batasan dari kegiatan penelitian agar kegiatan di lapangan lebih terorganisir dan efisien.

Adapun pertanyaan-pertanyaan yang dimunculkan sebagai rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi massa batuan dan kondisi diskontinuitas pada lereng di lokasi penelitian?
2. Bagaimana kondisi geometri dan orientasi masing-masing segmen lereng pada lokasi penelitian?
3. Potensi longsor tipe apa yang mungkin terjadi di lokasi penelitian?
4. Bagaimana kondisi kestabilan lereng di lokasi penelitian berdasarkan klasifikasi *slope mass rating* (SMR)?
5. Bagaimana hubungan tipe alterasi terhadap tingkat kestabilan lereng?
6. Bagaimana peta zona kerawanan longsor di *Pit Durian Tabung 3*?
7. Usaha apa yang dapat dilakukan untuk stabilisasi lereng yang optimum dan efektif?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan investigasi kondisi massa batuan dan kondisi diskontinuitas pada lereng di *Pit Durian Tabung 3*.
2. Mengetahui orientasi dan geometri masing-masing segmen lereng yang diteliti.
3. Melakukan analisis kinematik untuk menentukan tipe potensi keruntuhan pada pada masing-masing segmen lereng.

4. Menganalisis kestabilan lereng batuan di lokasi penelitian dengan metode *Slope Mass Rating* (SMR).
5. Mengetahui hubungan tipe alterasi dengan tingkat kestabilan lereng.
6. Membuat peta zonasi kerawanan longsor di *Pit Durian Selatan*.
7. Mendapatkan gambaran upaya stabilisasi lereng yang optimum dan efektif terhadap lereng lereng yang teridentifikasi tidak aman atau berpotensi mengalami keruntuhan.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis

Dapat mengaplikasikan teori-teori yang telah dipelajari pada saat perkuliahan dan meningkatkan kemampuan serta keterampilan dalam menganalisis suatu masalah serta dapat menuangkan ide-ide kritis dalam bentuk karya tulis ilmiah.

2. Bagi Mahasiswa

Dapat menjadi data dalam melakukan penelitian selanjutnya serta menjadi referensi penulisan.

3. Bagi Perusahaan

Penelitian yang dilakukan oleh penulis dapat menjadi pertimbangan dalam upaya meningkatkan stabilitas lereng guna mencegah terjadinya longsor di lokasi penambangan.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Terdapat 3 jenis litologi dasar segmen penelitian di pit Durian Tabung 3, yaitu breksi, tuff dasitik dan breksi tuff dasitik. Sedangkan untuk tipe alterasi terdapat 3 jenis alterasi, yaitu argilik (46%), silisik (31%) dan argilik lanjut (23%). Diskontinuitas yang dominan di pit Durian Tabung 3 memiliki arah relatif ESE-WNW dan SW-NE. Diskontinuitas yang ditemukan mayoritas memiliki panjang <1m dan beberapa ditemukan menerus hingga 3 meter. Mayoritas diskontinuitas ditemukan dalam kondisi kering, sebagian kecil dalam kondisi basah hingga sebagai jalur air.
2. Rata-Rata kemiringan lereng di Pit Durian Tabung 3 melebihi nilai kemiringan lereng rencana 45° dengan tinggi lereng berkisar antara 8-21 meter. Lereng yang diteliti memiliki variasi arah muka lereng yang beragam ($N 10^{\circ} E - N 360^{\circ} E$) karena lintasan segmen penelitian relatif melingkar.
3. Tipe Potensi longsor yang hadir di Pit Durian Tabung 3 adalah tipe baji (*wedge*), bidang (*planar*) dan guling (*topling*). Potensi longsor yang dominan di pit Durian Tabung 3 adalah tipe *topling* (46%) dan *wedge* (36%).

4. Berdasarkan klasifikasi SMR aktual diketahui bahwa 65% segmen lereng berada dalam kondisi stabil, 25% sebagian stabil, 6% tidak stabil dan 4% sangat tidak stabil. Klasifikasi SMR saat kondisi lereng jenuh air menunjukkan bahwa 6% lereng akan berada pada kondisi stabil, 75% pada kondisi sebagian stabil, 9% tidak stabil dan 10% sangat tidak stabil.
5. Lereng dengan tipe alterasi silisik diketahui lebih stabil, disusul kemudian oleh tipe alterasi argilik lanjut dan terakhir argilik. Tipe potensi longsor dan tingkat kestabilan lereng di pit durian tabung 3 dipengaruhi oleh jenis alterasi, kondisi diskontinuitas, dan orientasi lereng. Kestabilan lereng pada zona argilik cenderung dikontrol oleh *rock mass properties*, sedangkan untuk segmen lereng dengan alterasi silisik dan argilik lanjut cenderung dikontrol oleh kondisi struktur.
6. Zona kerawanan longsor di Pit Durian Tabung 3 RL 665-680 disajikan dalam peta kerawanan longsor (*hazard map*) lereng aktual dan peta kerawanan longsor kondisi jenuh air.
7. *Scaling* atau pembuatan *toe ditch* disarankan untuk lereng dengan kondisi sebagian stabil (kelas SMR III), *systematic shotcrete* atau *re-excavation* dapat dilakukan sebagai upaya stabilisasi pada segmen lereng dengan kondisi tidak stabil (SMR kelas IV) sedangkan untuk lereng dengan kondisi sangat tidak stabil upaya perkuatan yang bisa dilakukan adalah *re-excavation*.

B. Saran

1. Lereng dengan kondisi sangat tidak stabil (kelas SMR V) sebaiknya di ekskavasi ulang, begitu juga dengan lereng dengan kelas SMR IV (tidak stabil), namun untuk lereng dengan kelas SMR IV dapat dilakukan alternatif lain yaitu dengan *systematic shorecrete*. Jenis perkuatan yang akan diaplikasikan dapat disesuaikan dengan kondisi teknis, kebutuhan produksi dan ekonomi.
2. Perhatikan kemiringan lereng saat proses pembuatan jenjang dan pastikan sesuai dengan kemiringan rencana. Karena kemiringan lereng yang besar membuat potensi longsor meningkat, terutama untuk tipe longsor topling yang dominan ditemukan di pit Durian Tabung 3.
3. Lakukan monitoring secara berkala di area pit terutama saat terjadi hujan. Karena tingkat kestabilan lereng menurun saat kondisi air mengalir (jenuh air). Untuk lereng dengan alterasi argilik monitoring dapat difokuskan pada kondisi massa batuan (*rock mass properties*), sedangkan untuk lereng dengan tipe alterasi silisik dan argilik lanjut harap lebih diperhatikan kontrol strukturnya.
4. Untuk mendapatkan upaya stabilitas yang optimal pada lereng dengan kondisi tidak stabil (kelas SMR IV) dan lereng dengan kondisi sangat tidak stabil (kelas SMR V) sebaiknya dilakukan perhitungan nilai faktor keamanan. Hasil perhitungan tersebut akan menjadi panduan jika ekskavasi ulang dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif Irwandi. 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Arikunto, Suharsimi. 2005. *Manajemen Penelitian*. Jakarta: RinekaCipta.
- Aris Endartiyanto. 2007. *Analisis Kestabilan Lereng dengan Menggunakan Metode kinematik dan Klasifikasi Massa Batuan; Studi Kasus di Area Penambangan Andesit, Desa Jelekong, kecamatan Bale Endah, Kabupaten Bandung, Jawa Barat*. Bandung: ITB
- Bemmelen, van, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Nederland
- Bieniawski, Z. T. 1984. *Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling*. Canada: John Wiley and Sons
- Bieniawski, Z.T., 1976. *Rock Mass Classification in Rock engineering*. Cape Town, Balkema.
- Bieniawski, Z. T. 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*. Canada.
- Carlile, J.C., Digdowirogo, S., and Darius, K. 1990. *Geologic setting, characteristics, and regional exploration for gold in the volcanic arcs of North Sulawesi, Indonesia*, in Hedenquist, J.W., White, N.C., and Siddeley, G., eds., Epithermal gold mineralization of the circum-Pacific—Geology, geochemistry, origin and exploration: *Journal of Geochemical Exploration*, v. 35, p. 105–140.
- Dwi Winarti, dkk. 2016. *Karakteristik Geoteknik Tufa Andesit Teralterasi Hidrotermal Pemicu Luncuran Bahan Rombakan Pada Lereng Pegunungan Selatan Pulau Lombok*. Yogyakarta : Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST).
- Giani, G. P., 1992, *Rock Slope Stability Analisis*, Taylor & Francis, United Kingdom.
- Hardjana, I., 2012, *The Discovery, Geology, and Exploration of the High Sulphidation Au-Mineralization System in the Bakan District, North Sulawesi*, *Majalah Geologi Indonesia* Vol. 27.
- Jun Zheng, dkk. 2016. *A Discussion on the Adjustment Parameters of the Slope Mass Rating (SMR) System for Rock Slopes*. Elsevier