

## DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN .....	v
<i>SUMMARY</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB	
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Metode Penelitian .....	3
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
II. TINJAUAN UMUM	
2.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah .....	6
2.2 Iklim dan Curah Hujan .....	7
2.3 Tinjauan Geologi .....	8
2.4 Sistem Penambangan .....	15
III. LANDASAN TEORI	
3.1 Stabilitas Lereng pada Tambang Terbuka .....	21
3.2 Jenis Longsor Lereng .....	23
3.3 Klasifikasi Massa Batuan .....	26
3.4 Pemetaan Geologi .....	34
3.5 Pemantauan Pergerakan Lereng .....	45
3.6 <i>Slope Stability Radar (SSR)</i> .....	47
3.7 Teknik Stabilisasi Lereng .....	49
IV. HASIL PENELITIAN	
4.1 Lokasi Penelitian .....	51
4.2 Zona Alterasi .....	52

4.3	Data Pemetaan Geoteknik <i>Scanline</i> .....	53
4.4	<i>Rock Mass Rating</i> (RMR).....	56
4.5	<i>Geological Strength Index</i> (GSI).....	59
4.6	<i>Slope Mass Rating</i> (SMR).....	61
4.7	Nilai Kohesi dan Sudut Geser Dalam.....	61
4.8	Hasil Analisa Kinematik.....	63
4.9	Hasil <i>Monitoring Slope Stability Radar</i> .....	66
4.10	Analisa Klasifikasi Massa batuan.....	67
V. PEMBAHASAN		
5.1	Penentuan Koordinat Lokasi Lereng Deformasi dan Kecepatan Tertinggi .....	68
5.2	Analisis Pengaruh Alterasi Hidrotermal Terhadap Kualitas Massa Batuan.....	71
5.3	Analisis Hubungan Alterasi Hidrotermal, Kualitas Massa Batuan, dan <i>Monitoring SSR</i> .....	74
5.4	Analisis Kondisi Stabilitas Lereng dan Tipe Longsor.....	77
VI. KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan .....	79
6.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....		xiv
LAMPIRAN .....		xvi

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Peta Kesampaian Daerah ..... 6
2.2	Peta Situasi Penambangan <i>Site</i> Bakan..... 7
2.3	Curah Hujan Bulanan Tahun 2015-2021 ..... 7
2.4	Peta Tektonik dan Terrane Sulawesi Utara ..... 8
2.5	Peta Geologi Regional Sulawesi Utara..... 9
2.6	Geologi <i>Site</i> Bakan ..... 10
2.7	Geomorfologi Pulau Sulawesi Tahun 2011 ..... 11
2.8	Stratigrafi <i>Site</i> Bakan..... 12
2.9	Rancangan Jenjang Pit..... 15
2.10	Bagan Alir Kegiatan Penambangan..... 16
2.11	<i>Drill Machine</i> Sandvik Tipe DP1100i..... 17
2.12	Pola dan Geometri Pemboran PT. JRBM..... 17
2.13	Kegiatan Pemuatan ( <i>Loading</i> ) ..... 18
2.14	Kegiatan Pengangkutan ( <i>Hauling</i> ) ..... 19
2.15	<i>Heap Leach Pad</i> ..... 20
3.1	Geometri Jenjang pada Tambang Terbuka ..... 21
3.2	Potensi Meningkatnya Kemiringan Lereng ..... 23
3.3	Bentuk Longsoran Bidang ( <i>Planar</i> ) ..... 24
3.4	Bentuk Longsoran Baji ( <i>Wedge</i> ) ..... 24
3.5	Bentuk Longsoran Busur ..... 25
3.6	Bentuk Longsoran Guling ( <i>Toppling</i> ) ..... 26
3.7	Dimensi <i>Scanline Mapping</i> ..... 35
3.8	Lembar Informasi Umum Massa Batuan..... 35
3.9	Pengukuran Bidang Lemah dengan <i>Scanline</i> ..... 36
3.10	Koefisien Kekasaran Bidang Lemah ..... 39
3.11	Ilustrasi Parameter <i>Scanline</i> ..... 42

3.12	Jarak Antar Kekar dan Jarak Antar <i>Set-Set</i> Kekar.....	43
3.13	Pengukuran <i>Weighted Joint Density</i> pada Bor <i>Coring</i> dan Permukaan .	43
3.14	Prosedur Pengukuran dan Perhitungan RQD .....	44
3.15	Kurva Total <i>Displacement &amp; Time</i> .....	46
3.16	Pengukuran Pergerakan Dinding .....	47
3.17	Hasil Pembacaan SSR dalam Bentuk <i>Pixel</i> dan <i>Photo</i> .....	48
3.18	Tampilan <i>MonitorIQ</i> .....	49
4.1	Peta Topografi PT. JRBM .....	51
4.2	<i>Front View</i> Penentuan <i>Pixel</i> Radar.....	51
4.3	Peta Zona Alterasi .....	52
4.4	Penentuan Sudut Geser Dalam dan Kohesi dengan <i>Roclab</i> .....	62
4.5	Potensi Longsoran <i>Toppling</i> Segmen 750FG.....	63
4.6	Potensi Longsoran <i>Wedge</i> Segmen 750EF.....	64
4.7	Tidak Berpotensi Longsoran Segmen 750AB .....	65
4.8	Grafik Deformasi Segmen 750GH dan 765EF.....	66
5.1	Diagram Lingkaran Distribusi Resiko Wilayah <i>Scanning</i> .....	68
5.2	Diagram Lingkaran Distribusi Resiko Terhadap Zona Alterasi .....	69
5.3	Grafik Deformasi- <i>Velocity</i> -Waktu Segmen 750GH.....	70
5.4	Grafik Deformasi- <i>Velocity</i> -Waktu Segmen 765EF .....	70
5.5	Tipe Alterasi Silifikasi-Argilik Lanjut-Argilik.....	71
5.6	Diagram Lingkaran Distribusi Kelas GSI Tiap Alterasi.....	72
5.7	Diagram Lingkaran Distribusi Kelas RMR Tiap Alterasi .....	73
5.8	Penentuan GSI terhadap RMR dengan Persamaan GSI Hasil Koreksi ..	73
5.9	Diagram Lingkaran Distribusi Kelas SMR Tiap Alterasi .....	74
5.10	Nilai Massa Batuan Terhadap Kecepatan Pergerakan.....	76
5.11	Grafik Deformasi dan <i>Rain Accumulation</i> .....	78
5.12	<i>Geotechnical Hazard Map</i> .....	78

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Tipe Endapan Daerah Bakan .....	14
3.1 RMR A – Klasifikasi Parameter dan Pembobotan .....	28
3.2 Klassifikasi Parameter Kualitas Index Batuan .....	29
3.3 Estimasi Nilai GSI Berdasarkan Kondisi Geologi di Lapangan.....	31
3.4 Etimasi Nilai GSI Menurut Hoek .....	32
3.5 Perhitungan <i>Slope Mass Rating</i> .....	33
3.6 Kelas <i>Slope Mass Rating</i> .....	34
3.7 Klasifikasi Kekuatan Batuan dan Tanah.....	39
3.8 Nilai Pelapukan ISRM.....	41
4.1 Koordinat dan <i>Pixel</i> Lokasi Penelitian .....	52
4.2 Koordinat Pemetaan <i>Scanline</i> .....	53
4.3 Tabel Form Data <i>Rock Mass Cell Mapping</i> .....	54
4.4 Tabel <i>Sheet Mapping</i> Bidang <i>Discontinuity</i> .....	55
4.5 Hasil Perhitungan Spasi Kekar Segmen 765AB.....	56
4.6 Hasil Perhitungan <i>Rock Mass Rating</i> .....	58
4.7 Grafik GSI Segmen 750AB .....	59
4.8 Hasil Perhitungan <i>Geological Strength Index</i> .....	60
4.9 Hasil Perhitungan <i>Slope Mass Rating</i> .....	61
4.10 Nilai Kohesi (c) dan Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ) .....	62
4.11 Hasil Analisis Kinematik Lereng di Pit Main Ridge Timur.....	65
4.12 Hasil <i>Monitoring</i> Deformasi dan Kecepatan Radar SSR605-XT.....	66
4.13 Tabel Rangkuman Kelas GSI, RMR dan SMR .....	67
4.14 Tabel Rangkuman Distribusi Kelas GSI, RMR dan SMR Terhadap Alterasi	67
5.1 Klasifikasi GSI, RMR, SMR, dan Analisis Kinematik .....	75
5.2 Kriteria Kerawanan Longsor .....	77
5.3 Hasil Analisis Klasifikasi Massa Batuan, Kinematik, dan SSR.....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	Halaman
A. TABEL CURAH HUJAN .....	81
B. PETA TOPOGRAFI PT. JRBM.....	82
C. HASIL PEMETAAN GEOTEKNIK.....	84
D. HASIL PLOT <i>GEOLOGICAL STRENGT INDEX</i> .....	101
E. HASIL ANALISIS KINEMATIK.....	119
F. PEMBOBOTAN <i>ROCK MASS RATING</i> .....	137
G. PEMBOBOTAN <i>GEOLOGICAL STRENGTH INDEX</i> .....	139
H. PEMBOBOTAN <i>SLOPE MASS RATING</i> .....	140
I. HASIL <i>MONITORING SSR</i> .....	142
J. PETA TEMATIK .....	153