

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
MOTTO	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	3
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
1.7 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Gerakan Massa Tanah dan Batuan	7
2.2 Pemicu dan Pemacu Gerakan Massa Tanah dan Batuan.....	9
2.3 Faktor – Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng	10

2.4 Kriteria Pergerakan <i>Sliding Control</i> pada <i>Highwall</i>	11
2.5 Getaran dan Gelombang	14
2.5.1 Getaran Tanah (<i>Ground Vibration</i>)	14
2.5.2 Gelombang Akibat <i>Blasting</i>	16
2.6 Parameter-Parameter Getaran (Vibrasi)	18
2.7 Mekanika Batuan	23
2.7.1 Sifat Fisik Batuan	23
2.7.2 Sifat Mekanik Batuan	25
2.8 Mekanisme Pecahnya Batuan	32
2.9 Kriteria Mohr Coulomb	33
2.10 Konsep Nilai <i>Factor of Safety</i> Lereng	35
2.11 Metode Bishop Disederhanakan (<i>Simplified Bishop Method</i>)	37
2.12 Rekayasa Geoteknik	39
2.13 Analisis <i>Numerical Modelling</i> FLAC3D	40
BAB III GEOLOGI REGIONAL	44
3.1 Geologi Regional Daerah Penelitian	44
3.1.1 Fisiografi Cekungan Asam - Asam	44
3.1.2 Stratigrafi Regional	45
3.1.3 Geologi Daerah Penelitian	49
BAB IV METODE PENELITIAN	51
4.1 Metodologi Tugas Akhir	51
4.2 Tahapan Penelitian	51
4.2.1 Pengamatan Pergerakan Pergeseran Lereng (<i>Sliding Control</i>)	52
4.2.2 Pengukuran <i>Ground Vibration</i> (<i>Blastmate III</i>)	54
4.3 Alat dan Bahan	58
4.4 Sumber Data	59

4.5 Diagram Alir Penelitian Secara Keseluruhan.....	60
4.5.1 Diagram Alir Analisis Nilai <i>Factor of Safety</i> pada <i>Highwall</i> Penelitian	61
4.5.2 Diagram Alir Pemodelan <i>Displacement</i> 3D <i>Highwall</i> Penelitian..	62
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	63
5.1 Hasil Observasi Pergeseran Lereng.....	63
5.2 Pengukuran Parameter <i>Ground Vibration</i>	69
5.2.1 Hasil Observasi Pengukuran <i>Ground Vibration</i>	69
5.2.2 Hubungan Antara <i>Peak Particle Velocity</i> dan <i>Scaled Distance</i>	70
5.2.3 Prediksi Getaran dengan Teori <i>Scale Distance</i>	72
5.3 Analisis Nilai <i>Factor of Safety</i> pada <i>Highwall</i> Penelitian.....	73
5.3.1 Analisis Perhitungan Manual Nilai <i>Factor of Safety</i> pada <i>Highwall</i> ..	75
5.3.3 Perbandingan Nilai <i>Factor of Safety</i> dengan Metode Bishop Hasil Perhitungan Manual dan Hasil Pengolahan <i>Software Rocscience Slide</i>	95
5.4 Pemodelan <i>Displacement</i> 3D <i>Highwall</i> Penelitian	98
5.4.1 Kontruksi Geometri Model 3D	98
5.4.2 <i>Boundary Condition</i>	99
5.4.3 <i>Assign Material Model</i>	100
5.5 Pemodelan Statis 3D <i>Displacement Highwall</i> Penelitian.....	102
5.6 Pemodelan Dinamis 3D <i>Displacement Highwall</i> Penelitian	103
5.6.1 <i>Displacement Magnitude</i> pada Titik Pengamatan <i>Highwall</i> Penelitian	103
5.6.2 <i>Magnitude Displacement</i> pada Titik Rawan Longsor	106
5.6.3 <i>Displacement</i> Horizontal dan Vertikal pada Titik Pengamatan <i>Highwall</i> dan Titik Paling Rawan Longsor pada <i>Highwall</i>	109
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	112
6.1 Kesimpulan.....	112

6.2 Saran.....	114
DAFTAR PUSTAKA.....	115
LAMPIRAN.....	119

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta daerah lokasi penelitian (Google Earth,2019).....	5
Gambar 2.1 Skema longsoran busur (Arif, 2016).....	8
Gambar 2.2 Skema longsoran bidang (Arif, 2016).....	8
Gambar 2.3 Skema longsoran baji (Arif, 2016).....	9
Gambar 2.4 Skema longsoran guling (Arif, 2016).....	9
Gambar 2.5 Bagian – bagian <i>highwall</i> (Hustrulid dan Kuchta 1995).....	12
Gambar 2.6 Penjalaran gelombang hasil <i>blasting</i> (Farnfield dkk., 1993)	16
Gambar 2.7 Variasi gerak partikel dan jenis gelombang (Bhasin dkk, 2013)	17
Gambar 2.8 Perbedaan umum ketiga jenis gelombang yang dipantau dari jarak jauh dari lubang ledakan (Chen dkk, 2012).....	18
Gambar 2.9 Rambatan <i>monitoring</i> gelombang akibat <i>blasting</i> oleh <i>seismograf</i> (Pasang, 2013)	19
Gambar 2.10 Penyebaran tegangan didalam percontoh batu (a) teoretis dan (b) eksperimen, (c) Bentuk pecahan teoretis dan (d) Bentuk pecahan eksperimen (Kuswanto dan Wacono, 2006).....	26
Gambar 2.11 Kondisi batuan yang menerima beban (Kuswanto dan Wacono, 2006)	27
Gambar 2.12 Diagram tegangan pada bidang miring (Kuswanto dan Wacono, 2006)	28
Gambar 2.13 Kurva perbandingan antara <i>strain</i> pada sumbu-X dengan <i>stress</i> pada sumbu-Y (Kuswanto dan Wacono, 2006).....	29
Gambar 2.14 Pengambilan nilai ϵ_{ai} dan ϵ_{li} (Kuswanto dan Wacono, 2006)	30
Gambar 2.15 Kondisi tekanan pada pengujian triaksial (Kuswanto dan Wacono, 2006)	31
Gambar 2.16 Proses pecahnya batuan akibat <i>blasting</i> (Jimeno, 1995).....	33

Gambar 2.17 Lingkaran <i>Mohr</i> dan kurva intrinsik hasil pengujian triaksial (Das, 1993)	34
Gambar 2.18 Kriteria Mohr Coulomb (Das, 1988).....	35
Gambar 2.19 Gaya kesetimbangan batas pada suatu lereng (Arif, 2016).....	36
Gambar 2.20 Gaya-gaya yang bekerja pada irisan (Hardiyatmo, 2010).....	38
Gambar 2.21 <i>Calculation cycle of FLAC3D program</i>	43
Gambar 3.1 Letak cekungan Asam-asam (Final Report PT Arutmin Indonesia, 2011)	44
Gambar 3.2 Stratigrafi regional Cekungan Asam-asam PT. Arutmin Indonesia (PT Arutmin Indonesia, 2011)	46
Gambar 3.3 Lokasi PIT-ALE terhadap struktur regional (PT Anugerah Lumbung Energi, 2018)	49
Gambar 4.1 Pengamatan dari <i>view point</i> ke arah SC 5 dan SC 6	53
Gambar 4.2 <i>Total Station Trimble C3</i>	53
Gambar 4.3 Instrumen <i>prisma reflector</i>	54
Gambar 4.4 Alat instrument <i>blastmate III</i>	55
Gambar 4.5 <i>Microphone</i> sebagai instrumen pendeteksi kebisingan	55
Gambar 4.6 <i>Geophone</i> sebagai instrumen pendeteksi gelombang.....	55
Gambar 4.7 LCD <i>Blacklit Blastmate</i>	56
Gambar 4.8 <i>Handy talky</i>	56
Gambar 4.9 Pengambilan data arah Utara <i>highwall</i>	57
Gambar 4.10 Pengambilan data arah Timur <i>highwall</i>	57
Gambar 4.11 Pengambilan data arah Barat <i>highwall</i>	57
Gambar 4.12 <i>Flowchart</i> tahapan penelitian secara keseluruhan.....	60
Gambar 4.13 <i>Flowchart</i> pengolahan kestabilan <i>highwall</i>	61
Gambar 4.14 <i>Flowchart</i> pemodelan <i>displacement highwall</i> penelitian.....	62
Gambar 5.1 <i>Highwall</i> penelitian bagian depan	63

Gambar 5.2 <i>Highwall</i> penelitian	63
Gambar 5.3 Grafik pergerakan SC 5 pada bulan Juni 2019.....	65
Gambar 5.4 Perubahan pergerakan total SC 5 pada permukaan lereng pada bulan Juni 2019.....	65
Gambar 5.5 Grafik Pergerakan SC 6 pada bulan Juni 2019	67
Gambar 5.6 Perubahan pergerakan total SC 6 pada permukaan lereng pada bulan Juni 2019.....	67
Gambar 5.7 Penentuan nilai koefisien K dan α	71
Gambar 5.8 Topografi lereng penelitian <i>highwall</i>	73
Gambar 5.9 Peta kontur penampang lereng penelitian	74
Gambar 5.10 Geometri lereng <i>highwall</i> hasil <i>cross section</i>	74
Gambar 5.11 Bidang lereng yang dipartisi sebanyak 25 partisi.....	75
Tabel 5.10 Data pengolahan nilai FoS pada <i>highwall</i>	75
Gambar 5.12 Grafik hubungan antara nilai FoS manual dan α maks	77
Gambar 5.13 Geometri <i>highwall</i> penelitian tanpa parameter	78
Gambar 5.14 Geometri lereng dengan parameter litologi batuan	78
Gambar 5.15 Lereng penelitian dengan parameter koefisien <i>seismic load</i>	79
Gambar 5.16 Keadaan <i>slope</i> tanpa gangguan eksternal.....	79
Gambar 5.17 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.06 g.....	80
Gambar 5.18 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.07 g.....	81
Gambar 5.19 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.08 g.....	82
Gambar 5.20 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.09 g.....	83
Gambar 5.21 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic Load</i> sebesar 0.10 g	84
Gambar 5.22 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.11 g.....	85
Gambar 5.23 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.12 g.....	86
Gambar 5.24 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.13 g.....	87

Gambar 5.25 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.14 g.....	88
Gambar 5.26 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.15 g.....	89
Gambar 5.27 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.16 g.....	90
Gambar 5.28 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.17 g.....	91
Gambar 5.29 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>seismic load</i> sebesar 0.18 g.....	92
Gambar 5.30 Keadaan <i>slope</i> dengan koefisien <i>Seismic load</i> sebesar 0.19 g	93
Gambar 5.31 Grafik hubungan antara nilai FoS <i>software</i> dan <i>amaks</i>	95
Gambar 5.32 Grafik hubungan antara nilai FoS dan <i>amaks</i> (manual vs <i>software</i>)..	97
Gambar 5.33 Geometri lereng 2D	98
Gambar 5.34 Zona pada geometri lereng pada <i>finite element method</i>	99
Gambar 5.35 <i>Script boundary condition</i> pada model mekanik	99
Gambar 5.36 Hasil dari pembentukan geometri 3D lereng penelitian.....	100
Gambar 5.37 Inisialisasi parameter gravitasi pada lereng	100
Gambar 5.38 <i>Assign mech Mohr</i> dan parameter properti batuan.....	101
Gambar 5.39 Litologi batuan lereng penelitian	101
Gambar 5.40 Pergerakan (<i>displacement</i>) 3D lereng penelitian dipengaruhi properti lereng	102
Gambar 5.41 Nilai <i>displacement</i> pada titik pengamatan <i>highwall</i> penelitian.....	104
Gambar 5.42 Nilai <i>displacement</i> pada titik pengamatan <i>highwall</i> penelitian.....	105
Gambar 5.43 Pengamatan <i>highwall</i> penelitian.....	106
Gambar 5.44 Nilai <i>displacement</i> pada titik pengamatan <i>highwall</i> penelitian.....	107
Gambar 5.45 Nilai <i>displacement</i> pada titik pengamatan <i>highwall</i> penelitian.....	108
Gambar 5.46 <i>Displacement</i> pada frekuensi 5 Hz.....	110

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penyebab gerakan massa tanah dan batuan (Terzaghi dan Peck, 1967 dan Brunsden dan Prior, 1984).....	10
Tabel 2.2 Hubungan nilai FoS lereng dan Keadaan lereng (Bowles,1984)	11
Tabel 2.3 Kriteria pergerakan pergeseran horizontal lereng oleh Zavodni (2001) dan Sullivan (2007)	12
Tabel 2.4 Kriteria pergerakan lereng secara vertikal (Litbang Pekerjaan Umum, 2005).....	14
Tabel 2.5 Skala dari tipe parameter <i>blasting</i> (Cording, 1967).....	22
Tabel 4.1 Alat dan bahan	58
Tabel 4.2 Keterangan sumber data penelitian	59
Tabel 5.1 Hasil pengukuran pergeseran <i>sliding control</i> 5 bulan Juni 2019	64
Tabel 5.2 Hasil pengukuran pergeseran <i>sliding control</i> 6 bulan Juni 2019	66
Tabel 5.3 Koordinat titik <i>blasting</i> dan pengukuran	69
Tabel 5.4 Jarak kegiatan <i>blasting</i>	69
Tabel 5.5 Hasil pengukuran <i>ground vibration</i> di lapangan (PPA, PPV dan Frekuensi).....	70
Tabel 5.6 Data <i>Scaled Distance</i> (SD) dari hasil observasi.....	71
Tabel 5.7 Data <i>Scaled Distance</i> (SD) dari hasil perhitungan.....	72
Tabel 5.8 Nilai percepatan maksimal.....	72
Tabel 5.9 Geometri lereng daerah penelitian <i>highwall</i>	74
Tabel 5.10 Data pengolahan nilai FoS pada <i>highwall</i>	75
Tabel 5.11 Estimasi nilai <i>seismic load</i> (<i>amaks</i>) terhadap nilai FoS pada perhitungan manual	76

Tabel 5.12 Nilai <i>seismic load</i> (<i>amaks</i>) terhadap nilai FoS pada <i>Software Rocscience Slide 6.0</i>	94
Tabel 5.13 Perbandingan nilai FoS Perhitungan Manual dan <i>Software Rocscience Slide 6.0</i>	96
Tabel 5.14 Data sekunder mekanika batuan (Report ALE, 2018)	102