

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang Penelitian	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Tujuan Penelitian.....	3
I.4. Manfaat Penelitian.....	3
I.5. Lingkup Penelitian	4
I.5.1. Lingkup Daerah Penelitian.....	4
I.5.2. Lingkup Pekerjaan.....	5
I.6. Batasan Penelitian	5
I.7. Penelitian Terdahulu.....	6
I.8. Keaslian Penelitian	7
BAB II GEOLOGI REGIONAL DAN GEOLOGI TEKNIK	
II.1. Stratigrafi Regional	8
II.2. Struktur Geologi Regional	10
II.3. Geologi Teknik Daerah Penelitian	12
II.3.1. Batuan dan tanah.....	12
II.3.2. Airtanah	12
BAB III DASAR TEORI	
III.1. Penyelidikan Geologi Teknik.....	14
III.1.1. Pemetaan Geologi Teknik	14
III.2. Pengujian Sifat Indeks dan Keteknikan di Laboratorium	15
III.2.1. Sifat Fisik Tanah dan Batuan	15

III.2.2. Sifat Mekanik Tanah dan Batuan	17
III.2.3. Klasifikasi Massa Batuan	19
III.2.3.1. <i>Rock Quality Designation</i> (RQD)	20
III.2.3.2. <i>Rock Mass Rating</i> (RMR)	22
III.2.3.2.1. Kuat Tekan Batuan Utuh	23
III.2.3.2.2. <i>Rock Quality Designation</i> (RQD).....	24
III.2.3.2.3. Spasi Bidang Diskontinuitas.....	25
III.2.3.2.4. Kondisi Bidang Diskontinuitas.....	26
III.2.3.2.5. Kondisi Air Tanah	28
III.2.3.2.6. Orientasi Bidang Diskontinuitas.....	28
III.2.3.3. <i>Geological Strength Index</i> (GSI).....	29
III.2.3.4. Hubungan RMR dan GSI	30
III.3. Kriteria keruntuhan Mohr-Coulumb	31
III.4. Kestabilan Lereng	32
III.4.1. Faktor Pengontrol Kestabilan Lereng.....	34
III.4.2. Faktor Keamanan	36
III.4.3. Analisis Kestabilan Lereng	37
III.4.3.1. Metode Keseimbangan Batas	37
III.4.3.2. Metode Elemen Hingga.....	39
III.5. Hipotesis.....	40
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
IV.1. Peralatan Penelitian	44
IV.2. Tahapan Penelitian	46
IV.2.1. Tahap Persiapan	46
IV.2.2. Tahap Pengumpulan Data	46
IV.2.3. Tahap Analisis Data	49
IV.2.4. Tahap Penyusunan Laporan	50
BAB V PENYAJIAN DAN HASIL ANALISIS	
V.1. Karakteristik Geologi Teknik Daerah Penelitian	52
V.1.1. Morfologi.....	52
V.1.2. Litologi	55
V.1.3. Struktur Geologi	62
V.1.4. Hidrogeologi.....	64

V.1.4.1. Kondisi Muka Air Tanah.....	64
V.1.4.1.1. Kondisi Muka Air Tanah Area OPD-3.....	65
V.1.4.1.2. Kondisi Muka Air Tanah Area OPD-1.....	65
V.1.4.1.3. Kondisi Muka Air Tanah Area PIT-1.....	66
V.1.4.1.4. Kondisi Muka Air Tanah Area PIT-2.....	68
V.1.4.1.5. Kondisi Muka Air Tanah Area PIT-3.....	68
V.1.4.1.6. Kondisi Muka Air Tanah Area PIT-4.....	69
V.1.4.1.7. Kondisi Muka Air Tanah Area PIT-5.....	70
V.1.4.3. Kondisi Aliran Air Tanah.....	71
V.1.5. Karakteristik Massa Batuan.....	72
V.1.5.1. Kondisi RQD Area Penelitian	73
V.1.5.2. Kondisi RMR Area Penelitian.....	75
V.1.5.3. Kondisi GSI Area Penelitian	76
V.1.6. Kegempaan Daerah Penelitian	79
V.2. Parameter Analisis Kestabilan Lereng Daerah Penelitian.....	79
V.2.1. Geometri	79
V.2.2. Kondisi Geologi Bawah Permukaan	80
V.2.2.1. Penampang PIT-1	81
V.2.2.2. Penampang PIT-2	82
V.2.2.3. Penampang PIT-3	83
V.2.2.4. Penampang PIT-4	84
V.2.2.5. Penampang PIT-5	85
V.2.3. Nilai Properti Material.....	86
V.2.4. Air Tanah.....	88
V.2.5. Air Permukaan.....	88
V.3. Evaluasi Analisis Kestabilan Lereng Daerah Penelitian	88
V.3.1. Evaluasi Desain Area <i>High-wall</i>	88
V.3.1.1. PIT-1	89
V.3.1.2. PIT-2.....	90
V.3.1.3. PIT-3.....	91
V.3.1.4. PIT-4.....	92
V.3.1.5. PIT-5.....	93
V.3.2. Evaluasi Desain Area <i>Low-wall</i>	95

V.3.2.1. PIT-1	95
V.3.2.2. PIT-2	96
V.3.2.3. PIT-3	98
V.3.2.4. PIT-4	99
V.3.2.5. PIT-5	100
V.3.3. Rekomendasi Perubahan Desain Penambangan	102
V.3.4. Nilai Faktor Keamanan Dinamis	106
V.3.5. Analisa Probabilitas Longsoran	107
V.3.6. Pengaruh Kondisi Massa batuan Terhadap Kestabilan Lereng	107
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
VI.1. Kesimpulan	109
VI.2. Saran	112
DAFTAR PUSTAKA	112
 LAMPIRAN	
Lampiran 1. Foto Core Box	120
Lampiran 2. Log Pemboran	273
Lampiran 3. Peta Geologi dan Penampang Sayatan Daerah Penelitian .	352
Lampiran 4. Peta Lokasi Pengambilan Data dan Pengamatan Geologi .	354
Lampiran 5. Pengukuran Muka Air Tanah	355
Lampiran 6. Peta Aliran Muka Air Tanah	364
Lampiran 7. Aliran Muka Air Tanah 3D	365
Lampiran 8. Peta Pembagian Area dan Model 3D Kualitas Massa Batuan (RQD, RMR, dan GSI)	366
Lampiran 9. Pengukuran RMR	373
Lampiran 10. Pengukuran GSI	380
Lampiran 11. RQD Data Pemboran	387
Lampiran 12. RMR Data Pemboran	438
Lampiran 13. GSI Data Pemboran	464
Lampiran 14. Peta Sayatan Analisis Kestabilan Lereng	487
Lampiran 15. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan	488
Lampiran 16. Hasil Uji Laboratorium	508

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta citra udara daerah penelitian (Google Earth, 2022)	4
Gambar 2.1. Geologi regional daerah penelitian (Gafoer dkk., 1986)	8
Gambar 2.2. Stratigrafi regional daerah penelitian (Gafoer dkk., 1986)	10
Gambar 2.3. Struktur Sumatra dan pergerakan lempeng tektonik (Barber dkk., 2005)	11
Gambar 3.1. Prosedur pengukuran dan perhitungan RQD (Deere, 1989)	21
Gambar 3.2. Klasifikasi <i>Rock Mass Rating</i> (Bieniawski, 1989)	23
Gambar 3.3. Pengukuran jarak antar bidang diskontinyu pada <i>Scanline</i> (Kramadibrata, 1996)	26
Gambar 3.4. Penentuan nilai GSI (Hoek, 1998)	30
Gambar 3.5. Grafik kriteria Mohr-Coulomb	32
Gambar 3.6. Geometri lereng tambang terbuka batubara (Arief, 2007)	33
Gambar 3.7. Bidang longsor <i>circular</i>	38
Gambar 3.8. Bidang longsor <i>non-circular</i>	38
Gambar 3.9. Gaya yang bekerja pada bidang irisan	38
Gambar 3.10. Tipe elemen 2D dalam metode elemen hingga (Suhendro, 2000)	39
Gambar 4.1. Diagram alir penelitian	51
Gambar 5.1. Peta kemiringan lereng daerah penelitian	53
Gambar 5.2. Fotogrametri area landai – agak curam	53
Gambar 5.3. Fotogrametri area agak curam - curam	54
Gambar 5.4. Fotogrametri area curam – sangat curam	54
Gambar 5.5. Fotogrametri area landai - datar	54
Gambar 5.6. Peta lokasi pengambilan data	55
Gambar 5.7. Peta lokasi pengamatan geologi	56
Gambar 5.8. Tanah dari sampel pemboran GTD-10	57
Gambar 5.9. Batulempung dari sampel pemboran GTD-13	58
Gambar 5.10. Batulempung hitam dari sampel pemboran GTD-10	58
Gambar 5.11. Batulanau dari sampel pemboran GTD-13	59
Gambar 5.12. Batubara dari sampel pemboran GTD-09A	60

Gambar 5.13. Batupasir dari sampel pemboran GTD-05	61
Gambar 5.14. Peta geologi lokal daerah penelitian.....	61
Gambar 5.15. Penampang sayatan geologi lokal daerah penelitian.....	62
Gambar 5.16. Kenampakan sesar turun 1 pada <i>high-wall</i>	63
Gambar 5.17. Kenampakan sesar turun 2 pada <i>high-wall</i>	63
Gambar 5.18. Analisis stereografis lipatan di lokasi penelitian.....	64
Gambar 5.19. Peta aliran muka air tanah.lokasi penelitian.....	71
Gambar 5.20. Tampilan dari samping aliran Muka Air Tanah.3D	72
Gambar 5.21. Peta pembagian area kualitas massa batuan.....	73
Gambar 5.22. Model penyebaran kualitas massa batuan rqd area <i>high-wall</i> (barat - timur).....	74
Gambar 5.23. Model penyebaran kualitas massa batuan rqd area <i>low-wall</i> (barat timur).	74
Gambar 5.24. Model kelas rmr area <i>highwall</i> orientasi barat – timur.	75
Gambar 5.25. Peta model kelas rmr area <i>lowwall</i> orientasi barat – timur.	76
Gambar 5.26. Deskripsi pengukuran gsi pada singkapan area penelitian.....	77
Gambar 5.27. Model variasi nilai gsi pada area <i>high-wall</i>	78
Gambar 5.28. Model variasi nilai gsi pada area <i>high-wall</i>	78
Gambar 5.29. Peta <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA) Indonesia.....	79
Gambar 5.30. Peta sayatan analisis kestabilan lereng daerah penelitian	80
Gambar 5.31. Model 3D daerah penelitian kenampakan dari timur	81
Gambar 5.32. Model 3D daerah penelitian kenampakan dari barat.....	81
Gambar 5.33. Penampang sayatan area <i>high-wall</i> PIT-1	82
Gambar 5.34. Penampang sayatan area <i>low-wall</i> PIT-1	82
Gambar 5.35. Penampang sayatan area <i>low-wall</i> PIT-2	83
Gambar 5.36. Penampang sayatan area <i>high-wall</i> PIT-2.....	83
Gambar 5.37. Penampang sayatan area <i>high-wall</i> PIT-3.....	84
Gambar 5.38. Penampang sayatan area <i>low-wall</i> PIT-3.	84
Gambar 5.39. Penampang sayatan area <i>high-wall</i> PIT-4.....	85
Gambar 5.40. Penampang sayatan area <i>low-wall</i> PIT-4	85
Gambar 5.41. Penampang sayatan area <i>high-wall</i> PIT-5.....	86
Gambar 5.42. Penampang sayatan area <i>low-wall</i> PIT-5	86
Gambar 5.43. Analisa sayatan penampang K PIT-1 metode LEM.....	89

Gambar 5.44. Analisa sayatan penampang K PIT-1 metode FEM.....	90
Gambar 5.45. Analisa sayatan penampang J PIT-2 metode LEM.	90
Gambar 5.46. Analisa sayatan penampang J PIT-2 metode FEM	91
Gambar 5.47. Analisa sayatan penampang I PIT-3 metode LEM.	91
Gambar 5.48. Analisa sayatan penampang I PIT-3 metode FEM.....	92
Gambar 5.49. Analisa sayatan penampang H PIT-4 metode LEM.....	92
Gambar 5.50. Analisa sayatan penampang H PIT-4 metode FEM.....	93
Gambar 5.51. Analisa sayatan penampang G PIT-5 metode LEM.....	94
Gambar 5.52. Analisa sayatan penampang G PIT-5 metode FEM.....	94
Gambar 5.53. Analisa sayatan penampang A PIT-1 metode LEM.....	96
Gambar 5.54. Analisa sayatan penampang A PIT-1 metode FEM.....	96
Gambar 5.55. Analisa sayatan penampang B PIT-2 metode LEM.....	97
Gambar 5.56. Analisa sayatan penampang B PIT-2 metode FEM.....	98
Gambar 5.57. Analisa sayatan penampang D PIT-3 metode LEM.....	98
Gambar 5.58. Analisa sayatan penampang D PIT-3 metode FEM.....	99
Gambar 5.59. Analisa sayatan penampang E PIT-4 metode LEM.....	99
Gambar 5.60. Analisa sayatan penampang E PIT-4 metode FEM	100
Gambar 5.61. Indikasi deformasi pada OPD-3	100
Gambar 5.62. Analisa sayatan penampang F PIT-5 metode LEM	101
Gambar 5.63. Analisa sayatan penampang F PIT-5 metode FEM	101
Gambar 5.64. Rekomendasi perubahan desain lereng OPD-3.....	103
Gambar 5.65. Rekomendasi perubahan geometri desain lereng PIT-1	105
Gambar 5.66. Rekomendasi perubahan geometri desain lereng PIT-2	105
Gambar 5.67. Rekomendasi perubahan geometri desain lereng PIT-4	105
Gambar 5.68. Rekomendasi perubahan geometri desain lereng PIT-5	106

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Daftar penelitian terdahulu yang terkait dengan hasil penelitian ini ..6	
Tabel 3.1. Klasifikasi lereng (Kementerian Kehutanan, 2009).....15	
Tabel 3.2. Hubungan RQD dengan kualitas batuan (Deere, 1989).....21	
Tabel 3.3. Indeks kuat tekan batuan utuh (Bieniawski, 1989).....24	
Tabel 3.4. Indeks <i>Rock Quality Designation</i> (RQD) (Bieniawski, 1989).....24	
Tabel 3.5. Indeks spasi bidang diskontinuitas (Bieniawski, 1989).....26	
Tabel 3.6. Indeks panjang bidang diskontinuitas (Bieniawski, 1989)26	
Tabel 3.7. Indeks kondisi air tanah (Bieniawski, 1989).....28	
Tabel 3.8. Pengaruh orientasi bidang diskontinuitas terhadap sumbu penggalian (Bieniawski, 1989).....28	
Tabel 3.9. Indeks orientasi bidang diskontinuitas (Bieniawski, 1989)28	
Tabel 3.10. Kualitas massa batuan (Bieniawski, 1989)29	
Tabel 3.11. Klasifikasi kestabilan lereng menurut Read & Stacey (2009).....37	
Tabel 3.12. Perbandingan <i>Moment & Force</i> Metode Keseimbangan Batas (Arief, 2008)39	
Tabel 4.1. Alat dan bahan penelitian.....42	
Tabel 5.1. Data struktur geologi sesar area penelitian64	
Tabel 5.2. Ringkasan data posisi muka air tanah GTD-01 dan GTD-0265	
Tabel 5.3. Ringkasan data posisi muka air tanah GTD-03 dan GTD-0466	
Tabel 5.4. Ringkasan data posisi muka air tanah GTD-05 dan GTD-1367	
Tabel 5.5. Ringkasan data posisi muka air tanah GTD-1268	
Tabel 5.6. Ringkasan data posisi muka air tanah GTD-1169	
Tabel 5.7. Data pengukuran muka air tanah titik GTD-10.70	
Tabel 5.8. Ringkasan data posisi muka air tanah GTD-07, GTD-08 & GTD-09.....70	
Tabel 5.9. Hasil pengukuran klasifikasi GSI pada singkapan permukaan.....77	
Tabel 5.10. Hasil nilai properti material87	
Tabel 5.11. Nilai muka air tanah area penelitian.88	
Tabel 5.12. Rangkuman hasil evaluasi desain LOM area selatan.....95	
Tabel 5.13. Rangkuman hasil evaluasi desain LOM area utara..... 102	

Tabel 5.14. Rekomendasi perubahan desain.	104
Tabel 5.15. Nilai faktor keamanan dinamis desain LOM bagian utara	107
Tabel 5.16. Nilai faktor keamanan dinamis desain LOM bagian selatan	107
Tabel 5.17. Nilai probabilitas longsoran desain LOM bagian utara	108
Tabel 5.18. Nilai probabilitas longsoran desain LOM bagian selatan	108

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1. Fluktuasi muka air tanah GTD-01 dan GTD-02.....	62
Grafik 5.2. Fluktuasi muka air tanah GTD-03 dan GTD-04.....	63
Grafik 5.3. Fluktuasi muka air tanah GTD-05 dan GTD-13.....	64
Grafik 5.4. Fluktuasi muka air tanah GTD-12	65
Grafik 5.5. Fluktuasi muka air tanah GTD-11	66
Grafik 5.6. Fluktuasi muka air tanah GTD-07, GTD-08 & GTD-09	68