

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
SARI.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Hasil Penelitian.....	2
1.6 Manfaat Penelitian.....	3
1.7 Lokasi Penelitian .....	4
1.8 Waktu Penelitian .....	5
BAB II METODE PENELITIAN DAN DASAR TEORI.....	6
2.1 Metode Penelitian.....	6
2.2 Tahapan Penelitian .....	6
2.2.1 Tahap Akuisisi Data.....	6
2.1.1.1 Akuisisi Data Primer .....	6
2.2.1.2 Akuisisi Data Sekunder.....	9
2.2.2 Tahap Analisis Data.....	9

2.2.2.1 Analisis Geomorfologi .....	10
2.2.2.2 Analisis Litologi dan Stratigrafi .....	10
2.2.2.3 Analisis Struktur Geologi .....	10
2.2.2.4 Analisis Petrografi .....	10
2.2.2.5 Analisis Kestabilan Lereng .....	10
2.2.3 Tahap Sintesis .....	11
2.3 Dasar Teori .....	11
2.2.1 Kestabilan Lereng .....	11
2.2.2 Jenis Kelongsoran .....	13
2.2.3 Metode Keseimbangan Batas ( <i>Limit Equibrillium Method</i> ) .....	15
2.2.5 Metode Morgenstern-Price .....	16
2.2.4 Kriteria Keruntuhan Mohr-Coloumb .....	17
2.2.5 Kriteria Pembebanan Pada Lereng .....	18
2.2.6 Beban Seismik .....	19
2.2.7 Faktor Keamanan .....	22
<b>BAB III GEOLOGI REGIONAL .....</b>	<b>24</b>
3.1 Fisiografi Regional .....	24
3.2 Stratigrafi Regional .....	26
3.2.1 Formasi Sembakung .....	26
3.2.2 Formasi Talabar .....	27
3.2.3 Formasi Birang .....	27
3.2.4 Formasi Lati .....	27
3.2.5 Formasi Labanan .....	27
3.2.6 Formasi Domaring .....	27
3.2.7 Formasi Sinjin .....	27
3.3 Tektonik Regional .....	28

BAB IV GEOLOGI DAERAH PENELITIAN.....	31
4.1 Geomorfologi Daerah Penelitian.....	31
4.1.1 Bentuk Asal Antropogenik .....	33
4.1.1.1 Bentuk Lahan <i>Pit</i> (Lahan Bukaan Tambang) (A1) .....	33
4.1.1.2 Bentuk Lahan <i>Disposal</i> (A2).....	33
4.1.1.3 Bentuk Lahan <i>Sump</i> (A3).....	34
4.1.2 Bentuk Asal Denudasional.....	35
4.1.2.1 Bentuk Lahan Dataran Bergelombang (D1).....	35
4.1.3 Bentuk Asal Fluvial .....	35
4.1.3.1 Bentuk Lahan Dataran Banjir (F1).....	36
4.1.3.2 Bentuk Lahan Tubuh Sungai (F2).....	36
4.2 Stratigrafi Daerah Penelitian .....	37
4.2.1 Satuan Batulempung Sinjin.....	37
4.2.1.1 Ciri Litologi.....	38
4.2.1.2 Umur dan Lingkungan Pengendapan .....	41
4.2.2 Endapan <i>Disposal</i> .....	42
4.2.2.1 Ciri Litologi.....	42
4.2.3 Endapan Aluvial.....	43
4.2.2.1 Ciri Litologi.....	43
4.2.4 Hubungan Stratigrafi.....	44
4.3 Struktur Geologi Daerah Penelitian .....	44
4.3.1 <i>Vein</i> Mineral Lempung .....	44
4.3.2 <i>Cleat</i> Batubara .....	46
4.4 Sejarah Geologi Daerah Penelitian.....	48
4.5 Potensi Geologi .....	50
4.5.1 Potensi Positif .....	50

4.5.2 Potensi Negatif .....	50
<b>BAB V ANALISIS KESTABILAN LERENG DESAIN AKHIR .....</b>	<b>52</b>
5.1 Data Geologi Teknik .....	52
5.2 Kajian Kestabilan Lereng .....	54
5.3. Sifat Fisik dan Mekanik Batuan .....	55
5.3 Analisis Beban Gempa .....	55
5.3.1 Pembebanan Gempa dan Perhitungan Koefisiensi Gempa.....	56
5.4 Simulasi Desain Lereng Tunggal .....	58
5.4 Analisis Kestabilan Lereng .....	60
5.4.1 Analisis Desain Awal.....	60
5.4.2 Analisis Desain Rekomendasi.....	62
5.4.1.1 Rekomendasi Lereng A-A' .....	62
5.4.1.2 Rekomendasi Lereng B-B' .....	63
5.4.1.3 Rekomendasi Lereng C-C' .....	63
5.4.1.4 Rekomendasi Lereng D-D' .....	64
5.4.1.5 Rekomendasi Lereng E-E' .....	65
5.4.2 Analisis Dinamik .....	65
5.4.2.1 Hasil Analisis Lereng A-A' .....	65
5.4.2.1 Hasil Analisis Lereng B-B' .....	66
5.4.2.1 Hasil Analisis Lereng C-C' .....	67
5.4.2.1 Hasil Analisis Lereng D-D' .....	67
5.4.2.1 Hasil Analisis Lereng E-E' .....	68
5.4.3 Hasil Analisa Kestabilan Lereng.....	68
5.5 Volume Material Lereng .....	69
<b>BAB VI KESIMPULAN .....</b>	<b>71</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>73</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi penelitian pada Wilayah PT. Berau Bara Abadi.....	4
Gambar 2.1 Diagram alir penelitian.....	7
Gambar 2.2 Geometri lereng tambang terbuka (Wyllie, 2004) .....	13
Gambar 2.3 Tipe keruntuhan atau kelongsoran lereng (Hoek dan Bray, 1981; Wyllie, 2004).....	14
Gambar 2.4 Model lereng dengan bidang runtuh berbentuk busur lingkaran (Fredlund, 1977; Arif, 2016).....	15
Gambar 2.5 Kriteria kegagalan Mohr-Coulomb (Rai et al, 2013) .....	18
Gambar 2.6 Peta Percepatan Puncak pada Batuan Dasar (SB) di Indonesia pada Tahun 2010 dengan Probability of Exceedance sebesar 2% dalam 50 tahun (PuSGeN, 2017). .....	19
Gambar 3.1 Fisiografi dan Kerangka tektonik Pulau Kalimantan (Rose, 1978). Titik hijau menunjukkan lokasi penelitian.....	24
Gambar 3.2 Cekungan Tarakan Kalimantan Timur (Sumber: <i>Core-Lab G&amp;G Evaluation Simenggaris Block</i> dalam Sriyanto, 2016). Titik hijau menunjukkan lokasi penelitian.....	26
Gambar 3.3 Stratigrafi Sub-cekungan Berau (Situmorang dan Burhan, 1995), kotak merah menunjukkan formasi yang ditemukan pada daerah penelitian. .....	28
Gambar 3.4 Trend Struktur yang terdapat pada pulau Kalimantan saat ini (Satyana, 1999). Titik hijau menunjukkan lokasi penelitian.....	30
Gambar 4.1 Bentuk lahan Lahan Bukaian Tambang (A1) yang berasosiasi dengan Bentuk lahan Dataran Bergelombang (D1) dan <i>Sump</i> (A3).....	34
Gambar 4.2 Bentuk lahan <i>Disposal</i> (A2) yang berasosiasi dengan Bentuk lahan Dataran Bergelombang (D1).....	34
Gambar 4.3 Bentuk lahan Dataran Bergelombang (D1) yang berasosiasi dengan Bentuk lahan Lahan Bukaian Tambang (A1) dan Tubuh Sungai (F2) .....	35
Gambar 4.4 Bentuk lahan Dataran Banjir (F1) yang berasosiasi dengan bentuk lahan Tubuh Sungai (F2).....	36
Gambar 4.5 Kolom stratigrafi daerah penelitian ( <i>no scale</i> ).....	37

Gambar 4.6 (A) Foto singkapan batulempung sebagai <i>overburden</i> , (B) Foto litologi batulempung, (Azimuth Foto : N 356° E).....	38
Gambar 4.7 Sayatan tipis batulempung tufaan Satuan batulempung Sinjin .....	39
Gambar 4.8 (A) Foto singkapan batupasir, (B) Foto litologi batupasir, (Azimuth Foto : N 095° E) .....	39
Gambar 4.9 Sayatan tipis batupasir Satuan batulempung Sinjin .....	40
Gambar 4.10 (A) Foto singkapan batubara, (B) Foto litologi batubara, (Azimuth Foto : N 125° E) .....	40
Gambar 4.11 Hasil analisis fosil pada litologi batulempung Sinjin menggunakan mikroskop dengan sampel lolos <i>mesh</i> 80 dan 100 ( <i>barren</i> ) .....	41
Gambar 4.12 <i>Depositional model for peat-forming (coal) environments in coastal regions</i> (Horne et al, 1978), Kotak merah menandakan lingkungan pengendapan dan litologi penciri yang ada pada daerah penelitian. 42	
Gambar 4.13 (A) Foto timbunan <i>disposal</i> , (B) Foto material <i>disposal</i> , (Azimuth Foto : N 322° E) .....	43
Gambar 4.14 (A) Foto endapan aluvial, (B) Foto material aluvial, (Azimuth Foto : N 083° E) .....	44
Gambar 4.15 (A) Foto singkapan <i>vein</i> LP 18, (B) Foto kenampakan <i>vein</i> LP 18, (Azimuth Foto : N 345° E).....	45
Gambar 4.16 Analisis Stereografis <i>Vein</i> LP 18, garis biru menunjukkan bidang <i>vein</i> (Strike N 171° E, Dip 60°) .....	45
Gambar 4.17 (A) Foto singkapan <i>vein</i> LP 19, (B) Foto kenampakan <i>vein</i> LP 19, (Azimuth Foto : N 146° E).....	46
Gambar 4.18 Analisis Stereografis <i>Vein</i> LP 19, garis hijau menunjukkan bidang <i>vein</i> (Strike N 153° E, Dip 68°) .....	46
Gambar 4.19 (A) Foto singkapan <i>cleat</i> LP 17, (B) Kenampakan <i>face cleat</i> (garis merah) dan <i>butt cleat</i> (garis biru) pada LP 17, (Azimuth foto: N 341° E).....	47
Gambar 4.20 Analisis Stereografis <i>Cleat</i> LP 17. <i>Face cleat</i> (garis merah) berorientasi relatif utara-selatan, sedangkan <i>butt cleat</i> (garis biru) berorientasi relatif barat-timur .....	48
Gambar 4.21. Blok 3D Sejarah geologi daerah penelitian.....	49

Gambar 4.22 Foto potensi positif pada area pertambangan, salah satu contoh yang terlihat yaitu kegiatan penambangan pada area izin usaha penambangan (IUP) PT. Berau Bara Abadi yang membuka banyak lowongan kerja. ....	51
Gambar 4.23 Foto potensi negatif pada area pertambangan, salah satu contoh yang terlihat didalam foto adalah genangan air asam tambang. ....	51
Gambar 5.1 Peta desain akhir <i>pit</i> dan lokasi sayatan yang dianalisis. ....	53
Gambar 5.2 Nilai <i>Peak Ground Acceleration</i> (PGA) berdasarkan koordinat lokasi penelitian pada PuSGen (2017). Lingkaran merah menunjukkan lokasi penelitian. ....	56
Gambar 5.3 Geometri lereng tunggal awal sebelum diubah. ....	58
Gambar 5.4 Hasil simulasi nilai faktor keamanan lereng tunggal terhadap kemiringan sudut lereng dengan interval 10°. ....	59
Gambar 5.5 Desain awal Lereng A-A', didapatkan $F_k = 1.176$ ....	60
Gambar 5.6 Desain awal Lereng B-B', didapatkan $F_k = 1.257$ ....	60
Gambar 5.7 Desain awal Lereng C-C', didapatkan $F_k = 1.271$ ....	61
Gambar 5.8 Desain awal Lereng D-D', didapatkan $F_k = 1.195$ ....	61
Gambar 5.9 Desain awal Lereng E-E', didapatkan $F_k = 1.258$ ....	61
Gambar 5.10 Rekomendasi geometri lereng A-A', garis merah menandakan geometri lereng sebelum diubah. ....	62
Gambar 5.11 Rekomendasi geometri lereng B-B', garis merah menandakan geometri lereng sebelum diubah. ....	63
Gambar 5.12 Rekomendasi geometri lereng C-C', garis merah menandakan geometri lereng sebelum diubah. ....	64
Gambar 5.13 Rekomendasi geometri lereng D-D', garis merah menandakan geometri lereng sebelum dirubah. ....	64
Gambar 5.14 Rekomendasi geometri lereng E-E', garis merah menandakan geometri lereng sebelum dirubah. ....	65
Gambar 5.15 Hasil analisa dinamik lereng A-A' ....	66
Gambar 5.16 Hasil analisa dinamik lereng B-B' ....	66
Gambar 5.17 Hasil analisa dinamik lereng C-C' ....	67
Gambar 5.18 Hasil analisa dinamik lereng D-D' ....	67

Gambar 5.19 Hasil analisa dinamik lereng E-E' .....	68
Gambar 5.20 Grafik perubahan nilai faktor keamanan (FK) lereng pada desain awal, desain baru, dan desain baru dengan beban seismik.....	69



## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Koordinat kavling daerah penelitian .....	4
Tabel 1.2 Rencana waktu penelitian .....	5
Tabel 2.1 Kondisi kesetimbangan dari metode irisan (Krahn, 2004 dalam Arif, 2016).....	16
Tabel 2.2 Klasifikasi Situs AASHTO,2012 dalam SNI 8460:2017.....	21
Tabel 2.3 Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (FPGA dan Fa) AASHTO, 2012 dalam SNI 8460:2017.....	21
Tabel 2.4 Nilai Faktor Keamanan Minimum dan Probabilitas Longsor Lereng Tambang (Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018). .....	23
Tabel 4.1 Hubungan antara persentase sudut lereng dan beda tinggi dalam klasifikasi relief (Van Zuidam, 1983).....	31
Tabel 4.2 Kelas lereng dengan sifat-sifat proses dan kondisi alamiah yang mungkin terjadi dan usulan warna untuk peta relief secara umum (Van Zuidam, 1985).....	32
Tabel 4.3 Pemerian satuan bentuk lahan daerah penelitian .....	37
Tabel 4.4 Data Pengukuran <i>Vein</i> LP 18 dan LP 19.....	45
Tabel 4.5 Data <i>Cleat</i> yang dijumpai pada LP 17 .....	47
Tabel 5.1 <i>Material Properties</i> Batuan Lereng Tambang Daerah Penelitian .....	55
Tabel 5.2 Klasifikasi situs tanah dan batuan (SNI 8460:2017).....	57
Tabel 5.3 Faktor amplifikasi untuk PGA dan periode 0,2 detik (Fpga dan Fa) (AASHTO, 2012; SNI 8640:2017).....	57
Tabel 5.4 Simulasi lereng tunggal dengan interval 10° kemiringan lereng tunggal. .....	59
Tabel 5.5 Rangkuman Nilai Sudut Lereng dan Nilai faktor keamanan (FK) yang didapat .....	69
Tabel 5.6 Volume material lereng sebelum dan sesudah dilakukannya perubahan geometri lereng. ....	70