

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
SARI.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
I.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
I.2. Rumusan Masalah.....	2
I.3. Tujuan Penelitian .....	2
I.4. Manfaat Penelitian .....	2
I.5. Lingkup Penelitian.....	3
I.6. Lokasi Penelitian.....	4
I.7. Peneliti Terdahulu .....	6
I.8. Keaslian Penelitian.....	7
BAB II KONDISI GEOLOGI DAERAH PENELITIAN	
II.1. Geomorfologi Daerah Penelitian.....	8
II.2. Stratigrafi Daerah Penelitian.....	9
II.3. Struktur Geologi Daerah Penelitian.....	10
BAB III TINJAUAN PUSTAKA	
III.1. Mekanika Batuan.....	12
III.1.1. <i>Intact rock</i> dan <i>rock mass</i> .....	12

III.1.2. Kriteria keruntuhan Mohr – Coulomb.....	14
III.1.3. Kriteria keruntuhan Hoek – Brown.....	17
III.1.4. Klasifikasi massa batuan .....	22
III.2. Jenis Longsoran.....	27
III.2.1. Longsoran bidang ( <i>plane failure</i> ).....	28
III.2.2. Longsoran busur ( <i>circular failure</i> ).....	29
III.3. Metode Kesetimbangan Batas .....	30
III.3.1. Metode Morgenstern – Price .....	31
III.3.2. Metode Spencer.....	33
III.4. Analisis Probabilitas.....	33
III.4.1. Analisis statistik.....	33
III.4.2. Distribusi probabilitas.....	35
III.4.3. Uji baik suai.....	39
III.4.4. Probabilitas Kelongsoran.....	42
III.5. Hipotesis .....	44
<b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN</b>	
IV.1. Tinjauan Umum.....	45
IV.2. Alat dan Bahan.....	45
IV.3. Tahapan Penelitian .....	46
IV.3.1. Tahap studi literatur .....	46
IV.3.2. Tahap pengumpulan data .....	47
IV.3.3. Tahap pengolahan data .....	50
IV.3.4. Rekomendasi .....	69
IV.3.5. Tahap pembuatan laporan.....	71
IV.4. Alur Kerja Penelitian.....	72
IV.5. Jadwal Penelitian .....	73
<b>BAB V PENGUTARAAN DATA</b>	
V.1. Rekapitulasi Hasil Uji Baik Suai.....	74
V.2. Perhitungan Nilai FK dan PK dengan <i>software Rocscience SLIDE</i>	

V 6.0.....	75
V.2.1. <i>Highwall</i> .....	75
V.2.2. <i>Lowwall</i> .....	78
V.2.3. Rekapitulasi nilai FK dan PK di tiap lereng Pit Tania Panel 2.....	82
V.3. <i>Redesign</i> pada <i>Highwall</i> Pit Tania Panel 2.....	83
<b>BAB VI PEMBAHASAN</b>	
VI.1. Pengaruh Struktur Geologi terhadap Aspek Geoteknik.....	86
VI.2. Kekuatan Batuan atau GSI ( <i>Geological Strength Index</i> ).....	88
VI.2.1. RQD ( <i>Rock Quality Designation</i> ).....	88
VI.2.2. Kondisi diskontinuitas (JCond <sub>89</sub> ).....	91
VI.3. Hasil Pengolahan Data Statistik.....	93
VI.4. Hasil Analisis Kestabilan Lereng.....	97
<b>BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
VII.1. Kesimpulan.....	98
VII.2. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....	100
LAMPIRAN.....	103

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Peta lokasi daerah penelitian Pit Tania Panel 2.....	4
<b>Gambar 1.2.</b> Area Penelitian Pit Tania Panel 2 ( <i>highwall</i> ). Kamera menghadap ke arah utara.....	5
<b>Gambar 1.3.</b> Area Penelitian Pit Tania Panel 2 ( <i>lowwall</i> ). Kamera menghadap ke arah selatan.....	6
<b>Gambar 2.1.</b> Bagian dari peta geologi lembar Sangatta, Kalimantan (Sukardi, 1995). Lokasi penelitian dapat ditunjukkan oleh kotak kecil berwarna hitam.....	9
<b>Gambar 2.2.</b> Kolom Stratigrafi Daerah Pinang. Kolom berwarna hijau menunjukkan kondisi litologi daerah penelitian (Dept. Geologi PT. Kaltim Prima Coal, dalam Prabowo, 2015).....	10
<b>Gambar 3.1.</b> Diagram kondisi <i>intact rock</i> beralih menjadi <i>heavily jointed rock mass</i> berdasarkan tipe keruntuhan Hoek – Brown (1994) .....	13
<b>Gambar 3.2.</b> Kriteria keruntuhan Mohr (1910) .....	14
<b>Gambar 3.3.</b> Grafik hubungan antara kuat geser dan tegangan normal (Wyllie, 1974) .....	16
<b>Gambar 3.4.</b> Alat uji kuat tekan <i>uniaxial</i> (Lab. M15 Geoteknik PT. Kaltim Prima Coal, 2015).....	18
<b>Gambar 3.5.</b> Ilustrasi sederhana massa batuan asli, massa batuan yang dipengaruhi peledakan, dan massa batuan yang hancur akibat proses peledakan (Hoek, 2012).....	21
<b>Gambar 3.6.</b> Perhitungan dari <i>Rock Quality Designation (RQD)</i> (Deere, 1989).....	25
<b>Gambar 3.7.</b> GSI Chart <i>jointed blocky rock masses</i> (Hoek, dan Marinos, 2000).....	27
<b>Gambar 3.8.</b> <i>Plane failure</i> (Hoek and Bray, 1981).....	29
<b>Gambar 3.9.</b> <i>Circular failure</i> (Hoek & Bray, 1981 dalam Wyllie dan Mah, 2004).....	29

<b>Gambar 3.10.</b> Gaya-gaya yang mengontrol kestabilan lereng (Wyllie, 1974).....	30
<b>Gambar 3.11.</b> Gaya yang bekerja pada bidang irisan pada Metode Morgenstern – Price (Aryal, 2006).....	32
<b>Gambar 3.12.</b> Resultan gaya antar irisan pada Metode Spencer (Aryal, 2006).....	33
<b>Gambar 3.13.</b> Konsep Probalistik Kelongsoran (Steffen, 2008).....	35
<b>Gambar 3.14.</b> Fungsi probabilitas dan konsep Probalistik Kelongsoran (Azizi, 2014).....	36
<b>Gambar 3.15.</b> Bentuk kurva distribusi normal (Baecher, 2013).....	37
<b>Gambar 3.16.</b> Bentuk kurva distribusi lognormal (Baecher, 2013).....	38
<b>Gambar 3.17.</b> Frekuensi kumulatif empirik vs teoritis.....	40
<b>Gambar 3.18.</b> Klasifikasi lereng tambang (Azizi, 2012).....	43
<b>Gambar 4.1.</b> Salah satu <i>core shed</i> titik bor F34512 pada <i>lowwall</i> yang berada pada kedalaman 38.75 m – 43.60 m (Laboratorium Geoteknik M15 PT. Kaltim Prima Coal, 2015).....	48
<b>Gambar 4.2.</b> Penampang bawah permukaan dengan skala tidak sebenarnya (Tim <i>Mine Geologist</i> PT. Kaltim Prima Coal, 2015).....	49
<b>Gambar 4.3.</b> Litologi penyusun <i>highwall</i> pada kenampakan di lapangan Pit Tania Panel 2. Kamera menghadap ke arah utara .....	51
<b>Gambar 4.4.</b> <i>Seam</i> TM yang ditunjukkan oleh garis berwarna biru muda pada kenampakan di lapangan Pit Tania Panel 2, sedangkan garis putih menunjukkan <i>soil</i> atau <i>weathered layer</i> . Kamera menghadap ke arah barat.....	51
<b>Gambar 4.5.</b> Litologi penyusun <i>lowwall</i> pada kenampakan di lapangan Pit Tania Panel 2. <i>Soil</i> dapat ditunjukkan oleh garis berwarna putih. Kamera menghadap ke arah tenggara .....	52
<b>Gambar 4.6.</b> Pembagian unit <i>overburden</i> berdasarkan <i>seam</i> TM dan <i>seam</i> U3 dengan skala tidak sebenarnya.....	53

- Gambar 4.7.** Pembagian unit *overburden* pada *highwall* dengan skala tidak sebenarnya.....54
- Gambar 4.8.** Pembagian unit *overburden* pada *lowwall* dengan skala tidak sebenarnya.....54
- Gambar 4.9.** Salah satu sample batuan yang diuji kuat tekan (UCS) pada titik bor F35304 yang berada pada kedalaman 117,40 m – 117,70 m. (Laboratorium Geoteknik M15 PT. Kaltim Prima Coal, 2015).....56
- Gambar 4.10.** Salah satu sample batuan yang diuji kuat tekan (UCS) pada titik bor F35304 yang berada pada kedalaman 111.56 m – 111.81 m. (Laboratorium Geoteknik M15 PT. Kaltim Prima Coal, 2015).....57
- Gambar 4.11.** Sampel batuan yang diuji kuat tekan (UCS) pada titik bor F35326 (kiri), dan F35304 (kanan), dimana sampel tersebut memiliki pecahan yang dipengaruhi diskontinuitas (Laboratorium Geoteknik M15 PT. Kaltim Prima Coal, 2015).....58
- Gambar 4.12.** Kurva kumulatif distribusi probabilitas (kiri) dan gambar sebelah kanan menunjukkan diagram batang densitas probabilitas (kanan) parameter *wet density* pada OB TM. ....60
- Gambar 4.13.** Kurva kumulatif distribusi probabilitas (kiri) dan gambar sebelah kanan menunjukkan diagram batang densitas probabilitas (kanan) parameter *wet density* setelah *outlier* diabaikan pada OB TM.....60
- Gambar 4.14.** Kurva kumulatif distribusi probabilitas (kiri), dan gambar sebelah kanan menunjukkan diagram batang densitas probabilitas (kanan) parameter *wet density* OB TM pada Pit Tania Panel 2.....61
- Gambar 4.15.** Kurva kumulatif distribusi probabilitas (kiri) dan gambar sebelah kanan menunjukkan diagram batang densitas probabilitas (kanan) parameter UCS OB TM pada Pit Tania Panel 2.....62
- Gambar 4.16.** Kurva kumulatif distribusi probabilitas (kiri) dan gambar sebelah kanan menunjukkan diagram batang densitas probabilitas (kanan) parameter UCS OB TM pada Pit Tania Panel 2.....63

- Gambar 4.17.** Kurva kumulatif distribusi probabilitas (kiri), dan gambar sebelah kanan menunjukkan diagram batang densitas probabilitas (kanan) parameter GSI OB TM pada Pit Tania Panel 2.....64
- Gambar 4.18.** Pembagian dua region yang dipengaruhi oleh nilai faktor ketergangguan akibat aktifitas peledakan.....66
- Gambar 4.19.** *Redesign* dilakukan dengan lebar *berm* diubah dari 15 meter (merah muda) menjadi 10 meter (hitam).....69
- Gambar 4.20.** *Redesign* dilakukan dengan lebar *berm* diubah dari 15 meter (merah muda) menjadi 10 meter (hitam), kemudian diubah menjadi 8 meter (kuning).....70
- Gambar 4.21.** *Redesign* dilakukan dengan lebar *berm* diubah dari 15 meter (merah muda) menjadi 10 meter (hitam), 8 meter (kuning) dan 7 meter (biru muda).....71
- Gambar 4.22.** Alur penelitian. Kotak berwarna merah adalah data yang diolah oleh PT. Kaltim Prima Coal, sedangkan kotak berwarna hitam adalah pengolahan yang dilakukan penulis.....72
- Gambar 5.1.** Hasil perhitungan berupa nilai FK dan PK pada sayatan S01\_HW *highwall* Pit Tania Panel 2.....76
- Gambar 5.2.** Hasil perhitungan berupa nilai FK dan PK pada sayatan S02\_HW *highwall* Pit Tania Panel 2.....77
- Gambar 5.3.** Hasil perhitungan berupa nilai FK dan PK pada sayatan S03\_HW *highwall* Pit Tania Panel 2.....78
- Gambar 5.4.** Hasil perhitungan berupa nilai FK dan PK pada *weak layer* 3 pada sayatan S01\_LW *lowwall* Pit Tania Panel 2.....79
- Gambar 5.5.** Hasil perhitungan berupa nilai FK dan PK pada *weak layer* 3 pada sayatan S02\_LW *lowwall* Pit Tania Panel 2..... 80
- Gambar 5.6.** Hasil perhitungan berupa nilai FK dan PK pada *weak layer* 2 pada sayatan S03\_LW *lowwall* Pit Tania Panel 2.....82
- Gambar 5.7.** *Redesign* Sayatan 1 HW Pit Tania Panel 2 dari lebar *berm* 15 meter (merah muda) menjadi 7 meter (biru muda) pada *software* Autocad 2009.....84

- Gambar 5.8.** *Redesign* pada *highwall* Pit Tania Panel 2 dengan lebar *berm* menjadi tujuh meter.....85
- Gambar 6.1.** *Core* batuan terdapat *natural break* yang disebabkan oleh *joint* dapat ditunjukkan dengan kotak berwarna merah muda.....89
- Gambar 6.2.** *Core* batuan terdapat *mechanical break* karena proses awal pemboran (*drilling*) ditunjukkan dengan kotak berwarna kuning.....89
- Gambar 6.3.** *Core* batuan terdapat *mechanical break* karena proses pengangkutan *corebox* dan mengalami gangguan dari luar dapat ditunjukkan dengan kotak berwarna kuning.....90
- Gambar 6.4.** *Core* batuan terdapat *mechanical break* karena proses pengambilan *core* dari *inner cup* setelah proses pemboran dapat ditunjukkan dengan kotak berwarna kuning.....91



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1.</b> Nilai konstanta $m_i$ untuk <i>intact rock</i> (Marinos dan Hoek, 2001).....	19
<b>Tabel 3.2.</b> Tabel nilai faktor ketergangguan (D) (Hoek et al, 2002).....	20
<b>Tabel 3.3.</b> Hubungan antara RQD (%) dengan kualitas batuan.....	24
<b>Tabel 3.4.</b> Kondisi diskontinuitas (JCond <sub>89</sub> ) (after Bieniawski, 1989).....	26
<b>Tabel 3.5.</b> Kesetimbangan yang diperhitungkan pada masing-masing cara (Liong, 2012).....	31
<b>Tabel 3.6.</b> Nilai kritis $D_n^\alpha$ untuk taraf nyata $\alpha$ (Tse, 2009) .....	41
<b>Tabel 3.7.</b> Ambang batas nilai FK dan PK lereng tambang terbuka (Stacey, 2009).....	43
<b>Tabel 4.1.</b> Daftar alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian.....	45
<b>Tabel 4.1.</b> (lanjutan).....	46
<b>Tabel 4.2.</b> Unit <i>overburden</i> dan <i>seam</i> batubara utama pada Pit Tania Panel 2.....	55
<b>Tabel 4.3.</b> Jadwal Penelitian.....	73
<b>Tabel 5.1.</b> Rekapitulasi parameter estimasi fungsi distribusi hasil uji baik suai pada <i>highwall</i> .....	75
<b>Tabel 5.2.</b> Rekapitulasi parameter estimasi fungsi distribusi hasil uji baik suai pada <i>lowwall</i> .....	76
<b>Tabel 5.3.</b> Nilai FK dan PK dari sayatan 1 pada <i>lowwall</i> Pit Tania Panel 2.....	78
<b>Tabel 5.4.</b> Nilai FK dan PK dari sayatan 2 pada <i>lowwall</i> Pit Tania Panel 2.....	80
<b>Tabel 5.5.</b> Nilai FK dan PK dari sayatan 3 pada <i>lowwall</i> Pit Tania Panel 2.....	81
<b>Tabel 5.6.</b> Rekapitulasi nilai FK dan PK dengan Metode Morgenstern-Price.....	83
<b>Tabel 5.7.</b> Rekapitulasi nilai FK dan PK dengan Metode Spencer.....	83

**Tabel 5.8.** Rekapitulasi hasil perhitungan nilai FK dan PK pada *highwall* setelah dilakukan *redesign* dengan lebar *berm* dipersempit secara bertahap.....84

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (Data Geoteknik: Hasil Uji Densitas).....	104
LAMPIRAN B (Data Geoteknik: Hasil Uji Kuat Tekan Bebas).....	117
LAMPIRAN C (Data Geoteknik: Hasil Perhitungan Nilai GSI).....	146
LAMPIRAN D (Nilai Input Fungsi Distribusi Probabilitas).....	175
LAMPIRAN E (Hasil Uji Baik Suai: <i>Wet Density</i> ).....	190
LAMPIRAN F (Hasil Uji Baik Suai: UCS).....	207
LAMPIRAN G (Hasil Uji Baik Suai: GSI).....	217
LAMPIRAN H (Peta Daerah Penelitian).....	229
LAMPIRAN I (Penampang Sayatan Lereng dari <i>software</i> Minex V.6.2).....	234
LAMPIRAN J (Masing-Masing Sayatan Setelah Diolah di Draftsight).....	237