

**ANALISIS KESTABILAN LERENG *HIGH WALL*  
BERDASARKAN NILAI FAKTOR KEAMANAN DENGAN  
METODE *BISHOP SIMPLIFIED* PADA *PIT S12GN PT.*  
KITADIN EMBALUT *SITE*, KECAMATAN TENGGARONG  
SEBERANG, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA,  
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR  
(*Analysis Of Slope Stability High wall Based On Safety Factor Value With  
Bishop Simplified Method At Pit S12GN PT. Kitadin Embalut Site,  
Tenggarong Seberang Subdistrict, Kutai Kartanegara Regency, East  
Kalimantan Province*)**

Sony Mahardika, Shalaho Dina Devy, Hamzah Umar  
*Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda  
sony.mahardika@gmail.com*

**Abstrak**

PT. Kitadin Embalut *Site* merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan dengan sistem tambang terbuka, salah satu kegiatannya adalah pembentukan lereng. Analisis kestabilan lereng menggunakan Metode Bishop yang disederhanakan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan  $\geq 1,3$ . Saat ini nilai faktor keamanan (FK) merupakan indikator pada penentuan lereng menjadi stabil. Faktor keamanan dianggap sebagai parameter dari nilai rata-rata yang mewakili karakteristik tersebut. Di sisi lain secara aktual parameter tersebut memiliki variasi nilai dengan karakteristik yang berbeda. Parameter yang digunakan dalam analisis kestabilan lereng adalah sifat fisik dan mekanik batuan yang berupa bobot isi ( $\gamma$ ), kohesi ( $c$ ) dan sudut geser dalam ( $\phi$ ). Berdasarkan analisis pada desain awal yang dibagi menjadi beberapa *section* dari *section A-A' – H-H'*. Dari seluruh *section*, hanya *section F-F'* yang memiliki nilai FK tidak aman, sedangkan *section* lainnya dinyatakan aman. Sehingga untuk mengoptimalkan agar memperoleh nilai FK yang aman diperlukan redesain geometri berdasarkan hasil analisis pada *soft clay material* dan *original material*. *Soft clay material* dengan rekomendasi tinggi 5 m, *single slope* 20° dan *overall slope* 8° (dalam kondisi kering). Jika *soft clay material* dalam kondisi jenuh ada tambahan *counter berm* di elevasi -10 msl dengan panjang 15 m, tinggi 5 m, dan *single slope* 20°. Untuk *Original material* dengan rekomendasi tinggi 10 m, *single slope* 60°, *berm* 5 m dan *safety berm* 15 m di elevasi -40 msl. Setelah dilakukan redesain geometri lereng pada *section A-A'* sampai *section H-H'* didapatkan nilai FK yang optimal.

**Kata Kunci:** Analisis Kestabilan Lereng, Faktor Keamanan, Geometri Lereng, Metode Bishop Disederhanakan, *Counterberm*.

**Abstract**

PT. Kitadin Embalut *Site* is one company that engaged mining in East Kalimantan who using open pit method system and one of mining activities is slope forming. Slope stability analysis is committed by Bishop Simplified with purpose to find safety factor value  $\geq 1.3$ . Nowadays, safety factor (SF) is indicator to determine slope stability. SF is recognized as average score that represent that character. Beside the parameter has score variance with different characteristic. Parameters which is use for the analysis are physical characteristics and mechanical characteristics of rock such as density ( $\gamma$ ), cohesion ( $c$ ) and friction angle ( $\phi$ ). Based on the analysis in the early design is divided into several sections of *section A-A' – H-H'*. Of the entire section, only the *section F-F'* that have the value of SF unsafe, while the other section is declared safe. Hence, to optimalized it geometry redesign should be conducted based on analysis of soft clay material and original material. Soft clay material with recommended height 5 m, berm 30 m, single slope 20° and overall slope 8° (in dry condition). If soft clay material in wet condition have addition counterberm in elevation -10 msl with length 15 m, height 5 m and single slope 20°. For original material with recommended height 10 m, single slope 20°, berm 5 m and safety berm 15 m in elevation -40 msl. After redesigning the slope geometry on all *section A-A'* to *section H-H'* obtained the optimal SF value.

**Keyword:** Slope Stability Analysis, Safety Factor, Slope Geometry, Bishop Simplified Method, *Counterberm*.

**PENDAHULUAN**

Penambangan merupakan suatu rangkaian kegiatan mulai dari kegiatan penyelidikan bahan galian sampai dengan pemasaran bahan galian. Penambangan bahan galian dengan sistem terbuka dilakukan dengan cara membuat suatu lubang bukaan di permukaan hingga elevasi tertentu yang bertujuan untuk mengambil bahan galian berupa mineral atau batubara. Sebagian perusahaan melakukan upaya untuk meningkatkan jumlah cadangan batubara yang akan ditambang, salah satunya dengan melakukan pendalaman penggalian. Bukaan tersebut akan dibiarkan tetap terbuka selama pengambilan mineral atau batubara masih berlangsung. Semakin dalam tambang terbuka tersebut dilakukan penggalian, maka kestabilan lerengnya akan semakin rendah.

Kestabilan lereng sangat erat kaitannya dengan longsor atau gerakan tanah yang merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Pergerakan tanah ini terjadi karena perubahan keseimbangan daya dukung tanah dan akan berhenti setelah mencapai keseimbangan baru. Longsor umumnya terjadi jika tanah sudah tidak mampu menahan berat lapisan tanah di atasnya karena ada penambahan beban pada permukaan lereng dan berkurangnya daya ikat antara butiran tanah relief.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan nilai faktor keamanan dari lereng *highwall* hasil redesain pada *Pit S12GN* PT. Kitadin Embalut *Site*, merekomendasikan desain geometri jenjang penambangan dengan memperhatikan nilai faktor keamanan yang stabil

Penelitian dilakukan di PT. Kitadin Embalut *Site*, Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Secara geografis terletak di antara 0° 18' 00.0" Lintang Selatan – 0° 22' 30.0" Lintang Selatan dan 117° 5' 00.0" Bujur Timur – 117° 7' 49.9" Bujur Timur, dengan luas area konsesi pertambangan 2.973,6 Ha.

**Sifat Fisik Dan Mekanik Batuan**

Kemantapan suatu lereng tergantung pada sifat-sifat pada batuan penyusunnya yang terdiri atas sifat fisik dan mekanik. Sifat fisik batuan antara lain bobot isi (density), porositas dan kandungan air. Sedangkan sifat mekanik batuan yang mempengaruhi antara lain kuat tekan (UCS), kuat tarik, dan kuat geser (kohesi dan sudut geser dalam material) (Rai, 2013).

**Kriteria Keruntuhan Mohr-Coulomb**

Kriteria keruntuhan batuan ditentukan berdasarkan hasil-hasil percobaan atau eksperimentasi. Oleh karena itu didefinisikan

kriteria Mohr – Coulomb sebagai berikut (E. Hoek dkk, 2002) :

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \dots \dots \dots (1)$$

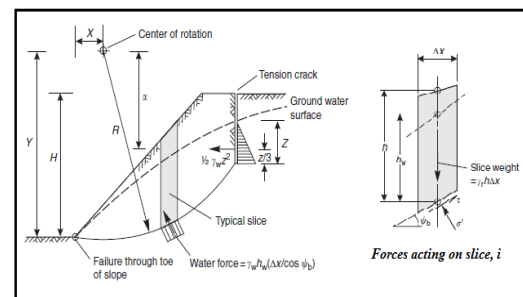
dengan :  $\tau$  = tegangan geser  
 $c$  = kohesi  
 $\sigma$  = tegangan normal  
 $\phi$  = sudut geser dalam

**Longsor Busur**

Longsor busur terjadi sepanjang bidang lurus yang berbentuk busur disebut longsor busur. Longsor busur paling sering terjadi di alam, terutama pada batuan yang lunak (tanah). Pada batuan yang keras longsor busur hanya dapat terjadi jika batuan tersebut sudah mengalami pelapukan dan mempunyai bidang-bidang lemah (rekahan) yang sangat rapat dan tidak lagi dikenali kedudukannya. Longsor busur akan terjadi bila partikel individu pada suatu massa batuan sangat kecil dan tidak saling mengikat. Oleh karena itu batuan yang telah lapuk, ikatan antar butirnya relatif lemah dan cenderung mempunyai sifat seperti tanah (Wyllie dan Mah, 2004).

**Metode Bhisop disederhanakan**

Metode Bishop adalah Metode yang diperkenalkan oleh A.W. Metode Bishop dipakai untuk menganalisis permukaan gelincir (*slip surface*) yang berbentuk lingkaran. Metode ini menganggap bahwa gaya-gaya yang bekerja pada irisan mempunyai resultan nol pada arah vertikal (Rajagukguk dkk, 2014).



**Gambar 1** Metode Bishop Disederhanakan (Wyllie dan Mah, 2004)

Faktor Keamanan (FK) ditentukan dengan persamaan berikut :

$$FK = \frac{\sum X / (1 + Y / FS)}{\sum Z + Q} \dots \dots \dots (2)$$

dengan :

$$X = [c + (\gamma r \cdot h - \gamma w \cdot hw) \tan \phi] (\Delta x / \cos \psi b)$$

$$Y = \tan \psi b \cdot \tan \phi$$

$$Z = \gamma r \cdot h \Delta x \sin \psi b$$

$$Q = \frac{1}{2} \gamma w z^2 (z/R)$$

**Ketidakpastian Longsoran**

Ketidakpastian longsoran diakibatkan adanya variabilitas acak dari aspek yang dianalisis atau ketidaktahuan terhadap aspek tersebut (Steffen dkk, 2008).

**Tabel 1** Sumber-sumber ketidakpastian dalam lereng

Aspek Lereng	Sumber Ketidakpastian
Geometri	Topografi, Geologi/Struktur, Muka airtanah (MAT)
Karakteristik	Kuat Geser, Deformasi, Konduktivitas hidrolik
Beban (Gaya Pengganggu)	Tegangan insitu, peledakan, gempa bumi
Prediksi Kelongsoran	Reliabilitas model

**METODE PENELITIAN**

**Tahapan Penelitian**

Pada penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan antara lain adalah tahapan pendahuluan, tahapan pengumpulan data, tahapan pengolahan data dan tahapan analisis hasil.

**Tahapan Pendahuluan**

Tahapan pendahuluan yang dilakukan antara lain adalah:

- a. Studi Literatur  
Tahapan dalam pengumpulan sumber-sumber acuan referensi tentang rumusan masalah yang dipilih yang didapat dari buku, jurnal ilmiah, dan lain-lain. Tujuannya adalah untuk mempelajari literatur. Selain itu dilakukan pendalaman terhadap kondisi geologi tempat penelitian dengan menggunakan Peta Geologi Regional.
- b. Observasi Lapangan  
Observasi lapangan dilakukan untuk mengenal medan dan kondisi dari daerah penelitian dan untuk mengetahui keadaan geologi secara umum agar dapat menentukan langkah-langkah selanjutnya.

**Tahapan Pengumpulan Data**

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang benar-benar akurat, *relevan* dan berguna dalam menyelesaikan dari permasalahan yang ada. Data yang diperoleh adalah:

- a. Data Sekunder  
Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung, yang dalam hal ini di dapat dari pengujian dan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan perusahaan.  
Data tersebut adalah:
  - Uji sifat fisik dan mekanik material pada *Pit S12GN*
  - Litologi daerah penelitian
  - Desain final *Pit S12GN*
  - Data muka airtanah / *piezometer*

**Tahapan Pengolahan Data**

Adapun tahap pengolahan data yang dilakukan adalah:

- a. Dilakukan pembagian terhadap beberapa *section* pada area *Pit S12GN*
- b. Dilakukan perhitungan nilai faktor keamanan pada *design final Pit S12GN* dengan metode *Bishop Simplified* pada program *Slide* versi 6.0 *Rocscience*
- c. Dilakukan redesain terhadap geometri jenjang penambangan pada area *Pit S12GN*
- d. Dilakukan kembali perhitungan nilai faktor keamanan dari geometri jenjang penambangan dengan desain yang berbeda

**Analisis Hasil**

Berdasarkan kegiatan pengolahan data yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil berupa:

- a. Nilai faktor keamanan dari hasil redesain pada geometri jenjang penambangan di area *Pit S12GN*
- b. Merekomendasikan desain dari geometri jenjang penambangan dengan memperhatikan nilai faktor keamanan yang aman dan stabil

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Geologi Lokal daerah Penelitian**

Lokasi penelitian dilakukan di PT. Kitadin Embalut *Site* yang berada pada blok MKT. Kondisi geologi pada daerah penelitian merupakan hal yang paling utama dilakukan pada penelitian ini. Di tinjau dari kedudukannya, blok MKT berada di timur laut dari IUP PT. Kitadin Embalut *Site* dan berada pada formasi Balikpapan. Berdasarkan studi literatur dan juga penyelidikan atau *survey* di lapangan, maka satuan batuan daerah penyelidikan adalah satuan perselingan batupasir, batulempung dan batulempung lanauan.

Daerah penelitian memiliki karakteristik batubara yang *multiseam* dengan ketebalan rata-rata 0.75–4.18 meter dan berada pada area sinklin

Tenggarong yang membelah wilayah perluasan dari arah utara ke selatan dengan arah N 10°E.

**Lithologi Daerah Penelitian**

Berdasarkan data bor milik PT. Kitadin Embalut Site, untuk litologi daerah penelitian terdiri dari beberapa jenis batuan penyusun suatu lereng, antara lain adalah *sandstone, sandy siltstone, silty sandstone, clayey siltstone, claystone, silty claystone, carbonaceous siltstone, carbonaceous claystone* dan *siltstone*. Sedangkan untuk tingkat pelapukannya (*degree of weathering*) batuan di lokasi penelitian beragam, mulai dari *high weathered, moderately weathered* hingga *slightly weathered*.

**Penyebaran Batubara**

Berdasarkan data model sebaran dan penampang *section* pada lokasi penelitian, maka pada daerah penelitian diketahui terdapat 6 *seam* batubara, antara lain adalah *seam 11, seam 12, seam 13, seam 14, seam 15L, dan seam 15*.

Hasil pengamatan data pemboran dan pengamatan di lapangan *seam 11, 12, 13, 14, 15L dan 15* memiliki *strike ± N 205° E* dengan tingkat kemiringan sedang, yaitu dengan *dip* berturut-turut 21°, 22°, 20°, 20°, 15° 16°.

Berdasarkan hasil analisa dan penaksiran data pemboran eksplorasi, dapat diketahui bahwa terjadi percabangan pada *seam 15* yaitu menjadi *seam 15L dan seam 15*

**Tabel 2** Tebal rata-rata batubara pada *Pit S12GN*

No	Seam	Ketebalan		Tebal rata-rata (m)
		Maximum (m)	Minimum (m)	
1	11	1,69	1,12	1,405
2	12	4,55	3,81	4,18
3	13	2,17	1,95	2,06
4	14	0,78	0,72	0,75
5	15L	2,12	0,87	1,495
6	15	1,68	1,03	1,355

**Sifat Fisik dan Mekanik**

Untuk sifat fisik dan mekanik, pengujian sampel materialnya dibedakan, yaitu antara material lunak (*soft clay material*) dan material *original basement*. Dari beberapa jenis material tersebut, memiliki sifat fisik yang berupa bobot isi batuan dan sifat mekaniknya berupa kohesi dan sudut geser dalam.

Sifat fisik dan mekanik merupakan parameter-parameter yang diperlukan dalam analisis kestabilan lereng batuan. Pada penelitian ini nilai sifat fisik dan mekanik batuan diperoleh

dari hasil pengujian laboratorium geoteknik milik PT. Kitadin Embalut Site. Berikut ini merupakan nilai dari bobot isi, kohesi, dan sudut geser dalam dari material-material yang ada pada *Pit S12GN*.

**Tabel 2** Nilai parameter sifat fisik dan mekanik

Pit	Material Grouping Zone	Symbol	Unit Weight	Shear Strength Parameter	
			(kN/m3)	Cohesion	Friction Angle
				(kN/m2)	(Deg)
S12GN (MKT)	Soil Material	SO	20,01	38,25	26,17
	Soft Clay Material	SF	14,71	2,00	8,90
	Overburden	OB	22,12	237,76	36,54
	Coal Seam 15	C 15	13,24	150,00	40,00
	Interburden 15 C 15L	IB 15 C 15L	21,51	229,39	45,18
	Coal Seam 15L	C 15L	13,24	150,00	40,00
	Interburden 15L C 14	IB 15L C 14	19,63	383,11	38,01
	Coal Seam 14	C 14	13,24	150,00	40,00
	Interburden 14 C 13	IB 14 C 13	19,84	226,53	34,08
	Coal Seam 13	C 13	16,90	112,37	32,60
	Interburden 13 C 12	IB 13 C 12	17,68	252,09	29,57
	Coal Seam 12	C 12	13,34	148,64	39,79
	Interburden 12 C 11	IB 12 C 11	20,66	130,07	21,29
	Coal Seam 11	C 11	13,34	148,64	40,00
Underburden	UB	22,14	157,13	26,59	

(Sumber : Laboratorium Geoteknik PT. Kitadin)

**Pengamatan Muka Airtanah**

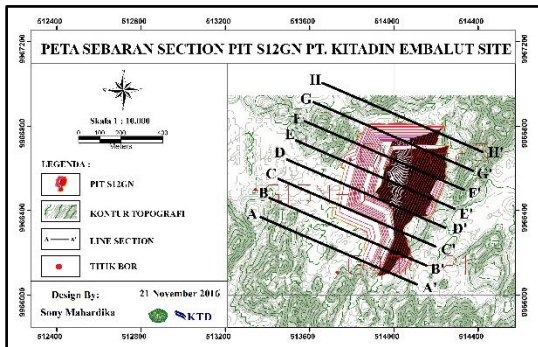
Kondisi airtanah diperoleh dari pengamatan secara langsung dari pengukuran sumur *piezometer* pada daerah penelitian. Airtanah ini sangat mempengaruhi kemantapan suatu lereng karena airtanah memiliki tekanan yang biasa dikenal dengan tekanan air pori. Tekanan air pori dapat menimbulkan gaya angkat yang menyebabkan menurunkan kekuatan geser antar batuan sehingga akan sangat berpengaruh terhadap suatu kelongsoran.

Penelitian ini menggunakan data *piezometer* (Pz-37 dan Pz-59), data aktual bulan Agustus 2016 dengan rata-rata muka airtanah pada level 11.415 msl.

**Analisis Kestabilan Lereng**

Seperti pada gambar 5 di bawah ini, analisis kestabilan lereng dilakukan pada *Pit S12GN*

dengan pembagian 8 section yaitu section A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', F-F', G-G' dan H-H'.



Gambar 5 Sebaran Section Pit S12GN

**Kestabilan Desain Awal**

Dengan melihat kondisi aman dari suatu lereng yaitu dengan nilai faktor keamanan sebesar  $\geq 1.3$  maka dari beberapa section yang memiliki nilai faktor keamanan  $< 1.3$  (tidak aman) harus segera dilakukan redesain sampai kondisi lereng benar-benar dikatakan aman dan stabil.

Tabel 4 Analisis Desain Awal Pada Soft Clay Material

Pit	Material	Section	Dimensi		FK	Ket
			Tinggi (m)	Overall Slope (°)		
S12GN	Soft Clay	A-A'	11,035	30	0,456	Tidak Aman
		B-B'	10,3	30	0,581	Tidak Aman
		C-C'	7,361	50	0,384	Tidak Aman
		D-D'	9,146	30	0,536	Tidak Aman

Tabel 5 Analisis Desain Awal Pada Original Material

Pit	Material	Section	Dimensi		FK	Ket
			Tinggi (m)	Overall Slope (°)		
S12GN	Original	A-A'	25,423	27	3,333	Aman
		B-B'	35,141	21	2,617	Aman
		C-C'	48	27	2,345	Aman
		D-D'	70	35	1,573	Aman
		E-E'	92,126	27	1,350	Aman
		F-F'	101,90	31	1,231	Tidak Aman
		G-G'	56,198	22	2,129	Aman
		H-H'	27,809	18	3,758	Aman

**Analisis Redesain**

Setelah dilakukan penentuan rekomendasi hasil analisis kestabilan lereng tunggal pada area soft clay material, overburden dan interburden, maka langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis kestabilan lereng keseluruhan (overall slope) pada masing-masing section untuk didapatkan desain geometri lereng yang stabil dengan nilai faktor keamanan minimum  $\geq 1.3$ .

**Redesain Soft Clay Material (Kering)**

Redesain untuk soft clay material dalam kondisi kering adalah dengan cara jenzang penambangannya dimulai dari topografi sampai dengan elevasi -5 msl, dengan menggunakan tinggi 5 m, single slope sebesar 20°, berm 30 m dan overall slope sebesar 8°. Selebihnya dapat dilihat pada tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6 Hasil redesain Pada Soft Clay Material (Kering)

Pit	Material	Section	Dimensi		FK	Ket
			Tinggi (m)	Overall Slope (°)		
S12GN	Soft Clay	A-A'	15,103	8	1,489	Aman
		B-B'	15,303	8	1,524	Aman
		C-C'	15,145	8	1,498	Aman
		D-D'	14,863	8	1,559	Aman

**Redesain Soft Clay Material (Jenuh)**

Sedangkan redesain untuk soft clay material dalam kondisi jenuh geometri jenzang penambangannya sama seperti geometri soft clay material dalam kondisi kering, hanya saja ada tambah tanggul atau counter berm pada elevasi 0 msl dengan menggunakan tinggi 5 m, panjang 15 m dan single slope sebesar 20°. Selebihnya dapat dilihat pada tabel 7 dibawah ini.

Tabel 7 Hasil redesain Pada Soft Clay Material (Jenuh)

Pit	Material	Section	Dimensi		FK	Ket
			Tinggi (m)	Overall Slope (°)		
S12GN	Soft Clay	A-A'	15,103	8	1,312	Aman
		B-B'	15,303	8	1,390	Aman
		C-C'	15,145	8	1,366	Aman
		D-D'	14,863	8	1,405	Aman

**Redesain Original Material**

Redesain pada area original material rekomendasi geometri jenzang penambangannya dimulai dari topografi sampai dengan elevasi -5 msl, dengan menggunakan tinggi 5 m, single

slope sebesar 50° dan berm 5 m. Selanjutnya dari elevasi -5 msl sampai dengan jenjang penambangan paling bawah, geometri jenjang penambangannya menggunakan tinggi 10 m, single slope sebesar 60°, berm 5 m dan tambahan safety berm 15 m pada elevasi -40 msl. °. Selbihnya dapat dilihat pada tabel 8 di bawah ini.

**Tabel 8** Hasil Redesain *Original Material*

Pit	Material	Section	Dimensi		FK	Ket
			Tinggi (m)	Overall Slope (°)		
S12GN	Original	A-A'	24,991	29	2,652	Aman
		B-B'	27,382	28	2,345	Aman
		C-C'	35,18	32	2,427	Aman
		D-D'	65,205	35	1,646	Aman
		E-E'	91,673	31	1,323	Aman
		F-F'	94,818	30	1,307	Aman
		G-G'	63,645	37	1,550	Aman
		H-H'	32,115	33	2,859	Aman

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT. Kitadin Embalut Site pada area Pit S12GN diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil redesain pada pembagian 8 section, mulai dari A-A' sampai H-H' yang terdapat pada lereng high wall, untuk soft clay material dalam kondisi kering didapatkan nilai faktor keamanannya adalah section A-A' sebesar 1,489, section B-B' sebesar 1,524, section C-C' sebesar 1,498 dan section D-D' sebesar 1,559. Sedangkan soft clay material dalam kondisi jenuh dengan tambahan counterberm didapatkan nilai faktor keamanannya adalah section A-A' sebesar 1,312, section B-B' sebesar 1,390, section C-C' sebesar 1,366 dan section D-D' sebesar 1,405. Pada area original material didapatkan nilai faktor keamanannya adalah section A-A' sebesar 2,652, section B-B' sebesar 2,345, section C-C' sebesar 2,427, section D-D' sebesar 1.646, section E-E' sebesar 1,323, section F-F' sebesar 1,307, section G-G' sebesar 1,550 dan section H-H' sebesar 2,859.
2. Untuk rekomendasi geometri jenjang penambangan dengan nilai faktor keamanan yang aman dan stabil, untuk soft clay material dalam kondisi kering adalah dengan cara jenjang penambangannya dimulai dari topografi sampai dengan elevasi

-5 msl, dengan menggunakan tinggi 5 m, single slope sebesar 20 °, berm 30 m dan overall slope sebesar 8°. Sedangkan untuk soft clay material dalam kondisi jenuh geometri jenjang penambangannya sama seperti geometri soft clay material dalam kondisi kering, hanya saja ada tambahan tanggul atau counterberm pada elevasi 0 msl dengan menggunakan tinggi 5 m, panjang 15 m dan single slope sebesar 20°. Pada area original material rekomendasi geometri jenjang penambangannya dimulai dari topografi sampai dengan elevasi -5 msl, dengan menggunakan tinggi 5 m, single slope sebesar 50° dan berm 5 m. Selanjutnya dari elevasi -5 msl sampai dengan jenjang penambangan paling bawah, geometri jenjang penambangannya menggunakan tinggi 10 m, single slope sebesar 60°, berm 5 m dan tambahan safety berm 15 m pada elevasi -40 msl.

**SARAN**

1. Perlu dilakukan pengecekan data bor atau pit sampling untuk mengecek wipe material di floor seam 11
2. Jika nanti dilakukan penelitian lebih lanjut, diharapkan dilakukan dengan menggunakan metode yang berbeda seperti metode Morgenstern-Price ataupun metode Elemen Hingga, sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai bahan perbandingan pada penelitian sebelumnya

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Ucapan terima kasih ini sudah selayaknya dan patut diberikan kepada Bapak Hendra selaku pembimbing lapangan dan Supervisor Geoteknik PT. Kitadin Embalut Site atas ilmu, saran dan waktu yang telah diberikan kepada penulis selama penelitian ini berlangsung sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan aman, nyaman dan dapat diselesaikan sesuai dengan waktu yang telah ditentukan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Arief, S., 2008, "Analisis Kestabilan Lereng", INCO Soroako

Azizi, M. A., dan Handayani, H. E., 2011, Karakteristik Parameter Masukan Untuk Analisis Kestabilan Lereng Tunggal, Prosiding Seminar Nasional Avoer-3, Palembang

- Balfas, M. D., 2014, *Panduan Tugas Akhir; Skripsi dan Praktik Kerja Lapangan*. Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman. Samarinda
- E. Hoek., C. Carranza-Tores., dan B. Corkum., 2002, *Hoek-Brown Failure Criterion-2002 Edition*, Proc.NARMS-TAC Conference, Toronto.
- Herdian, A., Azizi, M. A., Nugroho, B, 2007, *Kajian Rancangan Lereng Rencana Tambang Batubara Muara Tiga Besar Selatan di PT. Tambang Bukit Asam*, Prosiding Temu Profesi Tahunan PERHAPI 2005-2008, Jakarta.
- Price, D. G., 2009, *Engineering geologi : Principles and Practice*, Springer-Verlag. Berlin Heidelberg.
- Rai, M. A., Kramadibrata, S., dan Wattimena, R.K., 2013, *Mekanika Batuan*, Laboratorium Geomekanika dan Peralatan Tambang-ITB, Bandung.
- Rajagukguk, O. C. P., Turangan, A. E., dan Monintja, S., 2014, *Analisis Kestabilan Lereng Metode Bishop*, Jurnal Sipil Statik Fakultas Teknik Sipil Sam Ratulangi, Vol.2 No.3
- Steffen, O. K. H., Contreras, L. F., Terbrugge, P. J., Venter, J., 2008, *A Risk Evaluation Approach for Pit Slope Design*, 42nd US Rock Mechanics Symposium and 2nd US-Canada Rock Mecanics Symposium, San Francisco
- Supriatna, S. Sukardi, E. Rustandi, 1995, *Peta Geologi Lembar Samarinda*, Kalimantan, Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Wesley, L. D., 1977, "*Mekanika Tanah*", Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Wyllie, D. C., dan Mah, C. W., *Rock Slope Engineering Civil and Mining*, 2004, Institute of Mining and Metallurgy and E. Hoek & J.W Bray 2 Park Square, Milton, Oxon.