

# KAJIAN PENGGUNAAN BUNDWALL UNTUK KESETABILAN LERENG DISPOSAL KUTAI BARAT KALIMANTAN TIMUR

Ferry ardinata<sup>1</sup>, Alpiana<sup>2</sup>, Bedy Fara Aga Matrani<sup>3</sup>

Program Studi DIII Teknologi Pertambangan, Universitas Muhammadiyah Mataram

[ferryardinata40@gmail.com](mailto:ferryardinata40@gmail.com)

---

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 26-08-2019

Disetujui: 05-11-2019

### Kata Kunci:

Penyondiran  
Lereng Tunggal  
Lereng Keseluruhan  
Faktor keamanan

## ABSTRAK

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia (DAS, 1994). Dalam penelitian ini metode yang digunakan terdiri dari 3 (tiga) tahap yaitu, pra lapangan, lapangan, dan pasca lapangan. Tahap pra lapangan meliputi pengumpulan data studi literatur dan interpretasi data sekunder. Tahap lapangan meliputi penyondiran dan sampel tanah. Tahap pasca lapangan meliputi analisis laboratorium. Untuk melakukan analisis di atas menunjukkan bahwa pada jenjang dengan tinggi 5 m dan 10 m dan sudut lereng 60°, 65°, 70°, dan 75° pada kondisi setengah jenuh mempunyai faktor keamanan terkecil 2.030 dan faktor keamanan terbesar 8.176. Diketahui bahwa lereng dalam kondisi setengah jenuh maupun kering dalam keadaan aman dengan nilai faktor keamanan setengah jenuh 1.565 dan yang kering 1.975 apabila lereng mempunyai tinggi 5 m dan sudut 35°. Dapat dilihat bahwa tinggi jenjang dan sudut lereng mempengaruhi kestabilan lereng. Lereng dengan tinggi jenjang 5 dan 10 m pada sudut 60°, 65°, 70°, dan 75° dalam kondisi aman semua. Dapat disimpulkan juga bahwa semakin tinggi lereng tunggal dan semakin besar sudut lereng yang digunakan maka nilai faktor keamanan semakin kecil.

### Abstract:

*Slope is a plane at the ground surface that connects higher ground surface with lower ground level. Slopes can be formed naturally and can also be made by humans. (DAS, 1994). In this study the method used consisted of 3 (three) stages, namely, pre-field, field and post-field. The pre-field stage includes the collection of literature study data and the interpretation of secondary data. The field stage includes soil sampling and sampling. The post-field stage includes laboratory analysis. To do slope stability analysis, SLIDE 6.0 is used. Based on the results of the slope stability analysis above, it can be seen that at the level of 5 meters and 10 meters high and the slope angle of 60°, 65°, 70° and 75° at half saturated condition has the lowest safety factor of 2,030 and the biggest safety factor of 8,176. It is known that the slope is in a condition of half-saturated or dry in a safe condition with a safety factor value of half-saturated 1,565 and a dry one of 1,975 when the slope has a height of 5 meters and an angle of 35°. It can be seen that the level of height and the angle of the slope affect the stability of the slope. Slopes with a height of 5 and 10 meters at an angle of 60°, 65°, 70° and 75° in all safe conditions. It can also be concluded that the higher the single slope and the greater the slope angle used, the smaller the value of the safety factor.*

---

## A. LATAR BELAKANG

PT. Borneo Olah Sarana Sukses. Tbk (PT. BOSS) adalah induk perusahaan pertambangan batubara yang melakukan kegiatan penambangan di daerah Kecamatan muara pahu desa dasaq Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Seluruh infrastruktur pendukung operasional penambangan seperti jalan angkut batubara, perkantoran, perbengkelan, pelabuhan khusus batubara, dan lainnya berada di daerah Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Sebelum melakukan

penambangan, perlu dilakukan kajian geoteknik untuk mendukung rancangan desain yang sudah ada. Kajian geoteknik dilakukan untuk memperkirakan model lereng yang akan diterapkan agar lereng yang terbentuk nantinya aman dan tidak menimbulkan bahaya. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dijadikan sebagai pertimbangan dalam pembuatan lereng nantinya dengan maksud untuk mengatasi kendala – kendala yang kemungkinan akan muncul pada saat oprasi penambangan berlangsung [1].

Batubara merupakan bahan galian yang bersifat ekonomis, sehingga diminati oleh investor asing maupun dalam negeri. Usaha pertambangan batubara mempunyai prospek sebagai sektor andalan pengganti migas dalam membangun prekonomian di provinsi Kalimantan Timur dimasa mendatang. Di Indonesia kebanyakan perusahaan tambang batubara menggunakan sistem tambang terbuka. Tambang terbuka merupakan salah satu sistem penambangan yang dilakukan diatas atau relatif dekat dengan permukaan bumi. Suatu kenyataan pula bahwa usaha pertambangan telah berhasil meningkatkan kesejahteraan manusia dengan menyediakan bahan baku untuk industri, energi, dan Pada dasarnya perencanaan tambang terbuka memerlukan perhitungan yang matang agar tercipta tambang yang aman serta ekonomis. Untuk terciptanya tambang yang aman, dalam tahap perencanaan perlu didukung dengan data-data yang berkaitan dengan geoteknik, seperti besaran dimensi lereng / jenjang baik pada lokasi *pit* maupun timbunan, sistem pemberaian tanah, uji kekuatan mekanik tanah dan lain – lain [2].

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian terapan (*applied research*) yaitu suatu kegiatan yang sistematis dan logis dalam rangka menemukan sesuatu yang baru atau aplikasi baru dari penelitian-penelitian yang telah pernah dilakukan selama ini. Berbeda dengan penelitian murni, penelitian terapan lebih menekankan pada penerapan ilmu, aplikasi ilmu, ataupun penggunaan ilmu untuk dan dalam masyarakat, ataupun untuk keperluan tertentu.

### 1. Tahapan Penelitian

Dalam tahapan lapangan kegiatan yang dilakukan terdiri dari kegiatan yaitu pra lapangan, tahapan lapangan, pasaca lapangan.

#### a. Pra Lapangan

- Studi literatur

Studi literatur dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian dengan tujuan untuk mendapatkan referensi yang akan membantu dan menunjang pelaksanaan penelitian serta memahami materi – materi yang akan diterapkan dalam penelitian. Dari data studi literatur akan diperoleh data sekunder dan laporan terdahulu.

- Interpretasi.

Interpretasi dilakukan pada, peta topografi dan peta rencana penambangan. Interpretasi peta topografi digunakan untuk mengetahui kondisi topografi di lapangan, sedangkan peta rencana penambangan untuk mengetahui rencana penambangan yang akan di gunakan di daerah penelitian.

### 2. Tahapan Lapangan

#### a. Sondir tanah

Tes sondir tanah dilaksanakan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya

persatuan luas. Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan luas.

#### b. Sampel Tanah

Suatu sampel yang di dapatkan dari kegiatan penyondiran dan sampel tersebut akan di bawa ke laboratorium untuk di analisis.

## 3. Paska Lapangan

Pada tahap pasca lapangan kegiatan yang dilakukan antara lain analisa laboratorium, dan pengolahan data.

#### a. Analisis Laboratorium

Analisis Laboratorium merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk menentukan uji sifat fisik dan sifat mekanika tanah. Adapun pengujian laboratorium yang dilakukan meliputi kadar air, bobot isi basah, berat jenis, bobot isi kering, bobot isi jenuh, porositas, angka pori (void ratio) dan deg kejenuhan,

a. Kadar Air  $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

b. Bobot isi kering  $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

c. Bobot isi basah  $\gamma_b = \frac{W}{V}$

d. Bobot isi jenuh  $\gamma = \frac{\gamma_w (G_s - e)}{1 + e}$

e. Berat jenis  $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$

f. Derajat kejenuhan  $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$

g. Porositas (n)  $n = \frac{V_v}{V}$

h. Void ratio (e)  $e = \frac{V_v}{V_s}$

Dimana:

W = berat tanah total (gr)

W<sub>w</sub> = berat air (gr)

W<sub>s</sub> = berat butir padat (gr)

y<sub>w</sub> = berat vol air

G<sub>s</sub> = berat jenis tanah

y<sub>s</sub> = berat volume butiran

V = volume tanah total (cm<sup>3</sup>)

V<sub>a</sub> = volume udara (cm<sup>3</sup>)

V<sub>w</sub> = volume air (cm<sup>3</sup>)

V<sub>s</sub> = volume butiran padat (cm<sup>3</sup>)

V<sub>v</sub> = volume rongga pori (cm<sup>3</sup>)

- Prosedur pengujian sifat fisik Tanah meliputi:

- Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan merupakan tegangan yang terjadi pada sampel batuan dan sampel tersebut keruntuhan (*failure*) akibat pembebanan. Uji kuat tekan dapat ditentukan melalui rumus.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana:

$\sigma$  = Uji kuat tekan

F = Gaya yang bekerja pada sampel batuan pada saat terjadi kerruntuhan

A = Luas penampang sampelbatuan yang diuji.

Adapun prosedur pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

Sampel diletakkan pada alat uji kuat tekan uniaksial, memasang *dialgauge* untuk pembacaan setiap gesernya, atur kedudukan jarum penunjuk besaran gaya yang bekerja pada kedudukan awal, hidupkan mesin dengan kedudukan piston pada kondisi belum bekerja , gerakkan gagang ke arah atas (up), putar pada posisi yang tepat, untuk mengatur kecepatan pembebanan, setelah sampel menyentuh plat atas, atur dial gauge pada kedudukan nol. amati proses pembebanan dan akukan pencatatan pergerakan deformasi lateral pada dua "*dial gauge*" oleh dua orang, secara terus menerus amati proses pembebanan setelah jarum hitam pembaca gaya bergerak kembali ke kedudukan nol, jarum merah adalah jejak pembebanan maksimum pada saat sampel mengalami keruntuhan, dengan demikian pengujian telah selesai dan kembalikan kedudukan gagang ke arah netral.

#### • Uji Kuat Geser

Uji kuat geser bertujuan untuk mendapatkan harga nilai kohesi ( $c$ ) dan sudut gesek dalam ( $\phi$ ), baik puncak (peak) maupun sisa (residual). Dari uji kuat geser dapat diperoleh tegangan geser sisa ( $\tau$ ) dan tegangan normal ( $\pi$ ). Tegangan geser sisa ( $\tau$ ) dapat dihitung dengan rumus.

$$\tau = \frac{Sr}{A} \text{ dengan } Sr = \frac{Sr^1 + Sr^n}{2}$$

dimana:

$\tau$  = Tegangan geser sisa

A = Luas bidang geser  $\sigma$

$Sr^1$  = Harga gaya geser selama penggeseran maju

$Sr^n$  = Harga gaya geser selama penggeseran mundur

Sedangkan tegangan geser normal ( $\pi$ ) dapat dihitung dengan rumus.

$$\pi = \frac{Fn}{A}$$

dimana:

$\pi$  = Tegangan normal

Fn = Gaya normal

A = Luas bidang geser

Adapun prosedur pengujian kuat geser adalah sebagai berikut:

- Sampel tanah yang berbentuk silinder dipotong bagian tengahnya dengan cara dipukul, selanjutnya diletakkan kembali dan diikat dengan benang.
- Sampel tersebut dicetak pada ring (alat cetak tanah)
- Cetakan sampel tanah pada ring yang sudah di cetak diletakkan pada alat "*shear box*"
- "*Dial gauge*" dipasang untuk mengukur perpindahan pada arah pergeseran.
- Gaya normal diberikan dengan pompa hidrolik.

f) Gaya geser diberikan dengan pompa hidrolik sehingga sampel mengalami perpindahan geser. Gaya geser ini dihentikan setelah perpindahan geser mencapai kurang lebih  $\frac{1}{2}$  diameter geser.

g) Penggeseran dilakukan kembali pada arah mundur (berbalik arah) hingga perpindahan geser mencapai harga nol.

#### b. Pengolahan Data

Hasil analisa laboratorium dijadikan sebagai parameter dalam pembuatan lereng, dimana analisa tersebut digunakan sebagai properties. Data yang digunakan antara lain, bobot isi kering (Wd), bobot isi jenuh ( $\gamma_s$ ), hasil kohesi ( $c$ ), dan sudut geser dalam *Friction Angle* ( $^\circ$ ).

#### c. Analisis Stabilitas lereng

Setelah dilakukan penyelidikan lapangan dan pengujian laboratorium, maka data yang diperoleh menjadi masukan (input data) dalam analisis stabilitas lereng. Dalam penelitian ini analisis dilakukan berdasarkan konsep kesetimbangan batas dengan menggunakan Program *software Slide 6.0* dalam model 2 dimensi.

Mengacu pada MCS (2018), langkah – langkah yang dilakukan dalam analisis dengan perogram *software slide 6.0* sebagai berikut.

Pengaturan analisis dengan memasukkan model permodelan, metode analisis, statistik, dan lain – lain.

- Penggambaran model geometri lereng dengan *Add External Boundary*.
- Pengaturan bidang gelincir dengan *Auto Grid* pada kolom *surface*
- Pengaturan sifat material dengan memasukkan parameter tipe material, berat volume, model tegangan geser, kohesi dan sudut gesek dalam.
- Analisis data dilakukan dengan *running* data melalui *Slide Compute*
- Pengaturan penampilan keluaran hasil SLIDE 6.0 melalui *Interpet*.

#### d. Nilai Faktor Keamanan

Penentuan nilai faktor keamanan merupakan tahapan terakhir dalam rancangan geometri lereng dimana nilai faktor keamanan dari tiap-tiap lereng yang aman nantinya akan digunakan untuk penentuan dan rekomendasi lereng. Perhitungan analisis kestabilan lereng menggunakan bantuan program Slide 6.0 dari *Rocsience*. Perhitungan dilakukan untuk lereng tunggal dan lereng keseluruhan. Sebagai pedoman lereng aman adalah; untuk lereng tunggal  $FK \geq 1,20$  dan lereng keseluruhan  $FK \geq 1,30$  (Canmet, 1979).

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji laboratorium diketahui bahwa parameter-parameter yang digunakan untuk menentukan pemodelan geoteknik memiliki nilai yang berbeda-beda. Dilihat pada Tabel 2 di bawah diperoleh, Bobot isi kering  $kN/m^3$  terkecil yaitu  $10.918 kN/m^3$  yang

dijumpai pada clay b dan terbesar yaitu 16.1809 kN/m<sup>3</sup> yang dijumpai pada *Mixing undistrib*. Untuk nilai Sudut gesek dalam (°) terkecil yaitu 24.80° dijumpai pada Clay a dan terbesar yaitu 54.91° dijumpai pada Clay c. Untuk nilai *Cohesi* kN/m<sup>2</sup> terkecil yaitu 35.6307 kN/m<sup>2</sup> dijumpai pada Sand dan terbesar yaitu 76.8187 kN/m<sup>2</sup> dijumpai pada Clay c. Dan untuk nilai Bobot isi jenuh, kN/m<sup>3</sup> terkecil yaitu 13.2175 kN/m<sup>3</sup> dijumpai pada Sand dan terbesar yaitu 20.6189 kN/m<sup>3</sup> dijumpai pada *Mixing undistrib*. Dari nilai-nilai parameter tersebut dapat diketahui bahwa Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial memiliki nilai Bobot isi kering Kn/m<sup>3</sup>, Sudut gesek dalam (°), *Cohesi* kN/m<sup>2</sup>, dan Bobot isi jenuh, kN/m<sup>3</sup> berbeda beda.

### 1. Pemodelan Geoteknik

Dalam pemodelan geoteknik yang dilakukan pertama kali yaitu membuat geometri lereng. Geometri lereng yang dibuat memiliki tinggi jenjang dan sudut lereng yang berbeda-beda. Geometri yang dibuat yaitu untuk lereng tunggal dan lereng disposal. Geometri lereng yang sudah dibuat selanjutnya akan di tentukan nilai faktor keamanan. Tabel 1 berikut menunjukkan tinggi dan sudut lereng yang digunakan dalam simulasi untuk menentukan faktor keamanan lereng tunggal dan lereng disposal pada Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial.

**TABEL 1.**

Tinggi dan sudut lereng yang digunakan dalam simulasi lereng tunggal dan lereng disposal

No	Lereng	Tinggi (m)	Sudut lereng (°)			
1	Tunggal ( <i>Single Slope</i> )	5	60			
			65			
			70			
			75			
			60			
		10	65			
			70			
			75			
			2	Lereng keseluruhan ( <i>Overall Slope</i> )	5	35

Hasil penyondiran dan pengujian sifat fisik dan mekanik tanah sangat diperlukan dalam pemodelan geoteknik. Hasil dari pengujian sifat fisik dan mekanik tersebut akan dijadikan data masukan dalam menentukan analisis stabilitas lereng. Data masukan yang digunakan meliputi Bobot isi kering kN/m<sup>3</sup> Sudut gesek dalam (°), Bobot isi jenuh kN/m<sup>3</sup>, dan *Cohesi* kN/ m<sup>2</sup>. Tabel 2 berikut menunjukkan parameter yang digunakan dalam menentukan pemodelan geoteknik.

**TABEL 2.**

Parameter yang digunakan dalam menentukan pemodelan geoteknik

No	Material	Parameter			
		Bobot isi kering kN/m <sup>3</sup>	Bobot isi jenuh kN/m <sup>3</sup>	Kohesi kN/ m <sup>2</sup>	Sudut gesek dalam (°)
1	<i>Clay a</i>	14.252 2	15.8213	43.4761	24.80
2	<i>Sand</i>	12.487	13.2175	35.630 7	46.92
3	<i>Clay b</i>	10.918	16.3116	45.764 3	47.84
4	<i>Clay c</i>	14.1542	19.809 3	76.8187	54.91
5	<i>Mixing undistrib b</i>	16.180 9	20.618 9	37.265 2	54.29

#### a. Analisis Stabilitas Lereng Tunggal (*Single Slope*)

Analisis kemantapan lereng tunggal bertujuan untuk mengetahui faktor keamanan dari lereng tunggal. Pemodelan lereng tunggal diaplikasikan pada setiap litologi. Pemodelan lereng divariasikan berdasarkan tinggi dan sudut yang berbeda-beda. Dalam pemodelan lereng tunggal juga diasumsikan. Tabel 3 berikut merupakan hasil analisis pada lereng tunggal.

**TABEL 3.**

Analisis lereng tunggal pada kondisi setengah jenuh

Tinggi jenjang	Material	Sudut			
		60°	65°	70°	75°
5	Clay a Sand Clay b Clay c Mixing undistrib Clay a Sand Clay b Clay c Mixing undistrib	Faktor keamanan			
		4.098	3.933	3.734	3.586
		4.703	4.476	3.425	3.992
		6.110	5.883	5.580	5.414
		8.167	7.804	7.350	7.003
		4.407	4.174	3.940	7.003
		2.323	2.253	2.141	2.030
		2.900	2.791	2.626	2.462
		3.601	3.629	3.420	3.222
		4.815	4.692	4.421	4.166
10	Mixing undistrib	2.932	2.752	2.591	2.432

Hasil dari Tabel 3 lereng tunggal setengah jenuh diatas menjelaskan bahwa setiap sudut mempunyai nilai faktor keamanan yang berbeda beda, dan semua lereng dalam keadaan aman.

**TABEL 4.**  
Analisis lereng tunggal pada kondisi kering

Tinggi jenjang	Material	Sudut			
		60°	65°	70°	75°
Faktor keamanan					
5	Clay a	4.111	3.939	3.761	3.586
	Sand	4.703	4.476	4.218	3.992
	Clay b	6.352	6.306	5.710	5.414
	Clay c	8.215	7.807	7.386	7.003
	Mixing undistrib	4.407	4.174	3.940	3.690
10	Clay a	2.389	2.268	2.141	2.030
	Sand	2.961	2.796	2.626	2.462
	Clay b	3.830	3.631	3.420	3.222
	Clay c	4.951	4.695	4.421	4.166
	Mixing undistrib	2.939	2.758	2.591	2.432

Hasil dari Tabel 4 lereng tunggal kondisi kering diatas menjelaskan bahwa setiap sudut mempunyai nilai faktor kermanan yang berbeda beda, dan semua lereng dalam keadaan aman.

**TABEL 5.**

Analisis lereng keseluruhan untuk lereng disposal setengah jenuh

T m	Material	Bobot isi kering N/m <sup>3</sup>	Sudut gesek dalam (°)	Cohesi kN/ m <sup>2</sup>	Sudut 35° FK
5	Lereng keseluruhan	49.76545	23.37736	3.418	1.565

Keterangan:

T: tinggi jenjang

FK: faktor keamanan

Hasil dari Tabel 5 analisis lereng keseluruhan untuk lereng disposal setengah jenuh di atas. Dimana pada tinggi jenjang 5m dengan sudut 35° mempunyai nilai FK yaitu 1.565.

**TABEL 6.**

Analisis lereng keseluruhan untuk lereng disposal kering

Tm	Material	Bobot isi kering kN/m <sup>3</sup>	Sudut gesek dalam (°)	Cohesion kN/ m <sup>2</sup>	Sudut 35° FK
5	Lereng keseluruhan	49.76545	23.37736	3.418	1.975

Keterangan:

T: tinggi jenjang

FK: faktor keamanan

Hasil dari Tabel 6 lereng keseluruhan untuk lereng disposal kering di atas. Dimana pada tinggi jenjang 5m dengan sudut 35° mempunyai nilai FK yaitu 1.975.

Kriteria faktor keamanan (FK) yang digunakan dalam pemodelan lereng tunggal ini mengacu pada

Canmet (1979), dimana FK harus  $\geq 1,200$ . Artinya apabila FK hasil analisis dari lereng tunggal  $\geq 1,200$  maka lereng dianggap aman. Sedangkan apabila hasil analisis menghasilkan FK  $< 1,200$  maka lereng dianggap tidak aman.

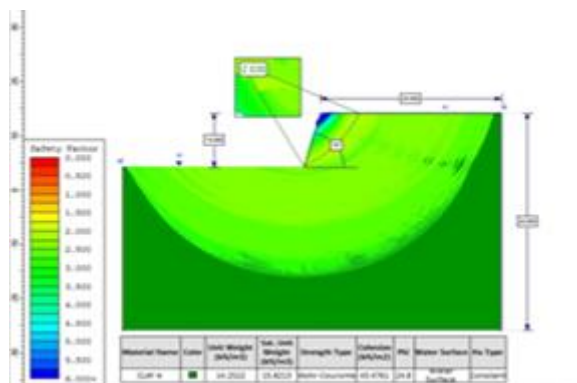
Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng diatas dapat diketahui bahwa pada jenjang dengan tinggi 5 meter dan 10 meter dan sudut lereng 60°, 65°, 70°, dan 75° pada kondisi setengah jenuh mempunyai faktor keamanan terkecil 2.030 dan faktor keamanan terbesar 8.176. Faktor keamanan terkecil dijumpai pada Clay a dengan sudut 75°, sedangkan faktor keamanan terbesar dijumpai pada Clay c dengan sudut 60°. Dari hasil analisis kesetabilan lereng juga dapat diketahui bahwa pada lereng tunggal dengan litologi Clay a dan clay c tinggi jenjang 5 meter mempunyai faktor keamanan terkecil 3.586 di jumpai pada clay a dan terbesar 8.176 di jumpai pada clay c. Nilai tersebut menunjukkan bahwa lereng tunggal dalam kondisi aman karena mempunyai faktor keamanan lebih dari 1,200.

Pada kondisi kering, jenjang dengan tinggi 5 meter dan 10 meter dan sudut lereng 60°, 65°, 70°, dan 75° mempunyai faktor keamanan terkecil 2.030 dan faktor keamanan terbesar 8.215. Faktor keamanan terkecil dijumpai pada Clay a dengan sudut 75°, sedangkan faktor keamanan terbesar dijumpai pada Clay c dengan sudut 60°. Dari hasil analisis kesetabilan lereng juga dapat diketahui bahwa pada litologi Clay a dengan tinggi jenjang 10 meter pada lereng tunggal mempunyai faktor keamanan terkecil 2.030 dan terbesar 4.951 pada clay c. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa lereng tunggal berada dalam kondisi aman. Parameter untuk analisis kesetabilan lereng yang diperoleh dari hasil uji laboratorium berpengaruh terhadap nilai faktor keamanan lereng tunggal. Parameter yang mempengaruhi stabilitas lereng tunggal antara lain nilai Dari Tabel 3, 4, 5 dan 6 diatas dapat dilihat bahwa lereng dalam kondisi setengah jenuh mempunyai nilai faktor keamanan lebih kecil dibandingkan dengan kondisi kering. Hal tersebut disebabkan karena kenaikan derajat kejenuhan menyebabkan meningkatnya massa tanah. Dengan meningkatnya massa tanah maka kuat geser tanah menurun hingga terjadi pergerakan pada tanah. Ini membuktikan bahwa dengan peningkatan derajat kejenuhan dapat mengakibatkan penurunan faktor keamanan lereng tunggal.

Dari Tabel 3, 4, 5 dan 6 dapat dilihat juga bahwa tinggi jenjang dan sudut lereng mempengaruhi kestabilan lereng. Lereng dengan tinggi jenjang 20 dan 25 meter pada sudut 60°, 65°, 70°, dan 75° dalam kondisi aman dan tidak aman. Dapat disimpulkan juga bahwa semakin tinggi lereng tunggal dan semakin besar sudut lereng yang digunakan maka nilai faktor keamanan semakin kecil. Sebaliknya semakin rendah lereng tunggal dan semakin kecil sudut lereng yang digunakan maka semakin besar nilai faktor keamanan lereng. Gambar 1 di bawah merupakan hasil analisis stabilitas lereng tunggal



pada kondisi setengah jenuh dengan litologi Clay a tinggi jenjang 10 m, sudut lereng  $60^\circ$  dengan nilai faktor keamanan 2.030.



**Gambar 1.** Analisis stabilitas lereng tunggal pada kondisi setengah jenuh dengan litologi Clay a, tinggi jenjang 10 m, dan sudut lereng  $60^\circ$

#### b. Analisis Kesetabilan Lereng keseluruhan (*Overall Slop*) disposal

Analisis kemantapan lereng keseluruhan (*Overall Slope*) disposal bertujuan untuk mengetahui tingkat keamanan dari lereng disposal dengan melakukan pemodelan dengan tinggikan sudut lereng tertentu. Hasil akhir dari analisis ini yaitu untuk mengetahui lereng yang aman dengan tinggi dan sudut lereng tertentu. Dalam menentukan lereng disposal juga dilakukan pemodelan seperti menentukan tinggi dan sudut lereng. Lereng disposal memiliki jenis litologi lebih sedikit dibandingkan dengan lereng tunggal yang banyak memiliki litologi. Acuan tinggi dan sudut lereng disposal yang digunakan dalam pemodelan yaitu tinggi 35 meter dengan sudut  $29^\circ$  dan. Tabel 7 berikut merupakan hasil analisis pada lereng keseluruhan (*Overall Slope*) disposal.

**TABEL 7.**

Hasil analisis lereng keseluruhan (*Overall Slope*) tinggi lereng 5m sudut  $35^\circ$  dalam keadaan kering dan setengah jenuh.

No	Kondisi lereng	Tinggi	Sudut lereng	F K
1	Kering	5 meter	$35^\circ$	1.975
2	Setengah jenuh		$35^\circ$	1.565

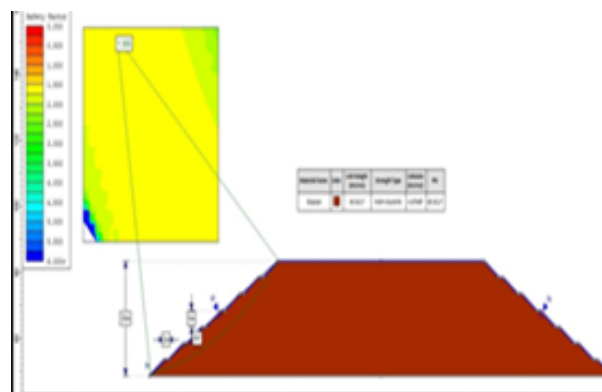
Keterangan:

FK: faktor keamanan

Kriteria FK (Faktor Keamanan) yang digunakan dalam pemodelan lereng keseluruhan ini mengacu pada Canmet (1979), dimana FK harus  $\geq 1,300$ . Artinya apabila FK hasil analisis dari lereng tunggal  $\geq 1,300$  maka lereng dianggap aman. Sedangkan apabila hasil analisis menghasilkan FK  $< 1,300$  maka lereng dianggap tidak aman.

Dari hasil analisis stabilitas lereng dalam kondisi setengah jenuh, dan kering seperti ditunjukkan pada Tabel 7 dapat diketahui bahwa pada lereng disposal dengan tinggi 5 meter dan sudut  $35^\circ$  memiliki nilai faktor keamanan yang berbeda dimana nilai faktor keamanan setengah jenuh 1.565 dan faktor keamanan lereng

disposal yang kering lebih besar dari yang setengah jenuh yaitu 1.975. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa lereng dalam kondisi aman baik yang setengah jenuh maupun kering. Dari hasil analisis juga dapat dilihat bahwa lereng dalam kondisi setengah jenuh nilai faktor keamanannya lebih kecil dibandingkan dengan kondisi kering. Hal tersebut disebabkan karena kenaikan derajat kejenuhan menyebabkan meningkatnya massa tanah. Dengan meningkatnya massa tanah maka kuat geser tanah menurun hingga terjadi pergerakan pada tanah. Ini membuktikan bahwa dengan peningkatan derajat kejenuhan dapat mengakibatkan penurunan faktor keamanan lereng disposal. Berdasarkan hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar sudut lereng yang digunakan maka nilai faktor keamanan juga semakin tidak aman, sebaliknya semakin kecil sudut yang digunakan maka nilai faktor keamanan lereng semakin aman. Setelah melakukan analisis stabilitas lereng disposal maka dapat diketahui bahwa lereng dalam kondisi setengah jenuh maupun kering dalam keadaan aman dengan nilai faktor keamanan setengah jenuh 1.565 dan yang kering 1.975 apabila lereng mempunyai tinggi 5 meter dan sudut  $35^\circ$ . Gambar 5.2 berikut merupakan hasil analisis stabilitas lereng keseluruhan (*Overall Slope*) disposal pada kondisi setengah jenuh dengan tinggi lereng 5m, sudut lereng  $35^\circ$  dan nilai faktor keamanan 1.565.



**Gambar 2.** Analisis stabilitas lereng keseluruhan (*Overall Slope*) disposal setengah jenuh, tinggi lereng 5 m dan sudut  $35^\circ$

#### D. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis stabilitas lereng di atas dapat diketahui bahwa pada jenjang dengan tinggi 5 meter dan 10 meter dan sudut lereng  $60^\circ$ ,  $65^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $75^\circ$  pada kondisi setengah jenuh mempunyai faktor keamanan terkecil 2.030 dan faktor keamanan terbesar 8.176. Diketahui bahwa lereng dalam kondisi setengah jenuh maupun kering dalam keadaan aman dengan nilai faktor keamanan setengah jenuh 1.565 dan yang kering 1.975 apabila lereng mempunyai tinggi 5 meter dan sudut  $35^\circ$ . dapat dilihat bahwa tinggi jenjang dan sudut lereng mempengaruhi kestabilan lereng. Lereng dengan tinggi jenjang 5 dan 10 meter pada sudut  $60^\circ$ ,  $65^\circ$ ,  $70^\circ$ , dan  $75^\circ$  dalam kondisi aman semua. Dapat disimpulkan juga

bahwa semakin tinggi lereng tunggal dan semakin besar sudut lereng yang digunakan maka nilai faktor keamanan semakin kecil.

#### DAFTAR RUJUKAN

- [1] Bowles, Joseph E., Hainim Johan K., 1991. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*, Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, Jakarta,
- [2] Das, Bradja M., Endah Noor., 1994. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*, Jilid 2. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- [3] Anderson, M.G., Richard K.S., 1987. *Slope Stability, Geotechnical Engineering and Geomorphology*, John Wiley and Sons.
- [4] MCS, 2018, *Informasi Umum PT. Borneo Olah Sarana Sukses. Tbk (PT. BOSS)*, CV. Mineral & Coal Studio, Yogyakarta.
- [5] Mardan. 2013. *Disposal STP Section. Sorowako. PT. Vale Indonesia, Tbk.*
- [6] Hardiyatmo, H.C., 2010b, *Analisis dan Perancangan Pondasi Bagian II*, Gadjra Mada University press, Yogyakarta.
- [7] N. Suwarna dan T. Apandi, 1994; *Peta Geologi Lembar Longiram skala 1: 250.000, Kalimantan*, PPPG, Bandung.