

ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA TAMBANG KUARI TANAH LIAT MLIWANG TIMUR PT. SEMEN INDONESIA (PERSERO) TBK KABUPATEN TUBAN PROVINSI JAWA TIMUR

*Heda Vebriani*¹, *Dr. R Andy Erwin Wijaya*², *Bayurohman Pangacella Putra*³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi
Nasional Yogyakarta

Jl. Babarsari, Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 5521, Telp (0274) 485390
Email : [1vebrianiheda@gmail.com](mailto:vebrianiheda@gmail.com), [2andy_stnas@yahoo.com](mailto:andy_stnas@yahoo.com), bayurohman@stnas.ac.id

Abstrak

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara yang bergerak dalam bidang produksi semen maupun bahan baku semen. Dalam bidang pertambangan yang sedang beroperasi salah satunya adalah tanah liat, tanah liat terdiri dari dua lokasi yaitu tanah liat Tlogowau dan tanah liat Mliwang. Pada tanah liat Mliwang menggunakan sistem tambang terbuka (surface mining) dengan penambangan kuari. Material pada lokasi penelitian adalah tanah sehingga longsoran yang terjadi adalah longsoran busur, kondisi muka air tanah diasumsikan kering dan jenuh, metode yang dipakai adalah metode Kesetimbangan Batas dengan keruntuhan Mohr_Coulomb, dengan metode yang dipakai adalah Bishop Simplified. Permodelan yang digunakan adalah dengan menggunakan analisis balik dengan mencari $F_k > 1$ untuk mendapatkan nilai sifat fisik dan mekanik tanah. Alat gali yang digunakan adalah backhoe excavator PC-300, getaran dan beban dari aktivitas alat berat bekerja pada lereng tidak diperhitungkan, elevasi dasar kuari adalah berada pada elevasi 0 mdpl. Lereng dianggap stabil atau aman jika memiliki $F_k > 1,3$. Berdasarkan hasil analisis kestabilan menggunakan software Slide Nilai Faktor keamanan pada lereng penambangan menurut analisis menggunakan Software Slide pada lereng actual lereng 1 = 1,768 2 = 2,733 3 = 2,837 4 = 2,942 dan 5 = 1,860 dan lereng total 1,061. Pada lereng rekomendasi dengan tinggi 2 meter, lebar 2 meter dan kemiringan 35 mendapatkan $F_k > 1,306$ maka termasuk kriteria aman $F_k > 1,3$.

Kata kunci: analisis, faktor keamanan, kestabilan lereng

Abstract

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk is a State-Owned Enterprise that is engaged in the production of cement and cement raw materials. In the mining sector which is operating one of them is clay, clay consists of two locations namely Tlogowau clay and Mliwang clay. On clay Mliwang uses a surface mining system with quarry mining. The material at the research site is the soil so that the avalanche that occurs is an avalanche, the groundwater condition is assumed to be dry and saturated, the method used is the Boundary Equilibrium method with the collapse of Mohr_Coulomb, with the method used is Bishop Simplified. The modeling used is to use a back analysis by finding $F_k > 1$ to concentrate the physical and mechanical properties of the soil. The digging device used is PC-300 backhoe excavator, vibration and load from heavy equipment activities working on slopes are not taken into account, the elevation of the quarry base is at an elevation of 0 masl. Slopes are considered stable or safe if you have $F_k > 1.3$. Based on the results of the stability analysis using the Slide software, the value of the safety factor on the mining slope according to the analysis using the Slide Software on the actual slope 1 = 1.768, slope 2 = 2.733, slope 3 = 2.837, slope 4 = 2.942 and slope 5 = 1.860 and the overall slope 1.061. On the recommendation slopes with a height of 2 meters, width of 2 meters and slope 35 get $F_k > 1,306$, including the safe criteria of $F_k > 1.3$.

Keywords: analysis, safety factors, slope stability

1. PENDAHULUAN

PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak dalam bidang produksi semen maupun bahan baku semen. Bidang pertambangan yang sedang beroperasi adalah penambangan batu gamping dan tanah liat. Tanah liat merupakan salah satu bahan baku yang sangat dibutuhkan banyak jumlahnya. Saat ini lokasi penambangan tanah liat berdiri dari dua lokasi, yaitu Tanah Liat Tlogowaru dan Tanah Liat Mliwang, yang dikelola oleh PT. United Tractors Semen Gresik yang merupakan anak perusahaan dari PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk.

Penambangan tanah liat menggunakan sistem tambang terbuka dengan metode penambangan kuari dengan pola penambangan berjenjang. Sebelum kegiatan penambangan dimulai terlebih dahulu dilakukan kegiatan pembersihan lahan dengan menggunakan bulldozer, untuk selanjutnya dilakukan penggalian tanah liat dengan menggunakan alat gali ripper. Tanah liat tersebut kemudian dimuat dengan menggunakan alay muat back hoe ke dump truck dan diangkut menuju stockpile (*Clay storage*). Dalam merancang suatu tambang terbuka dilakukan suatu analisis terhadap kestabilan lereng yang terjadi karena proses penimbunan maupun penggalian sehingga dapat memberikan kontribusi rancangan yang aman dan ekonomis. Untuk menganalisis kestabilan lereng, dibutuhkan data-data untuk mengetahui kondisi dari lereng tersebut. Data-data yang akan diambil dilapangan tergantung dari metode yang akan digunakan dalam menganalisis kestabilan suatu lereng. Metode yang dapat digunakan adalah metode Kesetimbangan Batas. Pada metode ini, perhitungan analisis kestabilan lereng hanya menggunakan kondisi kesetimbangan static dan mengabaikan adanya hubungan tegangan-regangan pada lereng. Asumsi lainnya, yaitu geometri dari bentuk bidang runtuh, harus diketahui dan ditentukan terlebih dahulu. Dengan data hasil analisis menggunakan metode Kesetimbangan Batas dengan *Software Slide*.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian langsung dilapangan dengan melakukan pengecekan lapangan agar bisa menentukan lokasi mana yang akan diteliti. Data yang diambil diantaranya data primer dan data sekunder, pada data primer yaitu geometri lereng dengan data yang diambil tinggi lereng, kemiringan lereng dan berm lereng. Kegiatan ini menggunakan alat meteran dan kompas. Litologi lereng dengan melihat material penyusun lereng dan kedalaman tiap lapisan. Pada data sekunder terdapat peta kesampaian daerah, peta topografi, data curah hujan, kondisi air tanah dan sifat mekanik fisik batuan. Kemudian menganalisis awal dengan pemilihan metode, metode yang digunakan adalah metode Kesetimbangan Batas, aplikasi yang digunakan dalam menganalisis software Slide v.5, analisis kestabilan lereng, analisis balik untuk mendapatkan FK 1,3 pada parameter kohesi dan sudut geser dalam, kemudian permodelan lereng dan penginputan data tunggal dan keseluruhan apabila kurang dari 1,3 maka rekomendasi geometri lereng jika lebih dari 1,3 maka lereng aman.

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1 Lokasi Lapangan

Penelitian dilakukan pada lereng bekas penambangan Kuari Tanah Liat Mliwang Timur. Pada koordinat X: 600721, Y: 9245347 – X': 600750, Y': 9245338 pada elevasi 25 mdpl sampai 18mdpl. Penelitian dilapangan bertujuan untuk mengukur tinggi, berm lereng dan kemiringan lereng. Menggunakan alat kompas geologi dan meteran. Pada lereng yang akan diteliti hanya terdapat material lempung atau tidak ada material lain dalam penusunnya. Pada lereng yang sudah ditambang, terutama bagian atas, ditanam tanaman klampis, karena akar pada tanaman dapat mencegah terjadinya longsor pada lereng dibawahnya.

3.2 Jenis Material Lereng

Pada lereng yang akan diteliti hanya terdapat material lempung atau tidak ada material lain dalam penyusunannya. Pada lereng yang sudah ditambang, terutama bagian atas, ditanami tanaman Klampis, karena akar pada tanaman dapat mencegah terjadinya longsor pada lereng dibawahnya.

3.3 Kondisi Lereng Tambang

Area lereng yang akan diteliti adalah area salah satu dari lereng yang telah diproduksi dimana lokasi lereng tersebut terdapat Blok Mliwang Barat dan Blok Mliwang Timur. Dalam proses penambangan pembongkaran pada lerengnya harus mengetahui tingkat kestabilannya agar tidak terjadi kelongsoran.

Pada penambangan tanah liat Mliwang, dibuat parit disekeliling daerah penambangan, yang bermaksud untuk membuat tanah menjadi tidak jenuh dan dapat menampung air agar sewaktu musim kemarau tanaman yang dilereng dapat hidup. Kemudian pada penambangan tanah liat Mliwang Timur dibuat *Pond* atau (Torjan) penampungan air agar sewaktu hujan air hujan mengalir dari elevasi tinggi ke rendah, sehingga dapat mengurangi banjir disekitar penambangan tanah liat.

3.4 Analisis Balik terhadap Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Tanah Liat

Kondisi tanah dilokasi penambangan yang didominasi oleh lapisan tanah liat akan tetapi tidak menutup kemungkinan untuk mempunyai sifat fisik dan mekanik yang berbeda pada lapisan dan kedalaman yang lainnya. Hal tersebut akan sangat berpengaruh pada perbedaan kuat geser pada kekuatan tanah untuk menahan longsor pada tiap kedalaman lereng.

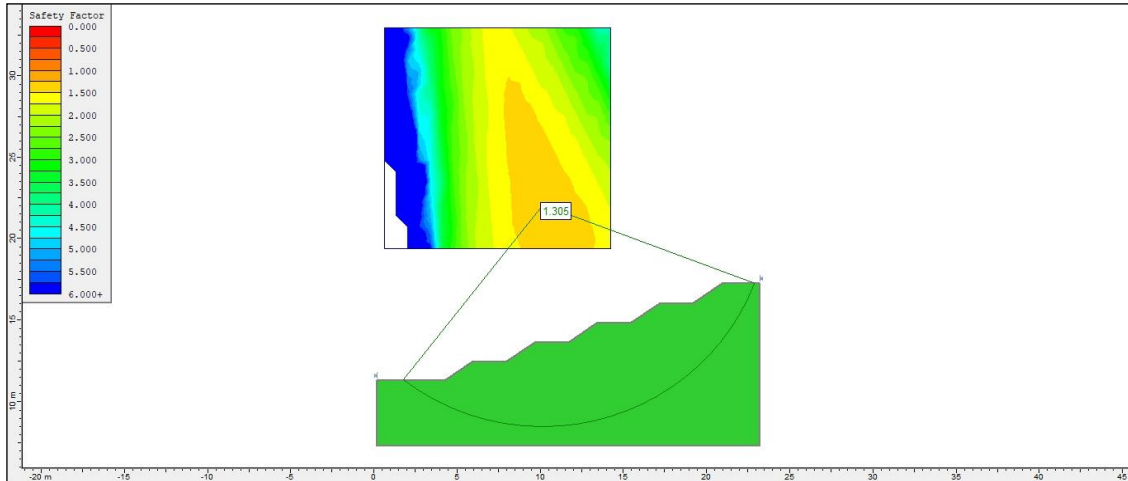
Penggunaan sifat fisik yaitu bobot isi serta sifat mekanik yaitu kohesi dan sudut geser dalam untuk menganalisis kestabilan lereng harus selektif sesuai kondisi lereng yang akan dianalisis. Analisis lereng menggunakan kondisi lereng, karena curah hujan didaerah penelitian yang sangat rendah.

Berdasarkan data sekunder data tersebut diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan laboratorium Mekanika Tanah, Departemen Teknik Sipil, Institut Teknologi Bandung. (Sumber : Desain Tambang Mliwang-PT.Semen Indonesia (Persero).Tbk. 2003), Hasil pengujian tertetera pada tabel 1. Analisis balik digunakan dengan cara simulasi nilai simulasi nilai kohesi dan sudut geser dalam (trial and error) sampai mendapatkan nilai faktor keamanan (FK) < 1,3.

Tabel 1 Pengujian Tanah Liat Mliwang Hasil Analisis Balik

| | Aktual | Analisis Balik |
|----------------------------------|--------|----------------|
| Unit Weight,(kN/m ³) | 15 | 15 |
| Kohesi, (kN/m ³) | 46 | 9,62 |
| Sudut Geser dalam, (°) | 15 | 5,47 |

Setelah mendapatkan parameter kekuatan batuan hasil analisis balik, kemudian dilakukan analisis stabilitas lereng untuk mendapatkan desain lereng yang stabil dan aman. Pada Gambar berikut Hasil Analisis Balik FK < 1,3.



Gambar 1. Hasil Analisis Balik FK < 1,3.

3.4 Geometri Lereng

Geometri lereng penambangan tanah liat terbentuk di tempat penelitian untuk jenjang mempunyai ketinggian antara 2,3 – 4,7 meter dan lebar jenjang dari 3,0 – 6,2 meter serta sudut kemiringan antara 2,9 – 4,0 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Geometri Lereng

| Jenjang | H (meter) | Sudut (°) | Lebar (meter) |
|---------|-----------|-----------|---------------|
| 1 | 4,7 | 35 | 3,1 |
| 2 | 2,9 | 36 | 6,2 |
| 3 | 2,3 | 40 | 3,8 |
| 4 | 3,2 | 29 | 3,8 |
| 5 | 4,4 | 35 | |

Menurut hubungan pengaruh geometri lereng dengan kestabilan lereng bahwa pada lereng yang mempunyai ketinggian besar serta kemiringan curam cenderung mempunyai kemungkinan longsor lebih besar dibanding dengan lereng yang mempunyai ketinggian kecil dan sudut kemiringan yang landai.

Berikut adalah nilai Faktor Keamanan (FK) Jenjang dan Lereng Total dengan Metode Bishop.

Tabel 3. Hasil Faktor Keamanan (FK) Geometri Lereng Aktual

| Jenjang | Faktor Keamanan (FK) | Keterangan |
|--------------|----------------------|------------|
| 1 | 1,768 | Stabil |
| 2 | 2,733 | Stabil |
| 3 | 2,837 | Stabil |
| 4 | 2,942 | Stabil |
| 5 | 1,860 | Stabil |
| Lereng Total | 1,061 | Kritis |

3.5 Kondisi Air Tanah pada Lereng Penambangan

Air yang terdapat pada lapisan tanah merupakan air rembesan, sebagai akibat adanya rekahan-rekahan diperrmukaan tanah yang kemudian menyebabkan air menguap keluar pada musim kemarau dan pada musim hujan air masuk melalui rekahan itu juga. Keadaan akan membahayakan apabila pada musim hujan, lokasi penambangan terjadi kering yang panjang dan pada musim hujan dengan curah hujan yang tinggi, maka hal ini akan menyebabkan kondisi tanah yang semula kering akan menjadi jenuh. Pada kondisi ini pembebanan berat lereng tidak terimbangi gaya penahan yang cukup kuat, jika berulang –ulang maka lereng yang semula mantap akan mengalami kelongsoran sehingga merubah geometri lereng yang terbentuk hasil dari penambangan.

3.6 Analisis Kestabilan Lereng

Kegiatan penambangan ditambang terbuka sering mengalami berbagai permasalahan, sehingga perlu dilakukan analisis kestabilan lereng yang terjadi karena proses penggalian untuk memberikan kontribusi terhadap rancangan yang aman.

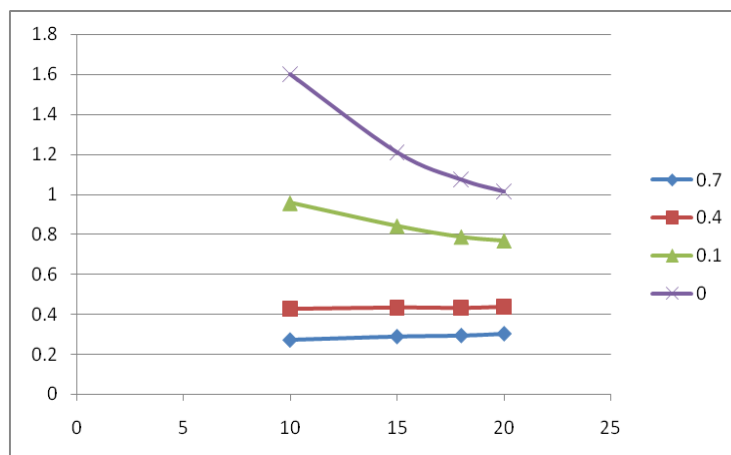
Unit Perencanaan dan Pengawasan Tambang PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk telah memiliki standar parameter geometri lereng sesuai dengan ketentuan peraturan Amdal yang telah ditetapkan, yaitu tinggi maksimal pada lereng tunggal 2 m dan memiliki sudut lereng tunggal maksimal 60° , serta memiliki nilai faktor keamanan untuk lereng tunggal dan lereng keseluruhan $FK \geq 1,3$. Material Tanah Liat Mliwang yang akan ditambang pada kedalaman > 4m.

Dalam menganalisis kestabilan lereng menggunakan software slide didapatkan hasil FK (faktor keamanan) menggunakan metode kesetimbangan batas dengan Mohr Colomb. Pada saat menganalisis memasukan nilai kohesi, sudut geser dalam dan bobot isi.

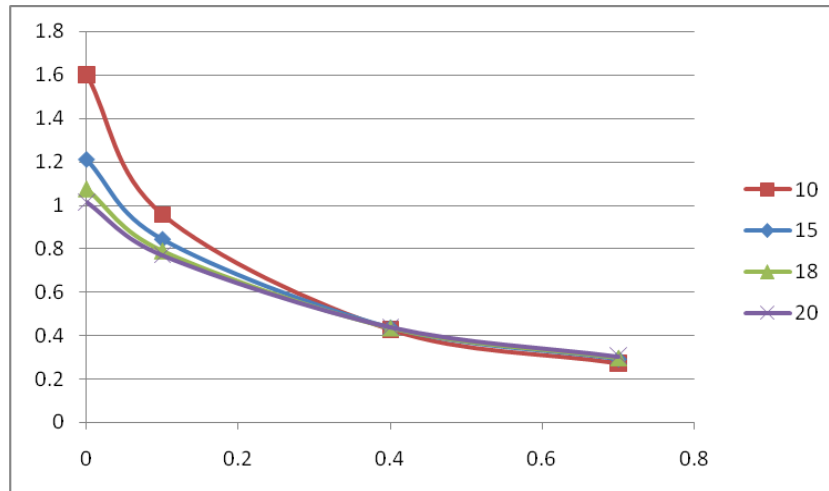
Analisis lereng keseluruhan dengan sudut yang dibentuk 20° , 18° , 15° dan 10° , dengan menyertakan nilai kegempaan 0, 0,1, 0,4 dan 0,7 menghasilkan nilai FK sebagai berikut:

Tabel 4. FK Hasil Analisis Kegempaan

| Overall Slope | a=0 | a= 0,1 | a= 0,4 | a= 0,7 |
|---------------|-------|--------|--------|--------|
| 20 | 1,014 | 0,769 | 0,439 | 0,304 |
| 18 | 1,074 | 0,788 | 0,433 | 0,295 |
| 15 | 1,21 | 0,842 | 0,435 | 0,29 |
| 10 | 1,594 | 0,97 | 0,438 | 0,281 |



Gambar 2. Grafik Hasil Analisis Kegempaan pada Overall Slope Angle



Gambar 3 Grafik Hasil Analisis Kegempaan pada Percepatan Gempa

3.7 Rekomendasi Lereng

Proses desain geometri lereng merupakan suatu analisis untuk merekomendasikan sudut lereng, lebar jenjang dan tinggi jenjang dengan mempertimbangkan faktor keamanan. Pemahaman terhadap faktor kermanan merupakan hal penting dalam rekomendasi geometri lereng. Salah satu tujuan rekomendasi geometri lereng adalah menjaga tingkat kepercayaan terhadap data yang digunakan dalam melakukan analisis.

Pemilihan rekomendasi Geometri Lereng didasarkan pada ketentuan sebagai berikut:

1. Standar Parameter geometri lereng sesuai dengan Peraturan Kepmen ESDM Nomor 1827 tahun 2018 yaitu dengan FK = 1,1 untuk lereng individu dan FK = 1,3 untuk lereng keseluruhan dengan ketinggian maksimal 6 meter.
2. Rekomendasi lereng sesuai dengan analisis untuk mendapatkan permodelan lereng yang sesuai standar didapatkan hasil: tanpa getaran seismic:
Lereng Individu, tinggi = 2 meter, sudut kemiringan = 35° dan lereng keseluruhan tinggi = 13 meter, sudut kemiringan = 10°

4. KESIMPULAN

1. Lokasi Penelitian termasuk pada dalam formasi Tuban Ngrayong yaitu batu pasir kuarsa berselingan dengan batu gamping dan tanah liat.
2. Analisis balik terhadap lereng yang sudah longsor menghasilkan nilai parameter geoteknik yang dipakai untuk permodelan lereng rekomendasi yaitu nilai bobot isi 15 kN/m³, kohesi 9,62 kN/m² dan sudut geser dalam 5,47°.
3. Nilai faktor kermanan pada lereng penambangan menurut analisis menggunakan *Software Slide* pada lereng aktual lereng satu = 1,768, dua = 2,733, tiga = 2,837, empat = 2,942 dan lima = 1,860.
4. Potensial longsor pada tanah liat Mliwang yaitu kemungkinan terjadi longsor busur.
5. Rekomendasi lereng sesuai dengan analisis untuk mendapatkan permodelan lereng yang sesuai standar didapatkan hasil: tanpa getaran seismic:
 - Lereng Individu
Tinggi = 2 meter
Sudut Kemiringan = 35
 - Lereng Keseluruhan
Tinggi = 13 meter
Sudut Kemiringan = 10

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arief, I. 2014. Geoteknik Tambang, PT. Grand Media Pustaka Utama, Jakarta.
- [2] Bieniawski, Z.T. 1989. *Engineering Rock Mass Classifications*, John Wiley and Sons Inc., New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapore, Canada.
- [3] Bowles, J.E., 1989, Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah, Erlangga, Jakarta, 562 hal.
- [4] Hoek, E. 2002. *Partical Rock Engineering*, Evert Hoek Consulting Engginer Inc., Canada.
- [5] Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia. No 1827.2018. Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Tentang Nilai faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor Lereng Tambang. Hal 57.
- [6] Susanto, E. 2013. *Perencanaan Penambangan Kuari Tanah Liat Mliwang PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk*. Hal 59