

ANALISIS KESTABILAN LERENG TIMBUNAN OVERBURDEN : STUDI KASUS DESA KAMPUNG BARU KECAMATAN CEMPAKA BANJARBARU

Lucky Haryanto¹⁾ Susanto Basuki¹⁾

Abstract - Coal mining, especially coal surface mining, requires a huge tracks of land to be disturbed. This disturbance includes removing vegetation, moving overburden (waste rock and soil), removing of coal and relocating overburden to backfill. The main environmental problems associated with land disturbance include erosion of the soil, dust pollution and losses of natural vegetation. Minimizing these impacts and rehabilitating land to a previous condition before mining now become requirements in most countries, including Indonesia. However, among small corporate mining, there is often poor adherence to the law because the lack of financial resources, ignorance of the law, poor mine management, and low level of expertise.

Observation and slope stability analyses of disposal site have been conducted in Kampung Baru area of Banjarbaru City. The Stability analyses were carried out using the limit equilibrium computer program SLOPE-W (GEO-SLOPE International). In this program systematic search is performed to obtain the minimum factor of safety from a number of potential slid surfaces. Factors of safety were computed using Bishop's method analyses.

The result of slope stability analyses using SLOPE-W software shown that the existing condition of bench is not safe. To minimize the failure potential, this bench (single bench) should modified to be three-step-bench. The dimension of each step of bench should be arrange as follows: width of bench = 5 meters, height of bench = 5 meters, and angle of slope = 36°.

Keywords - Disposal, slope stability, dimension of slofe

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penambangan Batubara yang dilakukan dengan metode tambang terbuka cenderung merubah morfologi di daerah yang cukup luas. Perubahan ini mencakup pembersihan lahan, pemindahan *overburden* (baik yang berupa batuan maupun tanah), pengangkutan batubara dan penimbunan *overburden* ke bekas penambangan. Permasalahan utama dari reklamasi adalah adanya gangguan yang disebabkan oleh erosi pada tanah, polusi debu and kehilangan vegetasi alami. Saat ini, langkah untuk meminimasi dampak di atas, serta upaya penanganan lahan pasca tambang telah menjadi prasyarat bagi pemberian izin

pertambangan di berbagai Negara, termasuk Indonesia. Akan tetapi, di tambang skala kecil, biasanya hal tersebut tidak terlalu dihiraukan. Hal ini terjadi berhubung ketidaktahuan pengusaha, ketidakmampuan keuangan, manajemen tambang yang kurang baik.

Di Desa Kampung Baru terdapat areal tumpukan *Overburden* yang dibiarkan begitu saja. Tumpukan *Overburden* tersebut telah mengalami erosi di permukaan lerengnya sehingga dimungkinkan dapat menyebabkan terjadinya kelongsoran. Areal tumpukan tersebut dekat dengan jalan Desa Kampung

¹⁾ Staf pengajar Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Unlam Banjarmasin

Baru yang telah beraspal dengan lebar jalan tersebut ± 6 meter. Jarak jalan dari tumpukan tersebut berkisar antara 1 - 3 meter sehingga akan beresiko jalan tersebut tertimbun akibat longsoran tumpukan *Overburden* bila tidak ada tindakan pencegahannya.

Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini tujuan yang hendak dicapai adalah sebagai berikut :

1. Mempelajari kemungkinan terjadinya kelongsoran pada lereng timbunan dan tindakan-tindakan pencegahan apa saja yang dapat dilakukan.
2. Mencari kondisi geometri lereng timbunan yang aman dan penanggulangan apa saja yang dapat dilakukan.

KAJIAN TEORITIS

Kemantapan lereng, baik lereng alami maupun lereng buatan (oleh kerja manusia), dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dinyatakan secara sederhana sebagai gaya-gaya penahan dan gaya-gaya penggerak yang bertanggung jawab terhadap kamantapan lereng tersebut.

Dalam keadaan gaya penahan (longsor) lebih besar dari gaya penggeraknya, maka lereng tersebut akan berada dalam keadaan yang mantap (stabil). Tetapi apabila gaya penahan menjadi menjadi lebih kecil dari gaya penggeraknya, maka lereng tersebut menjadi tidak mantap dan longsoran pun terjadi.

Sebenarnya longsoran tersebut merupakan suatu proses alam untuk mendapatkan kondisi kemantapan lereng yang baru (keseimbangan baru), dimana gaya penahan lebih besar dari gaya penggeraknya. Untuk menyatakan/ memberikan bobot (tingkat) kemantapan suatu lereng dikenal apa yang disebut dengan "Faktor Keamanan" (*safety factor*), yang merupakan perbandingan antara besarnya gaya penahan dengan gaya penggerak longsoran, dan dinyatakan sebagai berikut :

$$F = \frac{\sum \text{Gayapenahan}}{\sum \text{Gayapengerak}}$$

Apabila harga F untuk suatu lereng $> 1,0$ yang artinya gaya penahan $>$ gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam keadaan mantap/ aman. Tetapi apabila harga $F < 1,0$ di mana gaya penahan $<$ gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam kondisi tidak mantap dan mungkin akan terjadi longsoran pada lereng yang bersangkutan. Dalam hal harga $F = 1,0$ atau besarnya gaya penahan sama dengan besarnya gaya penggerak, maka lereng tersebut berada dalam keadaan setimbang atau dengan kata lain lereng tersebut berada dalam keadaan kritis.

Kondisi seperti di atas ($F = 1,0$) tetap tidak dikehendaki, karena apabila terjadi pengurangan gaya penahan atau penambahan gaya penggerak sekecil apapun lereng akan menjadi tidak mantap dan longsoran segera terjadi. Karena itu harga faktor keamanan F selalu di buat lebih dari 1,0 (untuk lereng sementara/ front penambangan $F = 1,3$ dan untuk lereng permanent $F = 1,5$ serta untuk bendungan $F \geq 2,0$).

Faktor-faktor pembentuk gaya-gaya penahan

1. Jenis batuan

Batuan-batuan beku, batuan sedimen tertentu dan batuan metamorf tertentu, umumnya memberikan kemantapan yang baik, terutama kalo batuan tersebut tersebar luas (monolitologi).

2. Kekuatan Batuan

Batuan utuh (*intack rock*) yang mempunyai kuat tekan uniaksial tinggi dan mempunyai sudut geser dalam yang tinggi merupakan batuan yang sangat stabil terhadap longsoran. Batuan dengan kekuatan yang tinggi seperti ini umumnya adalah batuan beku (granit, andesit, basalt, dll), beberapa jenis batuan sedimen (batu pasir, breksi, dll) dan batuan metamorf (kuarsit, batu marmer, dll). Untuk batuan-batuan tersebut di atas umumnya tidak mempunyai masalah mengenai kemantapan lereng. Sudut lereng pada batuan tersebut bisa mencapai 90^0 atau bahkan $> 90^0$, dan dengan tinggi lereng yang besar.

Faktor-faktor pembentuk gaya-gaya penggerak

Gaya penggerak umumnya dipengaruhi oleh gravitasi, sehingga berat dari pada beban/ bagian lereng yang bersangkutan adalah merupakan salah satu gaya penggerak terjadinya kelongsoran :

1. *Boot isi*

Bantuan dengan bobot isi yang besar akan memberikan beban/ gaya yang lebih besar pada lereng.

2. *Kandungan air*

Keberadaan air sebagai "moisture" tanah pada lereng yang bersangkutan akan memberikan tambahan beban yang besar pada lereng,

3. *Sudut lereng*

Sudut lereng yang besar akan memberikan volume material/ batuan besar, yang merupakan beban lereng yang lebih besar.

Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan-perubahan pada keseimbangan antara gaya penahan dan gaya penggerak

Longsoran yang terjadi pada lereng alami maupun pada lereng buatan umumnya terjadi karena terjadinya perubahan-perubahan yang menghasilkan pengurangan harga faktor keamanan F atau dengan kata lain memperkecil gaya penahan, memperbesar gaya penggerak, atau gabungan dari kedua proses tersebut.

1. Faktor-faktor yang mempengaruhi gaya penahan/ mengurangi kuat geser batuan.

➤ Proses pelapukan

Pelapukan (kimia) terjadi di mana-mana, terutama di daerah tropis dimana temperatur udara dan kelembaban relatif tinggi. Pelapukan yang terjadi pada batuan mengubah komposisi mineralogi batuan yang bersangkutan berikut strukturnya (sistem kristal, kemas, tekstur, dll.) sehingga kekuatan batuan akan berkurang secara drastis. Karena proses pelapukan, maka baik sifat fisik maupun sifat mekanik batuan akan berubah dan umumnya

mengakibatkan pengurangan kekuatan batuan/ kuat geser batuan.

➤ Aktivitas manusia

Dalam usaha-usaha untuk memenuhi kebutuhannya, manusia cenderung melakukan aktivitas yang akan mengubah keseimbangan alami yang ada di muka bumi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Aktifitas manusia yang langsung mempengaruhi keseimbangan muka bumi (dalam hal ini kemantapan lereng) antara lain adalah penggalian dan penimbunan (tambang, jalan raya, saluran air, dan bangunan-bangunan sipil lainnya). Sedangkan yang tidak langsung umumnya karena kegiatan lain yang tidak secara langsung mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan/kemantapan lereng, seperti antara lain :

✓ pertanian & irigasi, yang dapat mengakibatkan erosi dan perubahan muka air tanah.

✓ Sistem sanitasi dan drainase yang tidak baik, di kampung/pemukim-an yang terletak di daerah lereng, yang dapat mengakibatkan erosi.

➤ Dengan berkurangnya gaya penahan/ kuat geser batuan tersebut, maka harga faktor keamanan (F) akan berkurang dan lereng menjadi tidak mantap lagi.

2. Faktor-faktor yang memperbesar gaya penggerak

Selain pengurangan kuat geser, penambahan beban/gaya penggerak juga dapat membuat lereng yang tadinya mantap menjadi tidak mantap. Penambahan ini juga dapat terjadi secara alamiah maupun karena aktifitas manusia (langsung maupun tidak langsung).

- *Aktifitas tektonik*

Terjadinya pengangkatan/penurunan muka bumi akan mengakibatkan terjadinya perubahan arah dan besar gaya-gaya yang bekerja pada suatu titik tertentu di muka bumi ini. Misalnya di suatu daerah dengan morfologi datar atau landai, terjadinya

proses pengangkatan/penurunan akan mengubah morfologi daerah tersebut. Akibatnya geometri akan berubah dan beban pada lereng yang baru akan lebih besar sehingga dapat menghasilkan suatu ketidakmampuan lereng

- *Gempa atau sumber getaran yang lain*
Getaran atau gelombang kejut dapat menghasilkan energi yang besar, yang apabila mempunyai arah yang sama dengan permukaan bebas suatu lereng dapat menambah beban dan mengakibatkan longsor.
- *Penambahan beban akibat penimbunan*
Timbunan material tanah/batu (*waste*) di atas suatu lereng akan memperbesar gaya penggerak dan dapat mengakibatkan longsor pada lereng tersebut.
- *Penambahan air tanah*
Penambahan air tanah pada pori-pori/celah-celah tanah/batuan jelas akan memperbesar gaya penggerak yang dapat mengakibatkan kelongsoran. Penambahan air tanah ini dapat terjadi karena alam (hujan, banjir, dll.) maupun karena aktifitas manusia (irigasi, drainase, dll.).

Metode Analisis Kemantapan Lereng

Di alam, baik lereng alami maupun lereng buatan, dapat terbentuk pada tanah (relatif lemah), batu (sangat kuat), batuan berstruktur (massa batuan) maupun merupakan gabungan dari beberapa kondisi tersebut. Untuk itu, metode analisis kemantapan yang dapat diterapkan setiap kondisi (material) lereng yang berbeda, akan berbeda pula. Artinya suatu metode yang cocok untuk tanah yang sifatnya (dianggap) homogen dan kontinyu, serta relatif lemah tidak akan cocok untuk lereng pada massa batuan atau pada batu yang keras (kuat) dan sebaiknya.

Sampai saat ini dikenal beberapa metode analisis, yang umumnya dengan pendekatan konsep kesetimbangan maupun metode analisis dengan pendekatan konsep tegangan-tegangan (metode elemen hingga) dan metode

analisis stereografis (untuk batuan yang kompak dan struktur).

Table 1 Macam Metode Analisis yang Ada

| No. | Metode | Faktor keamanan didasarkan pada Gaya keseimbangan | |
|-----|----------------------------------|---|------|
| | | Momen | Gaya |
| 1 | Biasa atau fellenius atau swedia | X | |
| 2 | Bishop sederhana | X | X |
| 3 | Spencer | X | X |
| 4 | Janbu sederhana | X | X |
| 5 | Janbu perbaikan | | X |
| 6 | Morgenstern-Price | X | X |

Pada penelitian ini digunakan metode analisis kemantapan lerengnya adalah metode Bishop. Metoda ini dipakai berdasarkan asumsi bahwa bila terjadi longsor, maka bentuk bidang luncurnya berupa busur lingkaran.

$$F = \frac{1}{\sum w \sin \alpha} \times \sum (C' b + w (1-B) \tan \Phi') \times \frac{1}{1 + \frac{\tan \Phi' \tan \alpha}{F}}$$

$$B = \frac{u}{\gamma h}$$

Cara Bishop ini dilakukan dalam metoda irisan seperti yang juga dilakukan pada cara Bishop-Morgenstern.

Bishop dan Morgenstern (1960) menyederhanakan metoda Bishop dan memasukkan rasio tekanan air pori. Di dalam dimensi linear, persamaannya adalah sebagai berikut :

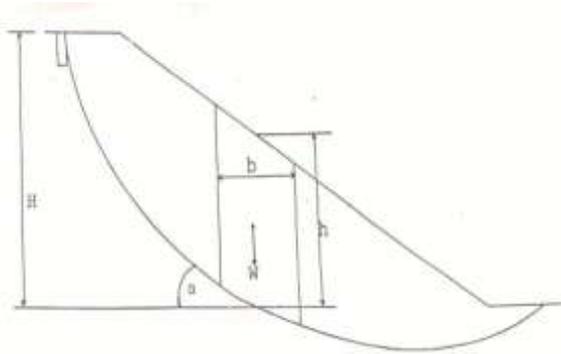
$$F = \frac{1}{\sum w \sin \alpha} \left| \{ C' b + w (1 - r_u) \tan \Phi' \} \frac{\sec \alpha}{1 + \frac{\tan \alpha \tan \Phi'}{F}} \right|$$

Dimana :

$$r_u = \frac{u}{\gamma h} = \frac{\gamma w h}{\gamma h}$$

Atau

$$F = \frac{1}{\sum \frac{b}{h} \cdot \frac{u}{H} \sin \alpha} \left| \left\{ \frac{C'}{H} \cdot \frac{b}{H} + \frac{b}{H} \cdot \frac{h}{H} (1 - r_u) \tan \Phi' \right\} \frac{1}{1 + \frac{\tan \Phi' \tan \alpha}{F}} \right|$$

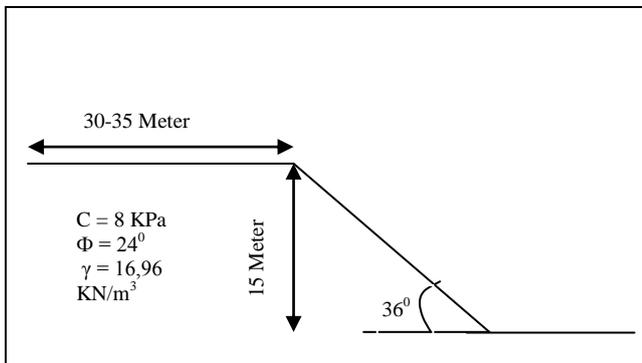


Gambar 1 Penampang Bidang Luncur

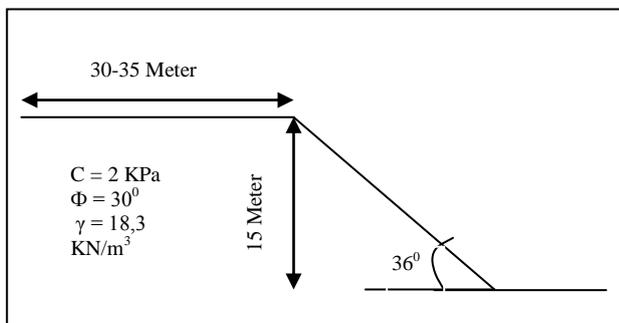
METODOLOGI

A. Geometri Lereng

Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan dan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat didapatkan data pengukuran geometri Lereng dan sifat tanah penutup (*Overburden*) adalah sebagai berikut:

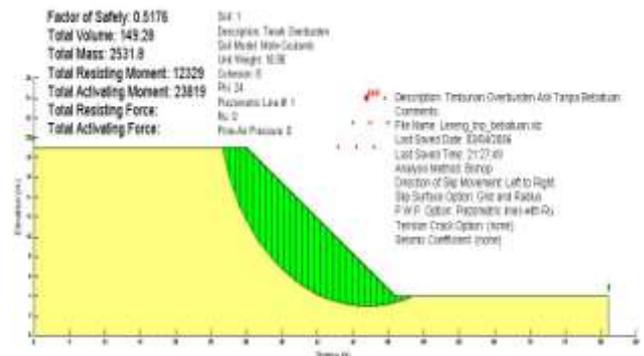


Gambar 2 Kondisi Tumpukan *Overburden* Tanpa Bebatuan

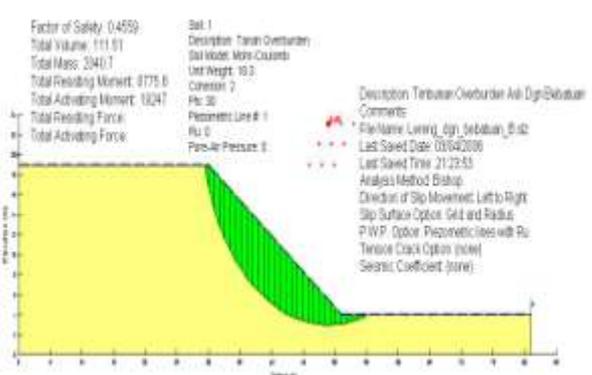


Gambar 3 Kondisi Tumpukan *Overburden* dengan Bebatuan

Disini analisa lerengnya dibagi menjadi dua kelompok sesuai kondisi lapangan yang diamati yaitu: kelompok pertama adalah tanah penutup (*overburden*) dianggap homogen tanah seluruhnya tanpa adanya batuan didalamnya sedangkan untuk kelompok kedua: tanah penutup (*overburden*) dianggap tidak homogen dimana tanahnya bercampur dengan batuan di dalamnya. Tanah *overburden* ini dianggap tidak homogen karena pada waktu pengujian di laboratorium, tanah tersebut dalam keadaan mengandung bebatuan di dalamnya. Sedangkan untuk sample yang tanpa bebatuan sebelum dilakukan pengujiannya dilakukan penyaringan terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan bebatuan di dalamnya. Pengelompokan kondisi-kondisi diatas dimaksudkan untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam melakukan analisa di laboratorium maupun pengolahan data dengan perangkat lunak.



Gambar 4 Hasil Perhitungan dengan Perangkat Lunak Slope-W untuk kondisi Tanah *Overburden* tanpa Adanya Bebatuan



Gambar 5 Hasil Perhitungan dengan Perangkat Lunak Slope-W Untuk kondisi Tanah *Overburden* dengan Adanya Bebatuan

Dari hasil perhitungan faktor keamanan lereng timbunan tanah penutup (*overburden*) di daerah bekas penambangan batubara dengan menggunakan metode bishop, model tanahnya Mohr-coulomb, dan kondisi lereng disini yang dianalisa dalam keadaan jenuh terhadap air didapatkan nilai faktor keamanan (*safety factor*) sebagai berikut :

- Faktor keamanan untuk kondisi timbunan tanah *overburden* tanpa adanya bebatuan adalah 0,5176
- Faktor keamanan untuk kondisi timbunan tanah *overburden* dengan adanya bebatuan adalah 0,4559

Dari hasil perhitungan factor keamanan dengan menggunakan perangkat lunak slope-w dapat disimpulkan bahwa lereng yang telah dibentuk tersebut tidak aman karena faktor keamanannya $< 1,5$.

B. Indikasi Kelongsoran

Adanya sebagian dari lereng yang telah mengalami erosi dapat mamicu terjadinya kelongsoran. Erosi tersebut berdasarkan pengamatan di lapangan telah terjadi disebagian lereng dan telah membentuk saluran-saluran air secara tetap. Akan tetapi saluran tersebut apabila terkena aliran air hujan akan semakin tambah lebar dan dalam dikarenakan air hujan yang mengalir membawa material-material yang ada pada saluran tersebut (tererosi). Hal tersebut akan dapat menyebabkan kelongsoran karena terbentuknya bidang-bidang lemah. Bahaya kelongsoran tersebut adalah akan tertimbunnya jalan penghubung antar desa dikecamatan cempaka yang telah beraspal. Dimana daerah timbunan tersebut sangat dekat dengan jalan tersebut yang hanya berjarak 1-3 meter dari kaki lereng timbunan.

C. Tindakan Pencegahan

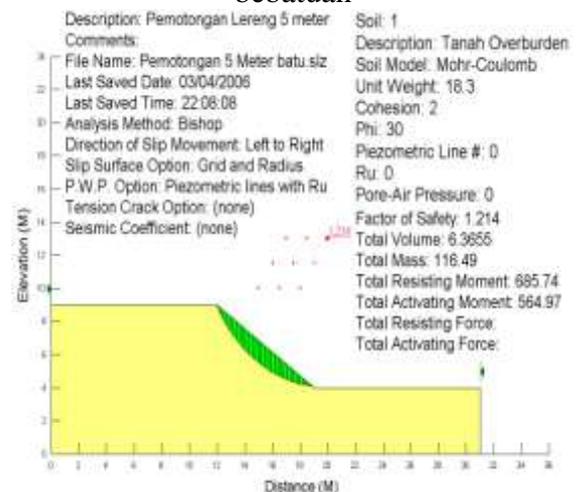
Tindakan-tindakan pencegahan yang dapat dilakukan untuk mencegah kelongsoran adalah dengan pemotongan bench yang didasarkan pada tinggi pemotongan bench yang aman dan pembuatan saluran-saluran air yang permanen di sisi-sisi lereng sesuai dengan pola aliran yang telah ada. Berdasarkan hasil perhitungan faktor

keamanan dengan sistem *trial & error* terhadap pemotongan ketinggian lereng didapatkan tinggi lereng yang aman adalah 5 meter dan lebar benchnya 12 meter dengan tidak merubah kemiringan lerengnya.

Selain itu pula dapat dilakukan tindakan-tindakan pencegahan dengan cara lain yaitu dengan menanami pada dinding lereng dengan tanaman sejenis rumput-rumputan yang berfungsi untuk menahan laju dari pergerakan air hujan. Hal ini, agak sukar untuk dilakukan karena kondisi tanah yang ada tidak subur. Dari pengmatan di lapangan tidak ada satupun rumput yang dapat tumbuh di timbunan tersebut, tetapi ada tumbuhan berbatang keras yang tumbuh di sana yaitu tanaman Akasia.

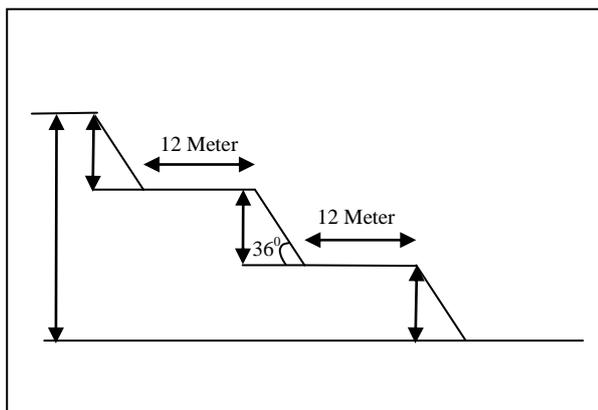


Gambar 6 Hasil pemotongan lereng yang aman untuk kondisi tanah asli tanpa adanya bebatuan



Gambar 7 Hasil pemotongan lereng yang aman untuk kondisi tanah asli dengan adanya bebatuan

Dari hasil perhitungan di atas maka lereng yang telah ada akan dipotong menjadi 3 bench yang semula cuma 1 bench. Dimensi masing-masing bench tersebut adalah lebar 12 meter, tinggi 5 meter, dan sudut $\pm 36^0$ (tanpa merubah kondisi kemiringannya). Jadi bentuk bench akan berubah yang awalnya 1 bench tadi berubah menjadi bentuk tiga bench seperti ditunjukkan pada gambar dibawah ini :



Gambar 8 Dimensi bench yang aman

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Lereng timbunan tanah penutup (*overburden*) dengan geometri aslinya tinggi lereng 15 meter, sudut lereng 36^0 , lebar bench 30-35 meter dinyatakan tidak aman berdasarkan hasil analisa dengan perangkat lunak Slope-w karena nilai faktor keamanannya $< 1,5$.
2. Tindakan-tindakan pencegahan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :
 - Pembuatan saluran air permanen pada daerah aliran-aliran air
 - Pemotongan lereng bench menjadi 3 bagian
 - Penanaman tanaman akasia

3. Pemotongan tinggi lereng yang dianggap aman adalah 5 meter dengan dimensi masing-masing bench adalah lebar bench 12 meter dan kemiringan bench tetap 36^0 .

Saran

Saran yang peneliti sampaikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan adalah bahwa di daerah timbunan tanah penutup (*overburden*) bekas penambangan batubara perlu dilakukan pemotongan tinggi lerengnya menjadi 3 bagian sehingga akan terbentuk *bench* baru menjadi 3 *bench* dengan dimensi *bench* yang dianjurkan adalah lebar 12 meter, tinggi lereng, 5 meter dan sudut kemiringan lereng 36^0 .

DAFTAR PUSTAKA

- _____ (2004), “*Geostudio Tutorials*”, First Edition, by GEO-SLOPE International Ltd, Calgary, Canada
- Hoek E.& J.W. Bray (1981), “*Rock Slope Engineering*”, The Institute of Mining and Metalurgy, London.
- Lee W Abramson dkk (1995), “*Slope Stability and Stabilization Methods*” John Wiley & Sons, INC, New York.
- Sudarto N & Partanto p (1984), “*Pengantar Analisis Kemantapan Lereng*” Jurusan teknik Pertambangan ITB.
- Paulus P Rahardjo, “*Manual Kestabilan Lereng*”, Geotechnical Engineering Center, Universitas Katholik Parahyangan, Inc., New York