

KAJIAN TEKNIS KESTABILAN LERENG *DISPOSAL* PADA PT BUKIT ASAM TBK TANJUNG ENIM SUMATERA SELATAN

Yulita^{1,a}, Irvani¹, dan Haslen Oktarianty¹

¹Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kampus Terpadu Universitas Bangka Belitung, Desa Balunijuk, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka Provinsi
Kepulauan Bangka Belitung, 33172

^{a)} email korespondensi: yulitasengir@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mencari angka faktor keamanan yang tepat dan ideal untuk lereng *disposal* Wetland Banko Barat. Analisis stabilitas lereng dilakukan dengan menggunakan Metode Fellenius yang disederhanakan dengan bantuan aplikasi Rocscience Slide V.6.0. Data yang dianalisis dalam penelitian ini adalah data geometri lereng, kohesi, dan berat jenis tanah. Analisis dilakukan berdasarkan 3 sampel tanah dan terhadap 3 penampang yakni penampang A, penampang B, dan penampang C. Nilai FK yang direkomendasikan yaitu di atas 1,30. Berdasarkan hasil analisis dari ketiga penampang, terlihat bahwa keseluruhan lereng yang terbentuk di lapangan dalam kondisi stabil nilai FK yang diperoleh lebih dari 1,3. Hasil FK dengan metode manual Fellenius penampang A, B dan C berturut-turut adalah 2,120; 1,861; dan 2,233. Sedangkan untuk hasil FK menggunakan aplikasi Rocscience Slide V.6.0 penampang A, B dan C berturut-turut adalah 2,055; 1,874; dan 2,220. Perbedaan dari kedua perhitungan tidak begitu signifikan dan masih dalam relatif stabil untuk kondisi kering. Namun perlu dilakukan memodifikasi lereng dalam kondisi jenuh dan setengah jenuh, serta sudut geometri lereng, sehingga diperoleh bahwa model timbunan dalam kondisi jenuh dan setengah jenuh dalam keadaan kritis jika tergenang air. Batas maksimum untuk variasi sudut lereng adalah 30-60 derajat.

Kata kunci: *Disposal, kering, kestabilan lereng, overall slope*

PENDAHULUAN

PT Bukit Asam Tbk merupakan salah satu perusahaan BUMN (Badan Usaha Milik Negara) yang bergerak di sektor pertambangan batubara dengan metode penambangan tambang terbuka (*open pit*) yaitu penambangan dengan cara penggalian terus menerus untuk mengupas tanah penutup sampai ditemukan batubara. Tanah menurut Das (1994) didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral – mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut. Tanah penutup (*overburden*) merupakan material yang terdapat di permukaan dan sifatnya dapat dikatakan lepas. *Overburden* terdiri dari tiga jenis material yaitu material *top soil*, *common soil* dan *rock* (Tenriajeng, 2003). Lapisan penutup yang telah dikupas tersebut dipindahkan ketempat yang dinamakan daerah tanah *disposal*.

Menurut Hardiyatmo (2006) analisis kestabilan lereng dilakukan bertujuan untuk menentukan faktor keamanan (FK) dari bidang longsor yang berpotensi. *Disposal* secara umum suatu kegiatan pertambangan umumnya memindahkan tanah penutup untuk mengambil bahan galian yang berada di dalam bumi. Analisis kestabilan lereng pada *disposal* dianggap sangat perlu dilakukan, karena kelongsoran pada lereng *disposal* dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar, baik kerugian materil maupun non materil.

Tempat penimbunan dapat dibagi menjadi dua, yaitu *waste dump/disposal* dan *stockpile*. *Waste dump/disposal* adalah daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan tempat membuang material kadar rendah dan/atau material bukan bijih.

Material tersebut perlu digali dari pit demi memperoleh bijih/material kadar tinggi, sedangkan *stockpile* digunakan untuk menyimpan material yang akan digunakan pada saat yang akan datang. *Stockpile* juga dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan bijih kadar rendah yang dapat diproses pada saat yang akan datang maupun tanah penutup atau tanah pucuk yang dapat digunakan untuk reklamasi.

Gerakan tanah dapat diidentifikasi melalui tanda-tanda sebagai berikut: munculnya retak tarik dan kerutan-kerutan di permukaan lereng, patahnya pipa dan tiang listrik, miringnya pepohonan, perkerasan jalan yang terletak pada timbunan mengalami amblas, rusaknya perlengkapan jalan seperti pagar pengaman dan saluran drainase, tertutupnya sambungan ekspansi pada pelat jembatan, hilangnya kelurusan dari pondasi bangunan, tembok bangunan retak- retak, dan dinding penahan tanah retak serta miring ke depan (Hardiyatmo, 2012).

Lereng adalah suatu permukaan tanah yang miring dan membentuk sudut tertentu terhadap suatu bidang horizontal dan tidak terlindungi (Das, 1985). Kerentanan lereng terhadap gerakan tanah didefinisikan sebagai kecenderungan lereng dalam suatu wilayah atau zona untuk mengalami gerakan, tanpa mempertimbangkan risikonya terhadap kerugian jiwa atau ekonomi. Apabila aspek risiko terhadap manusia diperhitungkan, maka lebih tepat diterapkan istilah *kerawanan* (BAPEKOINDA, 2002).

Faktor-faktor penyebab lereng rawan longsor meliputi faktor internal (dari tubuh lereng sendiri) maupun faktor eksternal (dari luar lereng), antara lain: kegempaan, iklim (curah hujan), vegetasi, morfologi, batuan/tanah maupun situasi setempat (Anwar dan Kesumadharma, 1991; Hernawan, 1994), tingkat kelembaban tanah (*moisture*), adanya rembesan, dan

aktivitas geologi seperti patahan (terutama yang masih aktif), rekahan dan liniasi (Zakaria, 2011). Berdasarkan proses longsornya, longsor batuan yang umum terjadi pada tambang terbuka dapat dibedakan atas longsor bidang, longsor baji, longsor guling, dan longsor busur (Arif, 2016).

Dalam praktik, analisis stabilitas lereng didasarkan pada konsep kesetimbangan plastis batas (*limit plastic equilibrium*). Faktor aman didefinisikan sebagai nilai banding antara gaya yang menahan dan gaya yang menggerakkan. Menurut teori Mohr-Coulomb, tahanan geser yang dapat dikerahkan oleh tanah, di sepanjang bidang longsornya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dan studi tentang kestabilan lereng, maka dibagi 3 kelompok rentang faktor keamanan (FK) ditinjau dari intensitas kelongsorannya pada Tabel 1.

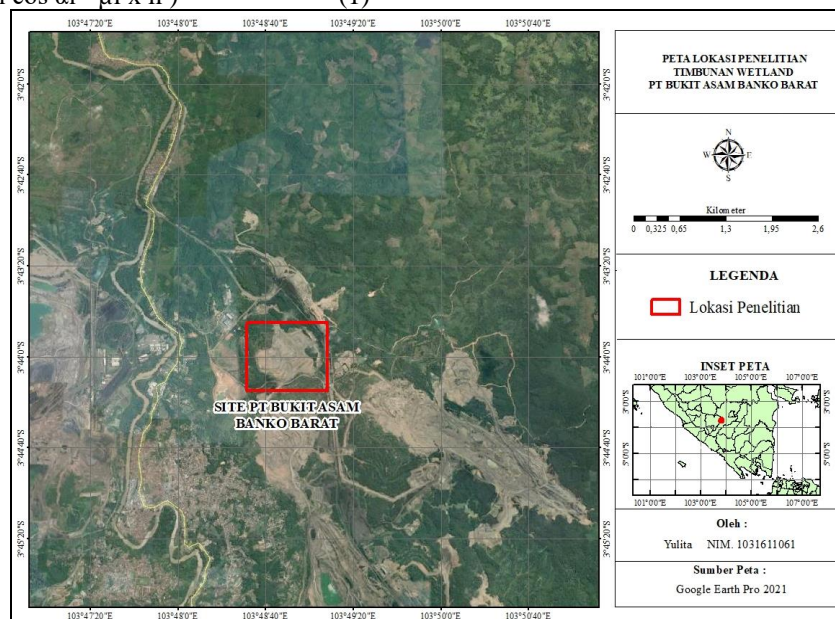
Tabel 1. Faktor Keamanan Ditinjau dari Intensitas Kelongsoran

| Nilai Faktor Keamanan (FK) | Kejadian/Intensitas Longsor |
|----------------------------|------------------------------------|
| FK < 1,07 | Longsor terjadi biasa/sering/labil |
| FK antara 1,07 – 1,25 | Longsor pernah terjadi/kritis |
| FK > 1,25 | Longsor jarang terjadi/stabil |

(Sumber: Bowles, 1991)

Ada beberapa metode untuk menganalisis kestabilan lereng, yang paling umum digunakan adalah metode irisan yang dicetuskan oleh Fellenius (1939). Metode ini banyak digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng yang tersusun oleh tanah, dan bagian gelincir berbentuk busur (*arc-failure*). Pada lereng yang dipengaruhi oleh muka air tanah nilai F (dengan metoda sayatan, Fellenius) adalah sebagai berikut :

$$F = cL + \tan \phi \sum (W_i \cos \alpha_i - \mu_i x l_i) \quad (1)$$



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

$$(W_i \sin \alpha_i)$$

Keterangan:

c = kohesi (kN/m²)

φ = sudut geser dalam (derajat)

α = sudut bidang gelincir pada tiap sayatan (derajat)

l = panjang bidang gelincir pada tiap sayatan (m);

L = jumlah panjang bidang gelincir

W = luas tiap bidang sayatan (m²)

X = bobot satuan isi tanah (γ, kN/m³)

μ = tekanan air pori (kN/m²)

Batas-batas nilai kesalahan dapat mencapai kira-kira 5 sampai 40% tergantung dari faktor aman, sudut pusat lingkaran yang dipilih, dan besarnya tekanan air pori. Walaupun analisis ditinjau dalam tinjauan tegangan total, kesalahan masih merupakan fungsi dari faktor aman dan sudut pusat lingkaran (Whiteman dan Bailey, 1967 dalam Hardiyatmo, 2002).

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan dari bulan Juli 2021 - Agustus 2021 di PT Bukit Asam Tbk yang berada di area *disposal* Wetland Banko Barat. PT Bukit Asam Tbk secara administratif berlokasi di Jalan Parigi No.1 Talang Jawa, Kecamatan Tanjung Enim, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Secara geografis perusahaan ini terletak pada 3°42'30''- 4°47'30''LS dan 103°43'00''- 103°50'10''BT. Lokasi tambang Banko Barat dapat ditempuh menggunakan kendaraan roda empat melalui jalan tambang berupa tanah yang telah dipadatkan. Perjalanan dari kantor pusat ditempuh melalui Desa Lingga, sedangkan *disposal* untuk Wetland Banko Barat dapat ditempuh ± 4 km dari *front* tambang. Metode yang digunakan terdiri dari pengumpulan data berupa data lapangan dan analisis laboratorium. Data lapangan terdiri dari dokumentasi lapangan, data geometri lereng, sedangkan data analisis laboratorium berupa nilai kohesi, sudut geser dalam, dan berat isi tanah. Tahap ini dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai FK lereng. Analisa dilakukan dengan metode Fellenius secara manual serta didukung oleh *software* Rocscience slide v.6.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di *disposal* Wetland Banko Barat PT Bukit Asam Tbk yang membahas permasalahan kestabilan lereng di area *disposal* Wetland tersebut dengan melakukan perhitungan terhadap Faktor Keamanan (FK).

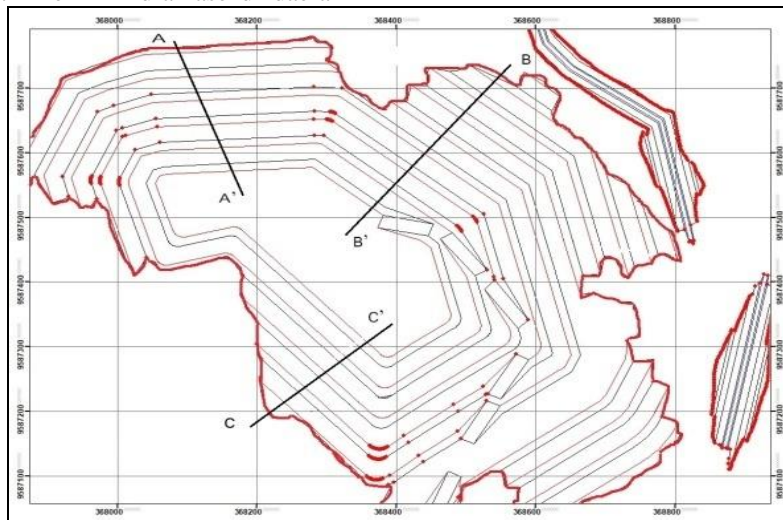
Kondisi *Disposal* Wetland Banko Barat

Penambangan Banko Barat adalah salah satu lokasi penambangan batubara milik PT Bukit Asam Tbk. terletak sekitar 7 km dari Tanjung Enim ke arah timur. Identifikasi sampel berupa batupasir halus, batu lanau hingga lempung dengan ukuran butir 0,125 – 0,001 mm. Luas area *disposal* sebesar 49,5 ha. *Disposal* Wetland tidak memiliki drainase di daerah

toe, wilayah tersebut cenderung kering pada sekitar bulan Juni 2021. *Disposal* Wetland Banko Barat dilakukan pengambilan 11 sampel.

Geometri Lereng *Disposal* Wetland Banko Barat

Penelitian dilakukan pada lereng *disposal* Wetland Banko Barat yang berada di blok tambang Tanjung Enim yang berlokasi di Sumatera Selatan. Penelitian kestabilan lereng *disposal* ini dilakukan pada 3 sayatan penampang yang terdiri dari sayatan penampang A-A' hingga sayatan penampang C-C' (Gambar 2). Ketiga sayatan penampang tersebut kemudian dianalisis faktor keamanannya menggunakan program Rocscience Slide v.6.0.



Gambar 2. Sayatan Penampang *Disposal* Wetland Banko Barat

Kestabilan lereng *disposal* ditandai dengan semakin landainya lereng, maka semakin aman lereng tersebut. Standar perusahaan dalam pembuatan setiap lereng *disposal* juga harus dilakukan dengan sebaik mungkin agar tidak mengganggu jalan tambang, kegiatan penambangan bahkan masyarakat. Salah satu cara pembuatan lereng yakni dengan mendesain perencanaan lereng, baik lereng tunggal (*single slope*), inter-ramp, maupun lereng keseluruhan (*overall slope*).

Namun lereng *disposal* masih belum tentu aman, sehingga mempertimbangkan faktor lain yang menyebabkan ketidakstabilan lereng. Banyak faktor dalam kestabilan lereng seperti pengaruh air, pengaruh iklim, dan pengaruh *creep* (rangkak) (Hardiyatmo, 2002).



Gambar 3. Kondisi lereng A

Disposal Wetland Banko Barat dikategorikan ke dalam *mined-out area* atau area bekas penambangan di

masa lalu yang sekarang sudah tidak diadakan aktivitas penambangan lagi.

Disposal Wetland Banko Barat merupakan bekas area salah satu *front site* Banko Barat. Area ini terus di tata guna untuk persiapan pasca-tambang yang bertujuan untuk mengembalikan bentang alam wilayah tersebut mendekati rona awalnya.

Gambar 3 merupakan salah satu lereng terdapat di *disposal* wetland. Kondisi lereng secara keseluruhan dalam kondisi kering. *Strike* dan *dip* dari litologi maupun geometri lereng tidak dapat diukur karena material yang terdapat di *disposal* merupakan *loose material* (material lepas) yang bersifat *ex-situ*.



Gambar 4. Kondisi lereng B yang mengalami erosi

Gambar 4 diatas menunjukkan keadaan atau kondisi lereng menunjukkan bahwa secara material yang terdapat di *disposal* tidak jauh berbeda dengan material pada lereng A. Lereng tersebut juga merupakan lereng yang berupa *loose material* (material lepas) yang

bersifat *ex-situ*. dan strike dan dip dari litologi maupun gemoetri tidak dapat diukur.



Gambar 5. Kondisi lereng C

Gambar 5. diatas, untuk salah satu lereng *disposal* telah mengalami reklamasi. Reklamasi lereng dilakukan dengan tanaman perintis yaitu berupa rumput-rumputan liar, alang-alang, dan lain-lain. Kondisi hidrologi maupun hidrogeologi, kondisi air tanah ,serta air bawah tanah dari *disposal* Wetland tergolong dalam kondisi kering dibuktikan dengan tidak ditemukannya genangan air di beberapa tempat didaerah lereng tersebut.

Analisa Kestabilan Lereng *Disposal* Banko Barat

Analisa kestabilan lereng dilakukan per sayatan berdasarkan data sifat fisik dan sifat mekanik batuan yang telah didapatkan sebelumnya di laboratorium. Perhitungan analisis kestabilan lereng dengan menggunakan program Rocscience Slide v.6.0 memerlukan data-data yang diketahui lebih dahulu yaitu titik koordinat lereng dan data-data tanah lereng tersebut (c , ϕ , γ). Data lereng tersebut diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium Mekanika Tanah PT Bukit Asam Tbk menggunakan *Direct Shear Test*. Berikut data dari *material properties* lereng *disposal* Wetland Banko Barat PT Bukit Asam Tbk.

Tabel 2. *Material properties disposal*

| Saya tan | Material | Cohesion (kPa) | Unit | |
|-------------|----------|-------------------|--------------------------------|-----------------------|
| | | | weight (kN/m ³) | Friction angle (°) |
| A-A' | Waste | 22,22 | 18,63 | 12,28 |
| B-B' | Waste | 22,22 | 18,63 | 12,28 |
| C-C' | Waste | 22,22 | 18,63 | 12,28 |

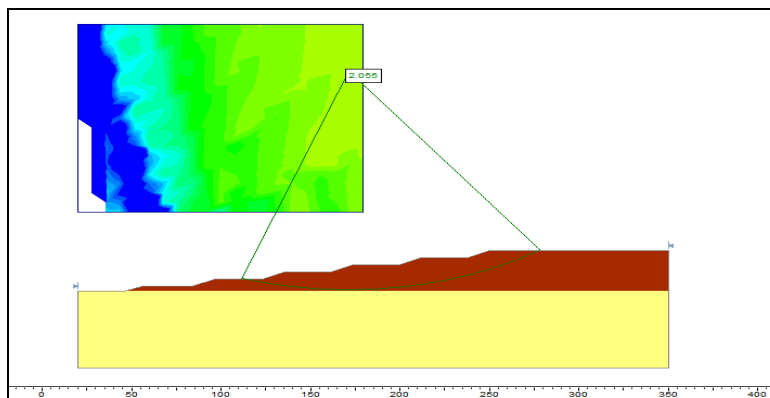
Pada lereng *disposal* tersebut diasumsikan bahwa lapisan bawah (*basement*) dari *disposal* Wetland adalah lapisan *lower C* yang terdiri atas litologi batupasir. Batupasir didaerah Wetland memiliki berat jenis tanah 21,29 kN/m³, kohesi (c) 121,80 kPa, dan sudut geser dalam 12,28°. Data tersebut didapatkan dari data sekunder dengan lokasi dan litologi yang cenderung sama karena itu dijadikan sebagai referensi, mengingat keterbatasan dalam pengujian untuk mendapatkan parameter tersebut. Nilai faktor keamanan (FK) yang direkomendasikan untuk lereng tunggal adalah 1,1 sedangkan untuk lereng keseluruhan adalah 1,3.

Nilai faktor keamanan pada 3 sayatan desain penampang *disposal* Wetland dianalisis dengan menggunakan *software* Rocscience Slide v.6.0. Program slide digunakan untuk memverifikasi nilai FK yang didapatkan dari perhitungan manual. Nilai FK yang didapatkan dengan slide akan dibandingkan dengan hasil FK manual. Pada penelitian ini, FK manual dianggap benar saat selisih antara FK manual dan slide didapatkan $\leq 5\%$.

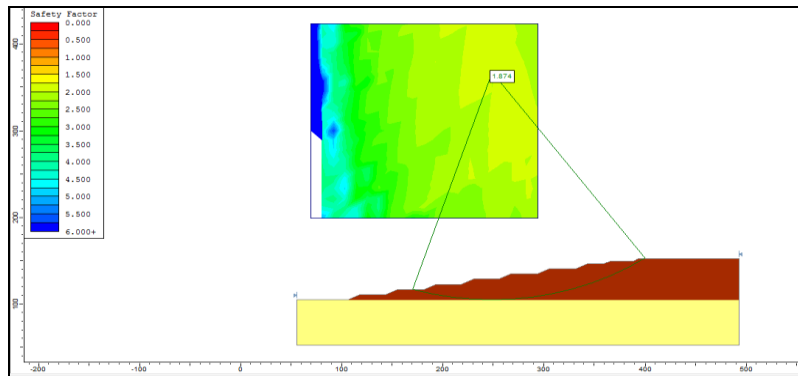
Analisa dilakukan dengan jumlah *slice* 25 dan nilai toleransi 0,005 untuk Slide v.6.0. Longsoran yang terjadi diasumsikan sebagai longsoran busur karena campuran material (*mixed materials*) yang berada di *disposal* merupakan *loose material*, oleh karena itu material yang ada bukanlah material yang *compact*.

Tabel 3. Perbandingan Hasil dari Ketiga Sayatan

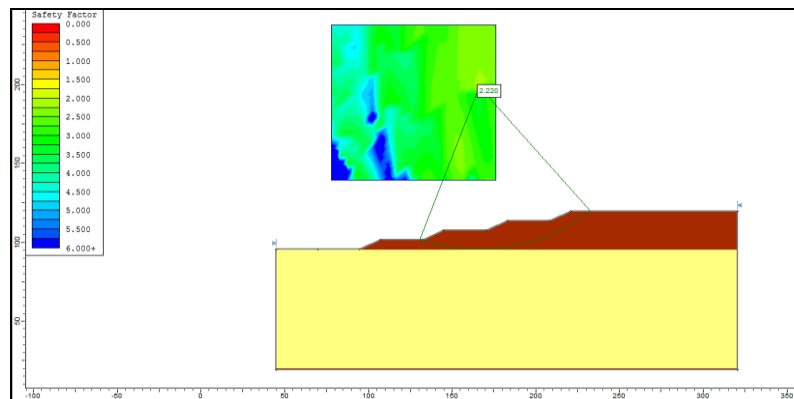
| Sayatan Penampang | Faktor Keamanan | | Keterangan |
|-------------------|-----------------|----------|------------|
| | Manual | Aplikasi | |
| A – A' | 2,120 | 2,055 | Stabil |
| B – B' | 1,861 | 1,874 | Stabil |
| C – C' | 2.223 | 2,220 | Stabil |



Gambar 6. Interpretasi Analisis Kestabilan Lereng Sayatan A-A' Metode Perhitungan Fellenius



Gambar 7. Interpretasi Analisis Kestabilan Lereng Sayatan B-B' Metode Perhitungan Fellenius



Gambar 8. Interpretasi Analisis Kestabilan Lereng Sayatan C-C' Metode Perhitungan Fellenius

Berdasarkan Tabel 3. diatas dapat disimpulkan bahwa lereng dalam keadaan relatif stabil sebab nilai faktor keamanannya lebih besar dari 1,3. Dari hasil yang didapatkan dengan keadaan yang relatif stabil .

Upaya Perkuatan Lereng dan Pencegahan Longsor

Berdasarkan hasil perhitungan faktor keamanan dari ketiga sayatan penampang lereng, maka lereng disimpulkan dalam keadaan stabil dalam kondisi kering.

Namun harus dilakukan upaya peningkatan atau penguatan lereng salah satunya dengan cara pemantauan secara berkala terhadap lereng terutama dimusim hujan atau curah hujan dengan intensitas tinggi sehingga perlu dilakukan upaya perkuatan lereng dan pencegahan longsor.

1. Perkuatan Lereng

a. Memasang dinding penopang isian batu/semen

Cara penanggulangan ini adalah dengan penimbunan pada bagian kaki longsor dengan material berbutir kasar yang dipadatkan dan yang berfungsi menahan tahanan geser.

b. Membuat sumuran

Sumuran (0,1 – 2,0 m) dapat digunakan untuk menahan gerakan tanah dari tipe longsor yang relatif tidak aktif, sumuran ini terdiri dari cincin cincin beton pracetak dan dimasukkan pada sumuran yang digali sampai mencapai kedalaman di bawah bidang longsorannya.

c. Membuat bronjong

Bronjong isi batuan cocok digunakan pada lereng lokasi penelitian, bronjong yang berisi batuan-batuan besar diletakkan pada kaki lereng timbunan.

2. Pencegahan longsor

a. Menanam rumput atau tumbuhan perintis

Tumbuh-tumbuhan hampir pasti menjadi bentuk terbaik untuk proteksi lereng, khususnya menahan erosi pada lereng tersebut.

b. Melapisi lereng dengan dinding tipis

Dengan adanya dinding (beton tipis) yang melapisi muka lereng tersebut maka lereng akan terhindar dari erosi baik oleh air maupun udara serta terhindar dari pengaruh perubahan cuaca yang dapat menyebabkan terjadinya pelapukan

c. Penirisan lereng

Kehadiran air akan mempertinggi tekanan air pori sehingga mengurangi kekuatan batuan. Maka kegiatan yang harus dilakukan untuk melindungi lereng dari pengaruh air ini adalah dengan membuat sodetan atau jalan air agar air mengalir ke daerah yang tidak berbahaya atau keluar dari tubuh lereng.

KESIMPULAN

Lereng *disposal* disusun oleh fraksi batupasir halus, batulanau hingga lempung dengan ukuran butir 0,125 – 0,001 mm serta luas *disposal* Wetland adalah 49,5 ha. Material yang terdapat di *disposal* merupakan *loose material* (material lepas) yang bersifat *ex-situ*. Kestabilan lereng dengan metode Fellenius untuk lereng keseluruhan memiliki ketentuan Faktor Keamanan adalah 1,3. Faktor Keamanan dari ketiga sayatan penampang A-A', B-B', dan C-C' pada kondisi kering berturut-turut adalah 2,120;1,861;2,223 yang dihitung secara manual dan 2,055; 1,874; 2,220 yang dihitung menggunakan aplikasi *software* Rocscience slide v.6.0 sehingga lereng secara keseluruhan dapat dinyatakan stabil. Upaya penguatan lereng dan pencegahan longsor dapat dilakukan dengan beberapa cara yakni dengan memasang dinding penopang isian batu/semen, membuat sumuran dan

brojong menanam rumput atau tumbuhan perintis, Melapisi lereng dengan dinding tipis, dan sistem penirisan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih yang tulus dan sebanyak-banyaknya kepada pihak yang terhormat seluruh staf di PT Bukit Asam Tbk sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan berjalan dengan baik.

REFERENSI

Anwar, H. Z., dan Kesumadhama, S. 1991. *Konstruksi Jalan di daerah Pegunungan tropis*. Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia: PIT ke-20.
Arif, I. 2016. *Geoteknik Tambang*. PT Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

Bowles, J.E. 1991. *Sifat-sifat Fisik & Geoteknis Tanah*. Erlangga: Jakarta.
Das, B.M. 1985. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga..
Das, B. M. 1994. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah II, Edisi 3*. Gajah Mada University Press: Bandung.
Hardiyatmo, H. C. 2006. *Mekanika Tanah II, Edisi 3*. Gajah Mada University Press: Bandung.
Hernawan, R. F. 1993. *Ketanggapan Stabilitas Lereng Perbukitan Rawan Gerakan tanah atas Tanaman Keras, Hujan & Gempa*. Disertasi: UNPAD.
Tenriajeng, A. T. 2003. *Pemindahan Tanah Mekanis*. Gunadarma: Jakarta.
Zakaria, Z. 2011. *Analisis Kestabilan Lereng Tanah*. Bandung: Fakultas Teknik Geologi Universitas Padjadjaran.