

## **Stabilisasi Optimal Lereng Timbunan Overburden pada Area Disposal PT Insani Baraperkasa Tambang Loa Janan, Provinsi Kalimantan Timur Dengan Rekayasa Geoteknik**

Optimal Stabilization of Overburden in Disposal Area PT Insani Baraperkasa Loa Janan, East Kalimantan Province With Geotechnical Engineering

<sup>1</sup>Syahril Huda Andriyan, <sup>2</sup>Febri Hirnawan, <sup>3</sup>Yuliadi

<sup>1,2,3</sup>*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung  
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116*

*email: <sup>1</sup>syahril.andriyan@gmail.com, <sup>2</sup>febrihirnawan@gmail.com, <sup>3</sup>yuliadims@gmail.com*

**Abstract.** The practice of overburden stockpiling in the low wall area may occur as the landslide like occurred in North and South Pit at PT Insani Baraperkasa (PT IBP) - Loa Janan Mine. The landslide is feared will extend to high wall and could disturb the mining process. With a limited landfill area of 862,216 m<sup>2</sup>, geotechnical engineering is carried out to get the optimum disposal slope model but still safe (not landslide) and overburden hoarding activities in the low wall area that has been carried out at this time is 5,229,337.75 LCM can be increased to 20,000,000 LCM targeted by PT Insani Baraperkasa. The research methodology used such as literature study, data collection (field observation and laboratory testing), and analysis of slope stability by using Limited Equilibrium Method to obtain optimal slope management. The result of this research is known the safe disposal model can use a model in the height of 100 meter with overall slope angle of 12° with an overburden volume that can be accommodated at 8.269.529,9 LCM for stabilization based on geometrical with Safety Factor (SF) value of landfill increased to 1,300 from 0,630.

**Keywords:** Geotechnical Engineering, Disposal, Slope Stability, Safety Factor.

**Abstrak.** Dalam pelaksanaannya penimbunan overburden di area low wall dapat menyebabkan longsor sebagaimana yang terjadi pada Pit Utara dan Selatan PT Insani Baraperkasa (PT IBP) – Tambang Loa Janan. Longsoran yang telah terjadi tersebut dikhawatirkan akan meluas ke arah high wall, sehingga dapat mengganggu proses penambangan yang sedang berlangsung. Dengan luas lahan penimbunan yang terbatas seluas 862.216 m<sup>2</sup>, maka perlu dilakukan rekayasa geoteknik untuk mendapatkan model lereng timbunan yang optimum namun tetap aman (tidak longsor) serta kegiatan penimbunan overburden di area low wall yang telah dilakukan saat ini sebesar 5.229.337,75 LCM dapat ditingkatkan sampai 20.000.000 LCM sesuai dengan target PT Insani Baraperkasa. Kegiatan penelitian memiliki beberapa tahapan seperti Studi literatur, Pengambilan Data (Observasi lapangan dan Pengujian laboratorium), dan Analisis data kestabilan lereng dengan metode kesetimbangan batas (Limited Equilibrium Method) untuk mendapatkan desain lereng yang optimal. Dari penelitian ini diketahui bahwa model timbunan yang aman dan ekonomis berupa model dengan tinggi lereng keseluruhan 100 meter dengan sudut lereng 12° dengan volume overburden yang dapat ditampung sebesar 8.269.529,9 LCM berdasarkan stabilisasi berupa perubahan geometri dengan peningkatan faktor keamanan (FK) menjadi 1,300 dari 0,630.

**Kata Kunci:** Rekayasa Geoteknik, Timbunan, Kestabilan Lereng, Faktor Keamanan.

### **A. Pendahuluan**

Penambangan batubara secara garis besar terdiri dari sederetan tahapan land clearing, pemindahan tanah pucuk, pengupasan lapisan penutup batubara (overburden), dan kemudian pengambilan batubara. Semakin dalam batubara yang akan ditambang maka semakin besar volume lapisan penutup batubara yang harus dikupas. Lapisan penutup batubara tersebut harus dipindahkan ke tempat yang dinamakan daerah tanah disposal agar tidak mengganggu proses penambangan. Penimbunan overburden memerlukan lahan yang luas namun tidak menghasilkan keuntungan untuk perusahaan, sehingga menjadi masalah bagi industri pertambangan batubara. Akibatnya banyak perusahaan yang melakukan penimbunan overburden di area penambangan (in pit dump) yaitu di area low wall. Dalam pelaksanaannya akibat penimbunan overburden di area low wall dapat menyebabkan terjadinya longsoran sebagaimana yang telah terjadi pada

tambang batubara PT Insani Baraperkasa (PT IBP) Loa Janan. Sehubungan dengan longsoran yang telah terjadi dikhawatirkan longsor akan meluas ke arah high wall dan dapat mengganggu proses penambangan yang sedang berlangsung. Dengan luas lahan penimbunan yang terbatas sebesar 862.216 m<sup>2</sup>, maka perlu dilakukan rekayasa geoteknik untuk mendapatkan model lereng timbunan yang optimum namun tetap aman (tidak longsor) serta kegiatan penimbunan overburden di area low wall yang telah dilakukan saat ini sebesar 5.229.337,75 LCM dapat ditingkatkan sampai mencapai 20.000.000 LCM sesuai dengan target PT Insani Baraperkasa.

Tujuan penelitian untuk mengoptimalkan penimbunan *overburden* pada area disposal adalah Memperoleh model lereng timbunan tanah disposal yang sesuai dengan kriteria desain untuk meningkatkan daya tampung *overburden* secara maksimal di area *low wall*.

## B. Landasan Teori

### Kestabilan Lereng

Prinsip dasar analisis kestabilan lereng secara sederhana meliputi peran dua hal, yaitu gaya-gaya penahan (kekuatan yang dimiliki lereng agar tidak longsor) dan gaya-gaya pendorong (gaya yang menyebabkan terjadinya longsor). Jika gaya penahan lebih besar dari gaya pendorong maka lereng akan stabil, begitu pula sebaliknya jika gaya pendorong lebih besar dari pada gaya penahan maka akan terjadi longsor. Dalam menentukan tingkat kestabilan lereng tersebut dikenal istilah faktor keamanan (*Safety Factor*). Faktor keamanan dapat disesuaikan dengan keperluan sebagaimana yang kemukakan oleh Bowles, 1984 (Tabel 1).

**Tabel 1.** Klasifikasi Faktor Keamanan

Faktor Keamanan	Kondisi
< 1,07	Labil (Longsor terjadi)
1,07 – 1,25	Kritis (Longsor pernah terjadi)
> 1,25	Stabil (Longsor jarang terjadi)

Sumber : (Bowles, 1984)

### Stabilisasi Lereng

Stabilisasi lereng merupakan kegiatan yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga stabilitas lereng. Menurut (Abramson, et al., 2001) dalam menentukan metode yang akan diterapkan dalam upaya menjaga stabilitas lereng perlu dipertimbangkan beberapa faktor, seperti :

#### 1. Waktu dan Biaya

Waktu dan biaya merupakan hal sangat penting dalam menentukan metode stabilisasi yang sesuai. Hal ini sejalan dengan prinsip industri pertambangan yang menggunakan metode yang paling ekonomis dan juga efektif. Sehingga metode yang dipertimbangkan adalah metode yang membutuhkan waktu yang relatif singkat, namun dengan biaya yang relatif murah pula.

#### 2. Batasan Teknis (*Technical Constraint*)

Batasan teknis meliputi faktor-faktor antara lain tipe material penyusun lereng, rayapan pada permukaan tanah, tingkat korosi (*corrosivity*) material, dan faktor-faktor lainnya (Arif, 2016). Selain masalah karakteristik bahan faktor-faktor seperti ketersediaan material, alat, serta tenaga kerja juga perlu diperhitungkan karena akan berhubungan dengan waktu dan biaya.

#### 3. Batasan Lokasi (*Site Constraint*)

Batasan lokasi ini berhubungan dengan luasan area yang akan dilakukan

stabilisasi. Sebagai contoh apabila stabilisasi lereng menggunakan *shotcrete* (beton tembak) maka luas area yang dilakukan stabilisasi akan lebih luas apabila menggunakan *rock bolt* (baut batuan). Namun batasan ini harus dipertimbangkan kembali terhadap faktor waktu dan biaya.

#### 4. Batasan Lingkungan (*Environmental Constraint*)

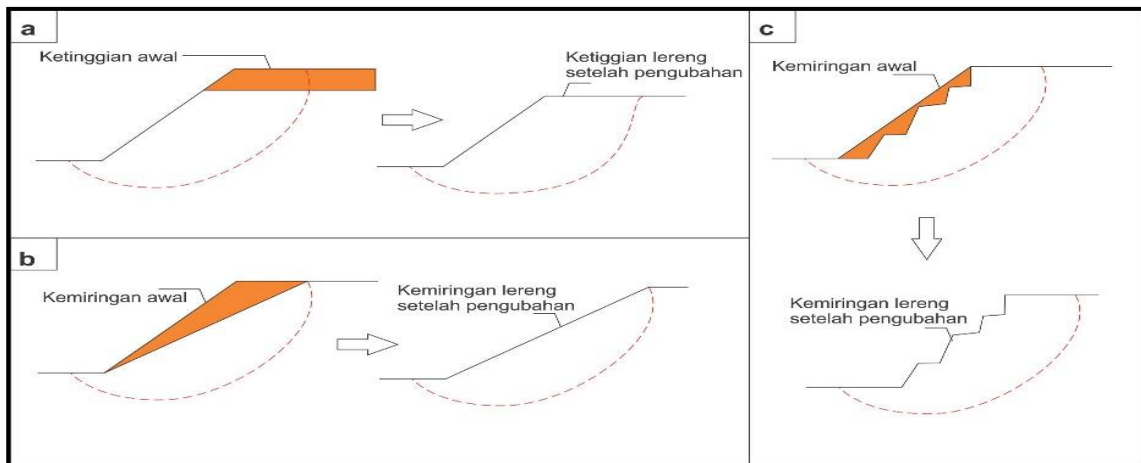
Batasan lingkungan merupakan masalah yang sangat penting dalam industri pertambangan, sehingga perlu diperhatikan apakah selama atau sesudah kegiatan stabilisasi memiliki dampak terhadap lingkungan atau tidak.

Menurut Hoek dan Bray (1981), metode stabilisasi lereng dapat dibagi menjadi tiga, yaitu:

##### 1. Metode penanggulangan longsoran dengan mengurangi daya dorong.

###### a. Perubahan geometri lereng

Merubah geometri lereng merupakan hal paling sering dilakukan dalam kegiatan stabilisasi lereng karena mudah dilakukan dan tidak memerlukan biaya, namun akan berdampak terhadap rencana penambangan serta perolehan bahan galian yang akan di tambang. Metode ini biasanya melakukan perubahan terhadap ketinggian atau kemiringan lereng.



**Gambar 1.** Skema Perubahan Geometri Lereng

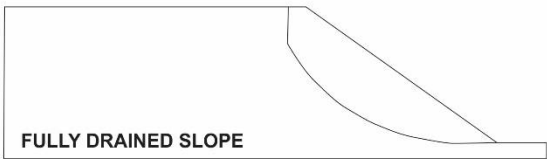
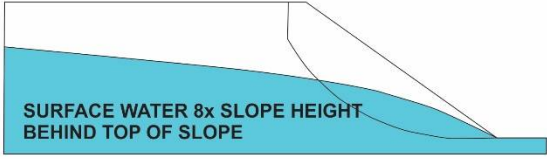

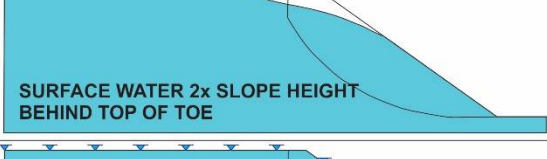

###### b. Drainase air permukaan

Air merupakan salah satu faktor penyebab longsor karena dapat menambah berat (massa) material longsor yang akan bergerak serta meningkatkan gaya pendorong. Mengalirkan air permukaan merupakan langkah awal yang dapat dilakukan dalam kegiatan stabilisasi dan cukup mudah dilakukan karena pergerakan air permukaan dapat dilihat dan di prediksi dengan kajian hidrologi.

##### 2. Metode penanggulangan longsroan dengan memperbesar gaya tahan

###### a. Penirisan air rembesan

Air bawah tanah (Gambar 2) merupakan masalah yang cukup serius karena dapat meningkatkan tekanan air pori pada lereng (gaya pendorong), sehingga dapat menurunkan faktor keamanan. Metode yang biasa digunakan dalam melakukan penirisan air rembesan berupa saluran horizontal pada lereng dan terowongan penirisan (*drainage tunnel*).

GROUNDWATER FLOW CONDITION	CHART NUMBER
 <p>FULLY DRAINED SLOPE</p>	<b>1</b>
 <p>SURFACE WATER 8x SLOPE HEIGHT BEHIND TOP OF SLOPE</p>	<b>2</b>
 <p>SURFACE WATER 4x SLOPE HEIGHT BEHIND TOE OF SLOPE</p>	<b>3</b>
 <p>SURFACE WATER 2x SLOPE HEIGHT BEHIND TOP OF TOE</p>	<b>4</b>
 <p>SATURATED SLOPE SUBJECTED TO HEAVY SURFACE RECHARGE</p>	<b>5</b>

Sumber : (Hoek & Bray, 1981) dengan modifikasi

**Gambar 2.** Kondisi Air Tanah Pada Lereng

b. Penguatan

Setelah melakukan perubahan geometri lereng dan pengendalian air hal yang dilakukan untuk memperbesar gaya penahan pada lereng adalah penguatan (*reinforcement*). Dalam melakukan penguatan harus memperhatikan jenis material yang dihadapi (lereng tanah atau batuan), jenis keruntuhan yang mungkin timbul, dan faktor-faktor yang dapat menyebabkan terjadinya keruntuhan lereng (Arif, 2016).

Metode yang biasa dilakukan dalam melakukan penguatan lereng tambang dapat berupa tanah bertulang (*soil nailing*), baut batuan (*rock bolt*), beton tembak (*shotcrete*).

3. Proteksi terhadap material lepas

Proteksi terhadap material lepas diperlukan untuk mengantisipasi terjadinya jatuhnya batuan atau bahkan longsoran sehingga dampak yang di timbulkan tidak meluas. Pada kegiatan pertambangan proteksi yang biasa dilakukan adalah membentuk *ramp* atau pun tanggul penahan.

### Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Kestimbangan Batas

Metode kesetimbangan batas merupakan metode yang sangat populer untuk digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng tipe gelincir translasional dan rotasional. Pada metode ini, perhitungan analisis kestabilan lereng hanya menggunakan kondisi kesetimbangan statik dan mengabaikan adanya hubungan tegangan-regangan pada lereng. Asumsi lainnya, yaitu geometri dari bentuk bidang runtuh harus diketahui

dan ditentukan terlebih dahulu. Kondisi kestabilan lereng dalam metode kesetimbangan batas dinyatakan dalam indeks faktor keamanan yang dihitung menggunakan kesetimbangan gaya, kesetimbangan momen, atau menggunakan kedua kondisi kesetimbangan tersebut (Arif, 2016).

**C. Hasil Penelitian dan Pembahasan**

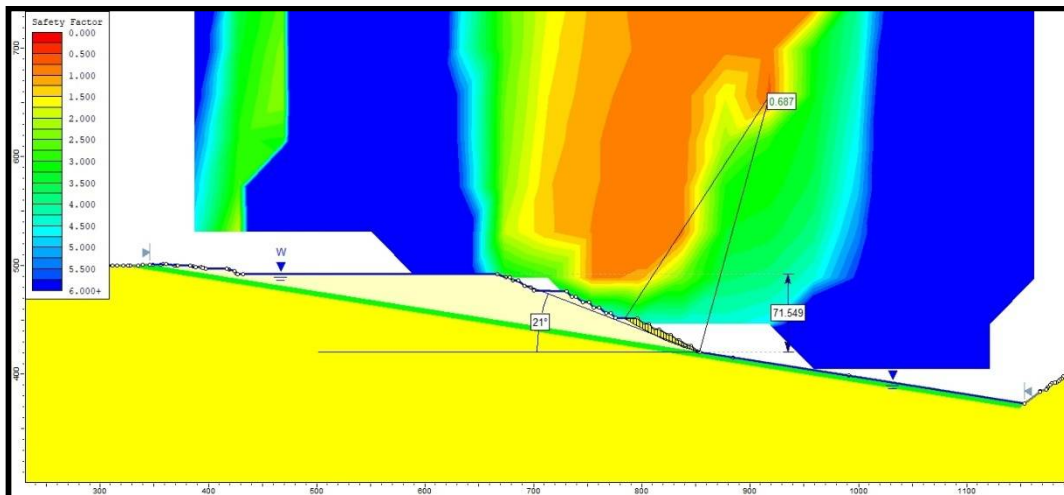
**Model Lereng Timbunan Sebelum Longsor**

Analisis faktor keamanan model lereng yang dilakukan untuk mengetahui faktor keamanan lereng aktual sebelum longsor berupa material timbunan alami menggunakan metode kesetimbangan pada lereng timbunan dengan tinggi 71,549 m dan kemiringan 21° dengan input parameter berupa.

**Tabel 2.** Input Parameter Geoteknik Aktual

Material	Depth (m)	Unsaturated Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Saturated Density (gr/cm <sup>3</sup> )	Cohesion (kg/cm <sup>2</sup> )	Friction Angle (deg)
Disposal Natural	1 – 5	1,717	1,988	0,09	26
Claystone	5 – 11	1,785	2,1	3,51	17,44
Sandstone	11 - 26	1,845	2,22	5,22	23,48

Contoh dari hasil pemodelan yang telah dilakukan dengan *output* berupa faktor keamanan (FK) dengan menggunakan metode kesetimbangan batas (Bishop) dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hasil Eksekusi Model Berdasarkan Input Parameter Sebelum Longsor

Adapun hasil dari semua hasil pemodelan dengan kesetimbangan batas kondisi aktual dengan kondisi muka air tanah yang berbeda-beda dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Nilai FK dengan Input Parameter Aktual

Tinggi Lereng Timbunan (m)	Nilai FK Lereng Aktual				
	Kondisi MAT				
	1	2	3	4	5

## Model Penimbunan Disposasi yang Optimum

Tujuan dari pemodelan disposasi yang optimum adalah untuk mengetahui banyak overburden yang dapat ditampung di area disposasi yang nantinya akan berpengaruh terhadap rencana penambangan selanjutnya. Kategori yang digunakan dalam menentukan model penimbunan disposasi yang optimum adalah faktor keamanan yang stabil ( $> 1,3$ ), sehingga diharapkan tidak terjadi longsor kembali yang akan mengganggu proses penambangan sebagaimana yang dibuktikan pada Tabel 3 dengan kondisi MAT5 didapat FK sebesar 0,687 yang menandakan lereng sangat tidak stabil. Untuk menentukan model disposasi yang optimum tersebut maka dilakukan stabilisasi dengan cara perubahan geometri.

Stabilisasi lereng timbunan dengan cara merubah geometri memiliki kekurangan diantaranya dapat memperkecil volume overburden yang dapat ditampung di area disposasi, sehingga memerlukan area baru diluar pit untuk melakukan penimbunan disposasi berikutnya. Berikut hasil dari simulasi lereng timbunan dengan cara merubah geometrinya untuk mendapatkan model penimbunan lereng yang mencapai kriteria desain dan volume overburden maksimal yang dapat ditampung

**Tabel 4.** Nilai FK Hasil Simulasi Kondisi Aktual

Geometri Lereng		Faktor Keamana (FK)					Volume OB Maksimal (LCM)
H (m)	Slope (°)	MAT1	MAT2	MAT3	MAT4	MAT5	
80	12	2,590	1,437	1,455	1,361	1,330	7.194.007,15
	14	2,170	1,336	1,248	1,179	1,093	8.304.172,90
	16	1,908	1,246	1,139	1,020	0,944	9.141.559,00
	18	1,697	1,107	1,014	0,896	0,829	9.797.133,60
	20	1,536	1,130	0,978	0,811	0,737	10.316.858,25
90	12	2,557	1,441	1,423	1,348	1,307	7.655.426,95
	14	2,168	1,307	1,235	1,144	1,091	9.068.279,25
	16	1,890	1,205	1,104	1,007	0,929	10.133.984,00
	18	1,684	1,126	0,967	0,890	0,816	10.968.301,75
	20	1,519	1,104	0,966	0,807	0,723	11.638.778,50
100	12	2,544	1,429	1,411	1,355	1,300	8.269.529,90
	14	2,165	1,307	1,185	1,131	1,083	10.003.531,45
	16	1,876	1,170	1,089	0,998	0,922	11.321.573,65
	18	1,670	1,058	0,990	0,869	0,807	12.345.903,40
	20	1,504	0,988	0,856	0,782	0,714	13.172.585,15

Rekomendasi model atau geometri lereng timbunan yang paling memenuhi kriteria desain berdasarkan perubahan geometri lereng pada kondisi lereng jenuh air dan terjadi gempa (kemungkinan terburuk) untuk rencana penimbunan selanjutnya berupa tinggi 100 meter dan kemiringan lereng keseluruhan adalah  $12^\circ$  dengan faktor keamanan (FK) sebesar 1,300 serta volume overburden maksimal yang dapat ditampung sebanyak 8.269.529,90 LCM.

### D. Kesimpulan

Dari pemaparan yang telah disampaikan dapat disimpulkan bahwa model timbunan yang aman (kriteria desain) dan ekonomis (daya tampung maksimal) maka model timbunan yang dapat digunakan selanjutnya adalah tinggi lereng timbunan keseluruhan 100 meter dengan sudut lereng keseluruhan  $12^\circ$  untuk stabilisasi berdasarkan perubahan geometri dengan volume *overburden* maksimal yang dapat ditampung di area *low wall* setelah dilakukan perbaikan faktor keamanan pada kondisi lereng jenuh menjadi 8.269.529,9 LCM (perubahan geometri).

### **Daftar Pustaka**

- Abramson, Lee, Sharma & Boyce, 2001. *Slope Stability and Stabilization Methods. 2nd Edition*. New York: A Wiley-Interscience Publication. Jhon Wiley & Sons, Inc..
- Arif, I., 2016. *Geoteknik Tambang*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Bowles, J. E., 1984. *Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Jakarta: Erlangga.
- Hoek & Bray, 1981. *Rock Slope Engineering 3rd*. London: Institution of Mining and Metallurgy.