

# ANALISIS KESTABILAN LERENG TIMBUNAN TAILING BAUKSIT: STUDI KASUS PT. LAMAN MINING KECAMATAN HILIR UTARA

Herman<sup>1</sup>, Firman<sup>2</sup>

1&2Jurusan Teknik Pertambangan Politeknik Negeri Ketapang  
Bluesickz12@gmail.com

## ABSTRACT

*Bauxite mineral commodities in Indonesia are very abundant, based on Pusdatin data, 2016. Bauxite mineral mining is carried out by the method of selective open mining (surface mining), where in its application this method tends to change the morphology in a fairly large area. PT. Laman Mining is one of the mining companies currently operating in Ketapang Regency, and produces residual deposits. From the research conducted it was found that the tailing disposal angle can be made up to 80 degrees and in model two the level should not exceed 45 degrees with factor of safety 1.398. and tailing residues are also utilized, through compressive strength testing, it is found that sample 1:1 have medium quality and sample 1:2 low quality based on SNI.*

**Keywords :** *Bauksit, tailing bauksit, Kemantapan lereng*

## I. Pendahuluan

Komoditas mineral Bauksit di Indonesia sangatlah melimpah, berdasarkan data Pusdatin, 2016, cadangan mineral Bauksit sebanyak 1.26 milyar ton bijih serta sumberdaya mineral bauksit sebanyak 3.61 milyar ton, dengan produksi yang bervariasi setiap tahunnya yang menyesuaikan dengan kegiatan penambangan dan permintaan konsumen<sup>1</sup>.

Penambangan mineral Bauksit dilakukan dengan metode tambang terbuka (surface mining), dimana pada aplikasinya metode ini cenderung merubah morfologi di daerah yang cukup luas. Dampak perubahan mencakup pembersihan lahan, pemindahan tanah penutup, pengangkutan mineral Bauksit dan penimbunan tanah penutup ke lahan bekas penambangan (*back filling*)<sup>2</sup>. Permasalahan utama pada penambangan mineral Bauksit adalah reklamasi, polusi debu dan kehilangan vegetasi alami.

Saat ini, langkah untuk meminimalisir dampak diatas adalah dengan memanfaatkan kembali tanah penutup yang telah dikupas

kemudian ditanami kembali tanaman sesuai dengan kesepakatan warga sekitar, sedangkan untuk polusi debu, solusi yang dilakukan adalah penyiraman jalan tambang (*hauling*) secara rutin untuk mengurangi debu yang berterbangan. Selain ketiga permasalahan diatas, penambangan mineral Bauksit menyisakan residu bekas pencucian mineral Bauksit (*tailing*) yang cukup melimpah. Residu ini diperoleh melalui kegiatan pencucian mineral Bauksit, hasil pencucian akan larut terbawa air dan diendapkan di kolam pengendapan (*sediment pond*), kegiatan yang berlangsung terus menerus menyebabkan penumpukan residu, sehingga perlu dilakukan suatu upaya pengerukan terhadap kolam pengendapan kemudian ditimbun di areal tumpukan residu.

Tujuan dari penelitian ini adalah mencari solusi penanganan tumpukan residu mineral Bauksit yang terjadi di PT. Laman Mining, yang mana perusahaan ini telah beroperasi sejak 9 Desember 2009, dan memiliki luas lahan sebesar 31.240,74 hektar. Kegiatan

penambangan dimulai dari proses pembersihan lahan, pengupasan tanah penutup, pengambilan bijih (*ore*), pencucian bijih menjadi material tercuci (*washed bauxite*), dan pengangkutan ke tongkang (*jetty*). Penambangan yang berkelanjutan berdampak pada keberlangsungan kegiatan pencucian, dan pencucian menyisakan residu yang terus menumpuk, oleh sebab itu dicari suatu upaya penanggulangan tumpukan residu. Adapun penanggulangan yang akan ditawarkan adalah melalui upaya perbaikan desain tumpukan atau timbunan residu mineral Bauksit, dan timbunan ini sangat dekat dengan area pencucian (*washing plant*). Selain melakukan upaya perbaikan desain timbunan, residu juga akan dimanfaatkan guna meningkatkan nilai ekonomis dari residu. Aplikasi pemanfaatan seperti pemanfaatan pembuatan semen dikarenakan kandungan alumunium yang masih tersisa pada residu, konstruksi jalan seperti yang telah dibangun di Perth – Bunbury yang telah dibuka sejak 2009, konstruksi bendungan, dan produksi batubata dengan mencampurkan tanah liat,

serpihan lempung, pasir, dan fly ash<sup>3</sup>.

Desain timbunan yang ditawarkan berdasarkan kajian teoritis kemantapan lereng, yang selanjutnya akan dibahas pada Bab berikutnya.

## II. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Bauksit

Bauksit merupakan material alam yang keterdapatannya melimpah berupa tanah atau batuan yang tersusun dari komposisi utama berupa mineral alumunium hidroksida seperti gibsit, buhmit, dan diaspor. Selain mineral utama, bauksit juga mengandung mineral pengotor atau mineral gangue seperti kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ), titanium oksida ( $\text{TiO}_2$ ), besi oksida ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), mineral lempung dan air yang umumnya hadir dalam bauksit<sup>4</sup>.

Bauksit diolah menjadi alumunium, dan alumunium merupakan logam lunak yang digunakan untuk bahan baku industri seperti komponen otomotif, bahan konstruksi, peralatan rumah tangga dan sebagainya. Indonesia memiliki potensi bauksit yang relatif besar

terutama di pulau Bintan dan Kalimantan Barat. Kalimantan Barat memiliki sumberdaya bauksit sebesar 3.268.533.344 ton, cadangan bauksit sebesar 1.129.154.090 ton secara luas dan tersebar merata di Kabupaten Pontianak, Bengkayang, Sanggau, Mempawah, Landak, Ketapang, Sekadau, Kubu Raya, dan Kayong Utara (Pusat Data dan Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012).

Bauksit dicirikan dengan komposisi utama berupa oksida besi, titanium oksida, silikonoksida, dan alumunium tak larut bersama dengan berbagai oksida lain yang bervariasi sesuai dengan asal bauksit. Dari senyawa besi di bauksit dengan konsentrasi tinggi memberikan karakteristik warna merah pada produk sampingannya, dan dikenal dengan istilah “Lumpur Merah” (red mud). Dan jenis komposisi kimia tailing bauksit dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Residu Bauksit

Komponen	Kisaran Umum (%)
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	20 – 45
$\text{Al}_2\text{O}_3$	10 – 22
$\text{TiO}_2$	4 – 20
$\text{CaO}$	0 – 14
$\text{SiO}_2$	5 – 30
$\text{Na}_2\text{O}$	2 – 8

### 2.2 Kemantapan Lereng

Teori kemantapan lereng, baik itu lereng buatan (yang dikerjakan oleh manusia) maupun lereng alami (yang terbentuk secara alami di alam), dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dinyatakan secara sederhana sebagai gaya-gaya penahan dan gaya-gaya penggerak yang menyatakan terhadap kemantapan lereng tersebut. Dalam keadaan gaya penahan yang lebih besar dari gaya penggeraknya maka akan menyebabkan kondisi lereng tersebut dalam kondisi mantap (stabil), sebaliknya apabila gaya penahan menjadi lebih kecil dibandingkan

dengan gaya penggerak, maka lereng tersebut menjadi tidak mantap dan longsoran pun terjadi<sup>5</sup>.

Sebenarnya longsoran tersebut merupakan proses alam untuk mendapatkan sebuah kondisi kemantapan lereng yang baru (keseimbangan yang baru), dimana gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak. Untuk menyatakan bobot (tingkat) kemantapan lereng dikenal dengan yang disebut dengan “faktor keamanan” (safety factor), yang secara matematis perbandingan antara besarnya gaya penahan dan gaya penggerak yang menyebabkan terjadinya longsoran dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$f = \frac{\text{gaya penahan}}{\text{gaya penggerak}}$$

dari persamaan diatas, diketahui bahwa apabila harga  $f$  untuk suatu lereng  $> 1,0$  maka artinya gaya penahan lebih besar dibandingkan dengan gaya penggerak, sehingga lereng tersebut berada dalam kondisi stabil/aman. Tetapi apabila harga  $f < 1,0$  yang mana artinya dalah gaya penahan lebih kecil dibandingkan dengan gaya penggerak, maka lereng tersebut dinyatakan dalam kondisi tidak stabil/tidak aman sehingga berpotensi menyebabkan longsoran. Apabila pada kondisi  $f = 1,0$  yang berarti bahwa gaya penahan sebanding dengan gaya penggerak, dengan kata lain lereng tersebut berada dalam kondisi kritis.

### III. Metodologi

#### 3.1 Prosedur Kerja

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan melakukan survei secara langsung ke lokasi PT. Laman Mining untuk memperoleh data geometri timbunan tailing yang sudah ada, seperti luas area penumbunan, tinggi timbunan, sudut timbunan, dan mengambil sampel yang berguna untuk kebutuhan laboratorium. Setelah proses survei dan pengambilan data selanjutnya dilakukan uji terhadap sampel timbunan tailing tersebut untuk memperoleh nilai kekuatan geser timbunan, kuat Tarik timbunan, sifat fisik seperti bobot isi, porositas, daya dukung tanah, korosif, dan kepadatan tanah timbunan.

Setelah seluruh data diperoleh kemudian dilakukan perhitungan kemantapan lereng untuk melihat seberapa besar nilai faktor keamanan

dari lereng timbunan yang sudah ada, sehingga dapat dilakukan desain yang lebih baik dengan melakukan serangkaian trial and error percobaan running program Slope-W dan Slide untuk meningkatkan kapasitas dari timbunan, serta kemantapan dari timbunan. Dimana semakin meningkatnya kapasitas timbunan dan semakin mantap lereng dari timbunan tersebut maka produksi yang dilakukan di PT. Laman Mining dapat tetap berlangsung.

#### 3.2 Analisis Data

Lereng alami maupun lereng buatan, dapat terbentuk dari tanah maupun batuan yang berstruktur maupun kontinu. Untuk itu, metode analisis kemantapan lereng sangat berbeda, tergantung pada kondisi material pembentuk dari lereng tersebut. Artinya terdapat metode yang cocok digunakan untuk tanah yang sifatnya homogeny dan kontinu, maupun pada massa batuan yang keras dan kompak.

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 (stereonet) untuk batuan yang kompak atau berstruktur. Pada penelitian ini akan digunakan metode analisis kemantapan lereng menggunakan metode Bishop. Metode ini dipilih berdasarkan asumsi bahwa pada lereng timbunan di PT. Laman Mining terjadi longsoran busur, hal ini dikarenakan material timbunan adalah tanah sisa pencucian bauksit di *washing plant (tailing)*, sehingga persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$f = \frac{1}{\sum W \sin \alpha} \sum \left( [c' + (W - ub) \tan \phi'] \frac{\sec \alpha}{1 + (\tan \alpha \tan \phi' / f)} \right)$$

Diketahui:

- $f$  : faktor kemaanan
- $c'$  : kohesi dari material timbunan
- $W$  : berat dari irisan timbunan
- $b$  : lebar dari irisan timbunan
- $\alpha$  : sudut kemiringan dari timbunan
- $\phi'$  : sudut gesek dalam dari timbunan

Selain melakukan analisis desain timbunan, pembuatan bahan bangunan berbahan dasar residu bauksi atau tailing juga dilakukan, yakni

pembuatan paving block dan batubata, yang dibuat menggunakan cetakan dan kemudian didiamkan selama 28 hari berdasarkan standar uji mutu. kekuatan beton. SNI yang digunakan sebagai rujukan adalah *SNI 15-2094-2000* dan *SNI 03-0691-1996*, sampel yang dibuat akan dibandingkan dengan kedua standar tersebut.

	Standar		
	MDD	1.80 gr/cm <sup>3</sup>	1.50 gr/cm <sup>3</sup>
	OMC	14.25%	22.60%
4	Direct Shear Test		
	Sudut Gesek Dalam	37.89°	38.9°
	Kohesi	8.83 kPa	20.6 kPa

#### IV. Hasil dan Pembahasan

Data diperoleh dari lapangan kemudian dilakukan pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah-Geoteknik Universitas Gadjah Mada, dengan jenis uji yang dilakukan meliputi Specific gravity, ukuran butir, pemadatan standar, dan direct shear. Pengujian dilakukan pada dua sampel yang diperoleh dari lapangan PT. Laman Mining. Yakni tanah dasar dan tailing bauksit yang selanjutnya akan dimodelkan kedalam aplikasi numeric.

##### 4.1 Pengujian Laboratorium

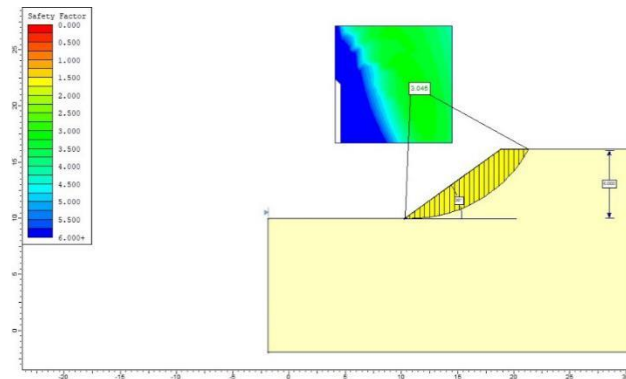
Sampel yang digunakan dalam pengujian meliputi sampel yang diperoleh dari lapangan, yang terdiri dari tanah dasar timbunan tailing bauksit, dan tailing bauksit sendiri, jumlah sampel yang diperoleh dari lapangan masing-masing seberat 20kg dan yang digunakan untuk pengujian di Laboratorium Mekanika Tanah adalah sebanyak 15kg untuk masing-masing sampel. Berikut adalah rangkuman pengujian

Tabel 4.1 Hasil pengujian di Laboratorium

No.	Jenis Pengujian	Sampel Tanah Dasar	Sampel Tailling
1	Specific Gravity	2.68	2.68
	Bulk density	19.84 kN/m <sup>3</sup>	18.01 kN/m <sup>3</sup>
	Dry density	17.55 kN/m <sup>3</sup>	14.61 kN/m <sup>3</sup>
2	Grain Size		
	Kerikil	0.00%	0.00%
	Pasiran	73.05%	98.49%
	Finer # 200	26.95%	1.51%
	Cu		4.52
	CC		0.98
3	Pemadatan		

Data diatas diperoleh berdasarkan pengujian laboratorium tanah berjenis loose material, sehingga memerlukan perlakuan khusus agar dapat dilakukan uji kekuatan gesernya, adapun data yang diperlukan yaitu data densitas dan pemadatan standar yang digunakan untuk mengetahui nilai parameter tegangan geser optimum material. Dapat digambarkan pada Tabel 4.1 bahwa densitas material tanah dasar lebih tinggi bila dibandingkan dengan material timbunan tailing, hal ini diakibatkan oleh masih banyaknya material pengikat lempung, yakni material finer atau material yang lolos pada saringan #200 sebesar 26.95% dengan diperoleh hasil pengujian kekuatan gesernya 8.83 kPa dan 20.6 kPa untuk Kohesi, sedangkan sudut gesek dalamnya adalah 37.89° dan 38.9° pada tanah dasar dan timbunan tailing.

Parameter uji yang diperoleh diatas selanjutnya digunakan sebagai parameter input material pada desain boundary yang telah dibuat berdasarkan model konseptual yang dibuat untuk mengakomodir pelaksanaan analisis kestabilan timbunan. Model konseptual yang dibuat yakni timbunan dengan sudut tertentu, untuk kebutuhan uji awal digunakan sudut timbunan yakni sebesar 36° berdasarkan pada pengukuran yang dilakukan dilapangan dan ketinggian timbunan 6 meter. Berdasarkan data input yang dimasukkan kedalam model pada software Rocscience Slide, posisi timbunan stabil, pada posisi nilai faktor keamanan sebesar 3.045 untuk simulasi lereng timbunan tunggal yang ada dilapangan. Berikut adalah gambaran simulasi numerik yang dilakukan pada model:



Gambar 4.1 Faktor Keamanan Lereng Timbunan

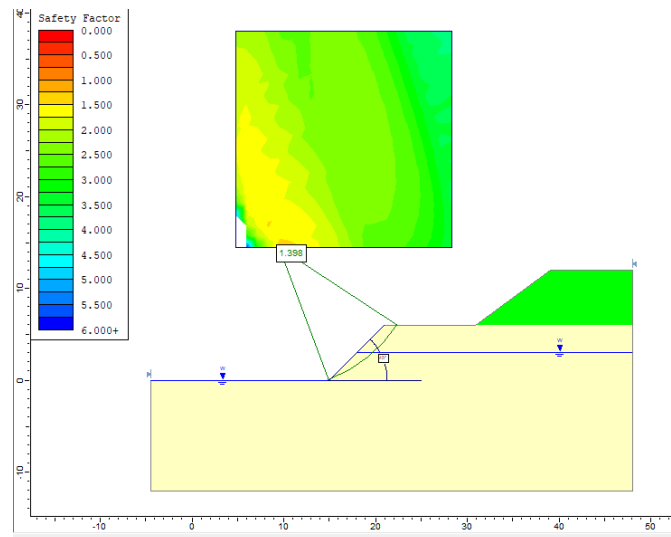
Berdasarkan informasi yang diperoleh dari gambar, bahwa lereng stabil atau aman pada FK 3.045, dan lereng timbunan tersebut diasumsikan pada posisi tidak terdapat genangan air, dimana pada pengujian laboratorium, asumsi peneliti adalah dengan berkurangnya kadar material halus yang berukuran lebih dari #200, maka timbunan tersebut memiliki daya tamping air yang sangat kecil, dan tinggi genangan tidak melebihi setengah dari ketinggian timbunan. Selanjutnya model akan dimodifikasi berdasarkan kecuraman yang dapat dibentuk di lapangan dengan mengganti geometri yang bertujuan untuk meningkatkan volume timbunan pada ketinggian yang sama 6 m. dan berikut adalah hasil yang diperoleh:

Tabel 4.2. Analisis Kestabilan dengan peningkatan sudut lereng timbunan

No	Sudut Lereng Timbunan Rencana	FK awal	FK rencana
1	40 °	3.045	2.802
2	50 °	3.045	2.369
3	60 °	3.045	2.030
4	70 °	3.045	1.748
5	80 °	3.045	1.441

Selain model diatas, buat juga model dengan mempertimbangkan kondisi tanah dasar, yang mana tanah dasar berhubungan langsung dengan kolam tailing, di lapangan kondisi sudut kemiringan dari jenjang timbunan melebihi 45°, dengan

asumsi air terisi pada level setengah dari ketinggian jenjang timbunan (6 meter tanah dasar), dan ketinggian timbunan tailing 6 meter, dibuat model seperti dibawah dan diperoleh FK sebesar 1.398



Gambar 4.2 Permodelan jenjang timbunan

Pada kondisi diatas, jenjang dibuat dua material, dengan material tanah dasar diperoleh sesuai Tabel 4.1. Pada permodelan terlihat bahwa potensi longsor dapat terjadi pada jenjang tanah dasar yang diasumsikan tergenang oleh air sebanyak setengah dari tinggi jenjang, sehingga disarankan untuk tidak membuat level jenjang tanah dasar pada kolam tailing melebihi sudut 45° untuk menghindari faktor keamanan pada kondisi kritis. Untuk itu sudut maksimal yang disarankan pada model ini adalah 45° untuk sudut jenjang kolam, dan selanjutnya dibuat sampel beton guna meminimalisir penumpukan tailing bauksit pada daerah timbunan.

Selain melakukan uji pada model, dibuat pula alternatif solusi penanganan terhadap residu tailing bauksit, dengan memanfaatkan tailing tersebut untuk bahan bangunan. Melalui pengujian kuat tekan terhadap pemanfaatan tailing bauksit, dengan dua komposisi campuran, yakni campuran 1:1 dan 1:2 pada komposisi tailing bauksit dan semen, berikut adalah hasil pengujian laboratorium untuk nilai kuat tekan sampel dengan paduan residu tailing bauksit

Tabel 4.3. Nilai kuat tekan sampel beton dengan paduan residu tailing bauksit

Komposisi	Kode sampel	$\sigma_c$ (MPa)	$\sigma_c$ rata-rata (MPa)
1:1	A	23.73	24.2
	B	28.46	
	C	20.41	
1:2	A	18.28	18.77
	B	13.92	
	C	24.11	

Secara umum sampel beton dengan campuran 1:1, masuk kedalam standar mutu beton sedang golongan K250 - < K400 dengan kuat tekan antara 20 - < 35, sedangkan pada sampel 1:2, kuat tekan rata-rata adalah 18.77 dan masuk kedalam beton golongan mutu rendah. Dan berikut adalah hasil pengujian beton dilaboratorium serta kondisi timbunan residu tailing bauksit di Lapangan



Gambar 4.3 Sampel Tailing Bauksit 1:1



Gambar 4.4 Kondisi Timbunan Residu Tailing

## V. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada permodelan timbunan, kondisi yang terdapat dilapangan sudah sangat aman dengan FK 3.045, untuk mengoptimalkan geometri timbunan dapat dibuat hingga 80° dengan FK 1.441.
2. Pada permodelan kedua, terlihat bahwa jenjang tanah dasar memiliki potensi longsoran busur berdasarkan analisis pada software, dan disarankan untuk tidak membuat jenjang melebihi sudut 45° untuk menghindari faktor keamanan kritis, pada kondisi ini FK yang dihasilkan sebesar 1.398
3. Pada uji beton dilaboratorium, sampel 1:1 memiliki kuat tekan rata-rata 24.2 MPa dan 1:2 pada 18.77 MPa, sehingga sampel 1:1 dapat digolongkan pada beton mutu sedang, dan sampel 1:2 digolongkan pada beton mutu rendah

## DAFTAR PUSTAKA

1. Tim Penyusun PUSDATIN Kementerian ESDM., 2016, "Dampak Hilirisasi Bauksit Terhadap Perekonomian Regional Provinsi Kalimantan Barat"
2. Wahyudi, U.; Excelsior, T.P., dan Wahyudi, L., 2018, "Analisis Kestabilan Lereng Dinding Akhir di Pit Baratlaut pada Penambangan Batubara di PT. Putera Bara Mitra, Kecamatan Mentewe, Kalimantan Selatan", KURVATEK Vol.3 No 1, April 2018, ISSN:2447-7870. Pp.21-34
3. International Alumunium Institut (IAI), 2015, "Manajemen Residu Bauksit: Pelaksanaan Tindakan yang Terbaik".
4. Gow, N.N., and Gian, P.L., 1993, Bauxite. Ore Deposits Model, v. 2. pp 135-142.
5. Haryanto, L., dan Basuki, S., 2006, "Analisis Kestabilan Lereng Timbunan Overburden: Studi Kasus Desa Kampung Baru Kecamatan Cempaka Banjarbaru", Jurnal INFO TEKNIK

Volume 7 No 1. pp 41-47

6. Das, B.M., 1985,” Principles of Geotechnical Engineering 3<sup>rd</sup> edition”, Carbondale, Southern Illinois University, PWS Publishing Company, Boston
7. Dirjen RISTEKDIKTI, 2018, “Buku Panduan Pengusulan Program Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Melalui Simbilbtas Tahun 2018”, Jakarta.
8. Associates, G.,Inch., 2007, “Stockpile Conceptual Design”, PolyMet Mining Inch, Minnesota.  
Eagle Gold Project, 2014, “Waste Rock and Overburden Facility Management Plant”, Strata Gold Corporation