

Analisis Kestabilan Lereng Timbunan *Overburden* pada Area Disposal Tambang Batubara Terbuka di PT XYZ Desa Lempesu Kecamatan Paser Belengkong Kabupaten Paser Provinsi Kalimantan Timur

Chahlil Imam Muhamad*, Yuliadi, Iswandaru

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*chalilimamm@gmail.com

Abstract. PT XYZ is a company engaged in the coal mining industry located in East Kalimantan, this company is still at the planning stage for the manufacture of new pits, namely Pit SO2 and Pit U1. Of course, along with the planning of the two Pits, a disposal area is also designed which will later be used as a place for the dumping of waste material from mining products, in order to obtain a stable geometry recommendation from geotechnical studies. Therefore a geotechnical analysis is needed using the Boundary Equilibrium method and the Finite Element method, to obtain the FK and SRF values on the embankment slope. The research conducted is in an area outside the Pit because the material hoarding method used is the Out Pit Dump. The purpose of this study is to determine lithology, recommendation of single slope geometry, overall slope, single slope safety factor (FK), overall slope safety factor (FK), and Strength Reduction Factor (SRF). The data used in this study refers to the results of geotechnical drilling activities for Intack Rock rocks. The drilling results were tested for physical properties and shear strength tests in the laboratory. The results were obtained in the form of natural density, saturation density, cohesion and internal friction angle. From these data, an approach is made based on the basic theory reference to obtain disposal material properties. The analysis was carried out using the Boundary Equilibrium Method and the Finite Element Method. Try and error was done using a variation of the slope geometry model. Slope variations of the overall model 350, 370, 390, 410, 430, 450 and for slope heights of 12 m, 15 m, 18 m, 20 m. For a single slope, the slope variations are 500, 550, 600, 650, 700 and 750, 5 m high, 7 m and 10 m high. Rocks that will be stockpiled in the disposal area consist of Claystone and Soil. Material properties in disposal area 1 are: content weight 14,815 kN / m³, cohesion 86,472 kPa, and friction angle in 13,440. While in disposal 2 obtained material properties, namely: Content weight 16,487 kN / m³, cohesion 96,031 kPa, and friction angle in 13,7690. Overall slope geometry for Disposal 1 and Disposal 2 areas have the same value, namely height 20 m and slope 450. While for single slope geometry in Disposal 1 and disposal two, namely: height 10 m and slope 750. Safety factor on the overall slope Disposal 1 is 1,760 and the safety factor for Disposal 2 area is 1,461. On a single slope, the safety factor obtained in Disposal 1 is 2.228 and in the area of Disposal 2 the safety factor is 1.799. The volume that can be stockpiled in the Disposal 1 area with an area of 10.2 Ha is 1,480,438 LCM while in Disposal 2 with an area of 20.5 Ha it can accommodate

4,053,399 LCM.

Keywords: Disposal, Geotechnical, Slope Stability, Boundary Equilibrium Method.

Abstrak. PT XYZ merupakan perusahaan yang bergerak di industri pertambangan batubara yang berlokasi di Kalimantan Timur, perusahaan ini masih pada tahap perencanaan untuk pembuatan Pit baru yaitu Pit SO2 dan Pit U1. Tentunya seiring dengan perencanaan kedua Pit tersebut, dirancang juga area disposal yang nantinya digunakan sebagai tempat penimbunan material waste dari hasil penambangan, sehingga diperoleh rekomendasi geometri yang stabil dari studi geoteknik. Oleh karena itu diperlukan analisis geoteknik menggunakan metode Kesetimbangan Batas dan metode Elemen Hingga, untuk memperoleh nilai FK dan SRF pada lereng timbunan. Penelitian yang dilakukan yaitu berada di area luar Pit karena metode penimbunan material yang digunakan yaitu Out Pit Dump. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui litologi, rekomendasi geometri lereng tunggal, lereng keseluruhan, Faktor Keamanan (FK) lereng tunggal, Faktor Keamanan (FK) lereng keseluruhan, dan Strength Reduction Factor (SRF). Data yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada hasil kegiatan pengeboran geoteknik untuk batuan Intack Rock. Hasil pengeboran tersebut dilakukan pengujian sifat fisik dan uji kuat geser di laboratorium, dan diperoleh hasil berupa densitas natural densitas jenuh, kohesi dan sudut gesek dalam. Dari data tersebut dilakukan pendekatan berdasarkan acuan teori dasar untuk memperoleh material properties disposal. Analisis yang dilakukan menggunakan Metode Kesetimbangan Batas dan Metode Elemen hingga. Dilakuakn try and error menggunakan variasi model geometri lereng. Variasi kemiringan model keseluruhan 350, 370, 390, 410, 430, 450 dan untuk ketinggian lereng 12 m, 15 m, 18 m, 20 m. untuk lereng tunggal sendiri variasi kemiringannya yaitu 500, 550, 600, 650, 700 dan 750 tinggi 5 m, 7 m dan 10 m. Batuan yang akan ditimbun pada area disposal terdiri dari Claystone dan Soil. Material properties pada area disposal 1 yaitu: Bobot isi 14,815 kN/m³, kohesi 86,472 kPa, dan sudut gesek dalam 13,440. Sedangkan pada disposal 2 diperoleh material properties yaitu: Bobot isi 16,487 kN/m³, kohesi 96,031 kPa, dan sudut gesek dalam 13,7690. Geometri lereng Keseluruhan untuk area Disposal 1 dan Disposal 2 memiliki nilai yang sama yaitu tinggi 20 m dan kemiringan 450. Sedangkan untuk geometri lereng tunggal pada Disposal 1 dan disposal dua yaitu: tinggi 10 m dan kemiringan 750. Faktor keaman pada lereng keseluruhan Disposal 1 yaitu 1,760 dan Faktor Kemanan area Disposal 2 yaitu 1,461. Pada lereng tunggal diperoleh Faktor Keamanan pada Disposal 1 yaitu 2,228 dan pada area Disposal 2 diperoleh Faktor Keamanan 1,799. Volume yang dapat ditimbun pada area Disposal 1 dengan luas 10,2 Ha yaitu 1.480.438 LCM sedangkan pada Disposal 2 dengan luas area 20,5 Ha dapat menampung 4.053.399 LCM.

Kata Kunci: Disposal, Geoteknik, Stabilitas Lereng, Metode Kesetimbangan Batas.

1. Pendahuluan

Dalam kegiatan penambangan khususnya tambang batubara, secara garis besar terdiri dari beberapa tahapan seperti land clearing, pemindahan tanah pucuk, pengupasan lapisan penutup batubara, dan pengambilan lapisan batubara. Bila batubara berada di kedalaman yang cukup

jauh maka secara otomatis akan semakin banyak pula volume lapisan penutup batubara yang akan dikupas. Lapisan penutup batubara (*overburden* dan *interburden*) inilah yang nantinya harus dipindahkan ke tempat yang dinamakan disposal sehingga tidak akan mengganggu kegiatan penambangan batubara nantinya. Perencanaan disposal secara komprehensif membutuhkan banyak analisis terhadap aspek operasi terutama kajian teknisnya.

Area disposal harus memenuhi beberapa syarat diantaranya design criteria, stabilitas lereng disposal serta daya dukung pondasi disposal yang memadai untuk menghindari ambblas yang dikarenakan oleh besarnya volume *overburden* yang akan ditimbun pada area disposal tersebut. Oleh karena itu diperlukan analisis daya dukung tanah di lokasi yang akan menjadi area disposal nantinya.

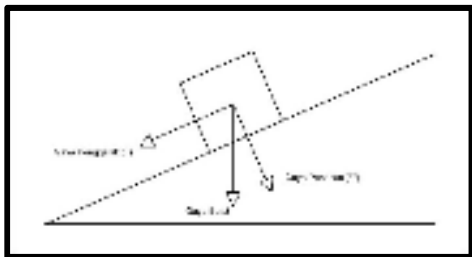
Pada daerah penelitian di PT XYZ merupakan tambang batubara terbuka dengan metode penambangan Strip Mining yang belum beroperasi sehingga masih belum dilakukan analisis terhadap rancangan lereng disposal. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan judul Analisis Kestabilan Lereng Timbunan *Overburden* Pada Area Disposal Tambang Batubara Terbuka di PT XYZ Desa Lempesu, Kecamatan Paser Belengkong, Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui stratigrafi pada daerah lokasi penimbunan material disposal.
2. Mengetahui sifat fisik dan mekanik material disposal berdasarkan hasil data lapangan dan laboratorium.
3. Menentukan geometri lereng tunggal disposal dan keseluruhan disposal yang stabil dan aman.
4. Menentukan besar volume yang dapat di tampung pada rancangan area disposal.

2. Landasan Teori

Rekayasa geoteknik merupakan suatu bagian dari perencanaan tambang, sesuai dengan namanya, merupakan aplikasi rekayasa teknologi yang diterapkan kepada Bumi. Tentunya dalam mempelajari geoteknik akan selalu bersinggungan dengan material alam, baik dari permukaan Bumi maupun dari dalam Bumi. Pada keperluan teknik, tanah dapat diartikan sebagai lapisan aglomerasi mineral, material organik, dan sedimen dengan cairan dan gas yang mengisi rongga, sedangkan batuan merupakan kumpulan dari bermacam-macam mineral yang kompak (Giani, 1992). Definisi dari kedua material tersebut dapat berbeda-beda dalam disiplin ilmu lain, namun dalam mempelajari rekayasa geoteknik dapat digunakan definisi yang telah disebutkan sebelumnya. Hal-hal penting dalam geoteknik yaitu perlu mempelajari bagaimana perilaku dari masing-masing material. Dalam rekayasa geoteknik kita akan banyak berhubungan dengan analisa empiris yang disebabkan oleh perilaku alamiah dari material tanah maupun batuan. Pada kedua material tersebut mengandung banyak variabel, dalam beberapa millimeter saja akan memiliki karakteristik yang berbeda. Sehingga dapat dikatakan bahwa tanah dan batuan merupakan material yang sangat heterogen, yang mana setiap lokasi akan memiliki sifat material yang berbeda. Kedua material ini tidak memiliki sifat isotropik, melainkan memiliki sifat material yang tidak sama pada semua arah atau disebut anisotropik. Berbeda dengan anggapan ilmu mekanika lainnya yang beranggapan tegangan-regangan yang linear, dalam rekayasa geoteknik sendiri mengasumsikan sama bahwa tegangan-regangan linear, tetapi diperlukan tambahan koreksi empiris agar hasil yang diperoleh dapat mendekati keadaan sebenarnya (Holtz dan Kovacs, 1981). Inilah yang menjadikan ilmu rekayasa geoteknik menjadi menarik.

Pada dasarnya analisis kestabilan lereng meliputi dua hal, yaitu gaya-gaya penahan (kekuatan yang dimiliki lereng) agar tidak longsor dan gaya-gaya pendorong (yang menyebabkan terjadinya kelongsoran). Bila gaya penahan lebih besar dibanding dengan gaya pendorong maka lereng akan stabil dan tidak akan terjadi kelongsoran, sebaliknya jika gaya dorong lebih besar dibanding dengan gaya penahan maka lereng tidak akan stabil dan akan terjadi kelongsoran. Maka dalam menentukan tingkat kestabilan lereng tersebut dikenal dengan nama faktor keamanan (*Safety Factor*).



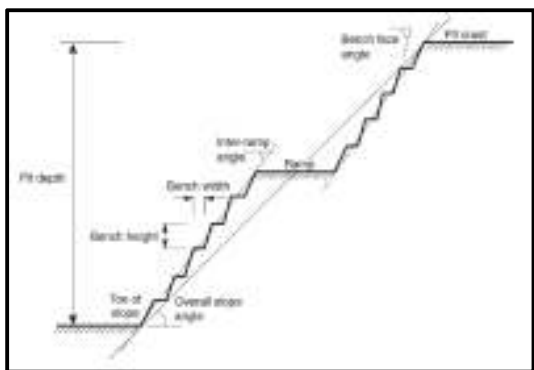
Gambar 1. Kelongsoran dengan Gaya Mekanika

Pada gambar diatas diterangkan bahwa untuk menjaga agar benda di lereng tidak jatuh (*Failure*), diperlukan perhitungan terhadap kemiringan sesuai dengan faktor keamanan yang diinginkan. Sehingga dapat dirumuskan bahwa faktor keamanan adalah perbandingan antara gaya penahan dan gaya pendorong atau dapat dirumuskan **Tabel 3.1** sebagai berikut :

Tabel 1. Klasifikasi Faktor Keamanan

Jenis Lereng	Kegempuran (Transparansi or Prolonged)	Klasifikasi Geometri		Probabilitas Leptan (Probability of Failure) (%)
		Faktor Keamanan (FOS) (100)	Faktor Keamanan (FOS) (100)	
Lereng Longgar	Stabil	1.3	1.4-1.6	2-10%
	Instabil	1.15-1.2	1.0	25%
Lereng Datar	Stabil	1.2-1.3	1.0	10%
	Instabil	1.1-1.2	1.0	15-20%
Lereng Berbatuan	Stabil	1.3	1.1-1.2	10%
	Instabil	1.2-1.3	1.1	5%

Geometri lereng yaitu ukuran yang dinyatakan dalam tinggi dan kemiringan lereng. Besaran tersebut sangat mempengaruhi kestabilan lereng. Dalam kegiatan penambangan sudut kemiringan lereng yang besar akan memberikan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sudut yang kecil karena jumlah penggalian yang harus dilakukan akan lebih sedikit. Oleh karena itu geometri lereng suatu tambang harus se-efisien mungkin namun tetap dalam batas aman suatu lereng.



Gambar 2. Geometri Lereng

Dalam penentuan nilai kohesi, sudut gesek dalam, dan nilai densiti jenuh pada material timbunan bila tidak dilakukan pengujian langsung pada material timbunan tersebut biasanya dilakukan pendugaan. Dalam penentuannya digunakan perbandingan persentase antara material campuran. Oleh karena, itu setiap orang memiliki anggapan yang berbeda mengenai *professional judgment* tersebut. Ada yang menggunakan 40%, 50%, 60% dan ada pula yang menggunakan ketiganya sekaligus untuk menentukan karakteristik dari material sebagai perbandingan.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Input Parameter Material Disposal

Penentuan *input* parameter material disposal dilakukan melalui pendekatan atau *Professional judgment* dari hasil pengujian batuan *Intact Rock*. Dari hasil pengujian tersebut diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Karakteristik Material untuk Lereng Timbunan *Pit S02*

Material	Bobot Isi Loose (kN/BCM)	Bobot Isi Jenuh (kN/BCM)	Kohesi	Phi
			kPa	°
Soil	13,24	14,49	63,25	12
claystone	15,35	18,88	100,30	14

Tabel 3. Karakteristik Material untuk Lereng Timbunan *Pit U1*

Input parameter Pit U1				
Material	Bobot Isi Loose (kN/BCM)	Bobot Isi Jenuh (kN/BCM)	Kohesi	Phi
			kPa	°
Soil	10,47	15,58	29,50	12
Claystone	13,01	14,62	30,00	14

Input Parameter Material Disposal Berdasarkan Volume Penimbunan

Dilakukan perhitungan kembali untuk mengetahui input parameter berdasarkan volume material yang akan ditimbun, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Karakteristik Material untuk Lereng Timbunan *Pit U1* dan *S02*

Pit	Input Parameter Disposal			
	Bobot Isi Material (kN/BCM)	Bobot Isi Jenuh (kN/BCM)	Kohesi (kPa)	Phi (°)
U1	13,581	14,246	63,472	13,144
S02	15,107	16,535	68,031	14,769

FK Lereng Keseluruhan pada Disposal 1 dan Disposal 2

Berdasarkan hasil analisis kemantapan lereng keseluruhan yang dilakukan pada disposal 1 dan 2 dengan kondisi MAT 5, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Rekapitulasi FK Lereng Keseluruhan di Area Disposal 1

Tinggi (m)	Sudut (°)					
	35	37	39	41	43	45
12	3,812	3,78	3,611	3,367	3,252	3,128
15	3,548	2,828	2,637	2,537	2,508	2,314
18	2,834	2,477	2,348	2,283	2,145	2,028
20	2,138	2,042	1,862	1,805	1,658	1,522

Tabel 6. Rekapitulasi FK Lereng Keseluruhan di Area Disposal 2

Tinggi (m)	Sudut (°)					
	35	37	39	41	43	45
12	4,264	4,035	3,881	3,718	3,55	3,387
15	3,534	3,253	3,148	2,931	2,875	2,642
18	2,852	2,582	2,411	2,211	2,075	1,781
20	2,331	2,224	1,983	1,838	1,653	1,493

FK Lereng Tunggol pada Disposol 1 dan Disposol 2

Berdasarkan hasil analisis kemantapan lereng tunggal yang dilakukan pada disposol 1 dan 2 dengan kondisi MAT 5, diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 7. Rekapitulasi FK Lereng Tunggol di Area Disposol 1 dan Disposol 2

Lereng	Tinggi (m)	FK (%)					
		10	15	20	25	30	35
DISPOSOL 1	5	1,247	1,713	2,205	2,723	3,267	3,837
	7	1,089	1,754	2,367	3,027	3,731	4,479
	10	1,741	2,315	2,979	3,727	4,569	5,505
DISPOSOL 2	5	1,559	1,751	1,971	2,217	2,487	2,779
	7	1,168	1,384	1,619	1,873	2,144	2,431
	10	1,735	1,973	2,226	2,494	2,776	3,081

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Untuk stratigrafi di daerah penimbunan yaitu merupakan perlapisan antara batu lempung dan batu pasir dengan ketebalan yang paling kecil 3-4 meter dan kedudukan lapisan yaitu N 3120 E / 240.
2. Dari hasil data laboratorium dan dilakukan perhitungan berdasarkan acuan teoritis untuk menentukan bobot isi, faktor pengembangan, kekuatan batuan material Waste. Sehingga diperoleh nilai input parameter untuk Disposol 1 yaitu bobot isi 14,56 kN/BCM, kohesi 86,472 KPa, dan sudut gesek dalam 13,4440. Sedangkan untuk Disposol 2 diperoleh bobot isi 16,478 kN/BCM, kohesi 96,031 KPa, dan sudut gesek dalam 13,7690.
3. Berdasarkan Kepmen ESDM No. 1827 tahun 2018 untuk lereng tunggal minimal memiliki nilai FK sebesar >1,1 sedangkan untuk lereng keseluruhan > 1,3. Oleh karena itu rekomendasi geometri yang akan digunakan untuk lereng keseluruhan di area disposol 1 dan 2 yaitu dengan ketinggian 20 m dan kemiringan 450 dengan nilai FK masing masing 1,760 dan 1,461. Untuk lereng tunggal menggunakan geometri dengan tinggi 10 m dan kemiringan 750 dan nilai FK berturut-turut 2,228 dan 1,799
4. Kapasitas volume dari tiap area diposal berdasarkan geometri lereng yang telah direkomendasikan masing-masing yaitu 1.480.438 LCM untuk disposol 1 dan 4.053.399 LCM untuk disposol 2

5. Saran

Berdasarkan hasil kegiatan yang telah dilakukan maka:

1. Untuk memperoleh *input parameter* yang lebih akurat, dapat dilakukan pengujian langsung terhadap material *Loose*.
2. Mengikuti rekomendasi geotek pada lereng timbunan agar lereng aman dan tidak terjadi longsor.

Daftar Pustaka

- [1] Arif, Irwandy, 2016. "Geoteknik Tambang". Institut Teknologi Bandung: Bandung
- [2] Indonesianto, Y. 2008. "Pemindahan Tanah Mekanis". Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran Yogyakarta : Yogyakarta"
- [3] Giani, P, 1992. "Rock Slope Stability Analysis". CRC Press : Amerika Serikat
- [4] Hustrulid, W.A 2006. "Open Pit Mine Planning and Design". Taylor & Francis : Britania Raya
- [5] Hoek, E., Bray, J. W. 1981. "Rock Slope Engineering", Institution of Mining and Metallurgy: London.
- [6] Kennedy, B, A. 1990 "Surface Mining". SME : London
- [7] Maryanto, 2010. "Pengantar Perencanaan Tambang". Universitas Islam Bandung: Bandung.
- [8] Nurhakim, 2004. "Tambang Terbuka". Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat : Banjarbaru.
- [9] Pemerintah Indonesia. 2018. "Keputusan Menteri No. 1827 K/30/MEM Tahun 2018".

Sekretariat Negara : Jakarta.

- [10] Pemerintah Indonesia, 2019, “Kabupaten Pasir Belengkong Dalam Angka 2019”, Paser, Badan Pusat Statistik Kabupaten Paser.
- [11] Prodjosumartono, P. 1993. “Pemindahan Tanah Mekanis”. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung : Bandung.
- [12] Sunarno, P. 2008. “Standard Job Procedure Perencanaan dan Pelaksanaan Disposal Mining Depertement”. PT. IncoTbk : Sorowako
- [13] Suratna GDE, dkk. 2008. “Pelatihan Geoteknik Terapan”. PT Pama Persada Nusantara hal. F-2 : Jakarta
- [14] Wedhanto, S. 2009. “Alat Berat dan Pemindahan Tanah Mekanis”. Diktat Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Malang : Malang.