



Analisis Kestabilan Lereng Disposal PT Bara Anugrah Sejahtera Muara Enim Sumatera Selatan

Wangga Sebayang, Edy Sutriyono, Stevanus Nalendra Jati*

Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indonesia

**sebayangwangga@gmail.com*

SARI

Dalam sistem tambang terbuka diperlukan suatu tempat untuk membuang material *overburden* yang disebut sebagai disposal, di mana disposal tersebut nantinya akan membentuk lereng-lereng yang berpotensi mengalami kelongsoran. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kestabilan lereng *Out Pit Disposal* (OPD) tambang PT Bara Anugrah Sejahtera. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis kesetimbangan batas (*Limit Equilibrium Method*) dan perhitungan faktor keamanan menggunakan metode Morgenstern-Price yang di-*running* dengan *software Slide V6*. Parameter yang digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng adalah menggunakan data geometri lereng hasil dari *section disposal* dan nilai *material properties* yang didapat dari *back analysis*, meliputi nilai kohesi, berat jenis, dan sudut geser dari material timbunan, *sand*, dan *silty clay*. Dari sebelas *section* OPD yang dianalisis, lereng disposal terbilang dalam keadaan yang stabil dengan FK >1,3. Namun pada 2 *section* didapatkan hasil FK 1,26 untuk section E – E' dan FK 1,05 untuk section F – F'. Secara keseluruhan disposal dapat dianggap stabil, namun perlu diperhatikan pada beberapa faktor yang dapat mengganggu kestabilan lereng seperti curah hujan yang cukup tinggi, sehingga perlu upaya untuk menjaga stabilitas lereng disposal.

Kata kunci: disposal, kestabilan lereng, kesetimbangan batas, morgenstern-price, slide.

ABSTRACT

In an open mining system, a place is required to dispose of the overburden material called waste dump, where the waste disposal is required to form slopes that has potential for landslides. This study aims to analyze out pit waste dump of PT Bara Anugrah Sejahtera. The method used in this study is Limit Equilibrium Method (LEM) and the calculation of safety factors using the Morgenstern-Price method which is run with Slide V6 software. The parameters used in analyzing slope stability using slope geometry results from the waste dump section and material properties values obtained from back analysis, containing the cohesion value, unit weight, and internal of friction angle of fill material, sand, and silty clay.

How to Cite: Sebayang, W., Sutriyono, E., Jati, S.N., 2020. Analisis Kestabilan Lereng Disposal PT Bara Anugrah Sejahtera Muara Enim Sumatera Selatan. Jurnal Geomine, 8(1): 51-58.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submitte 08 Februari 2020
Received in from 10 Februari 2020
Accepted 29 April 2020

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



From eleven OPD sections that have analyzed, the waste dump slopes in a stable condition with $FoS > 1.3$. However, in two parts of section with $FoS 1.26$ that were obtained for the E-E section and $FoS 1.05$ for the F-F' section. Waste dump can be considered stable overall, but it needs to be considered a factors that can be reduce slope stability such as high rainfall, so it needs efforts to maintain the stability of the waste dump slope.

Keyword: waste dump, slope stability, limit equilibrium, morgernstern-price, slide.

PENDAHULUAN

Pada umumnya, tambang batubara di Indonesia menggunakan metode tambang terbuka (*open pit mining*) yang merupakan metode penambangan untuk menggali mineral deposit yang ada pada suatu batuan atau dekat dengan permukaan. Hal tersebut dikarenakan sebagian besar cadangan batubara terdapat pada dataran rendah atau pada daerah dengan topografi yang landai dengan kemiringan lapisan batubara yang kecil. Penambangan batubara yang dilakukan oleh PT Bara Anugrah Sejahtera adalah penambangan secara terbuka (*open pit mining*) yang akan membentuk lereng-lereng tambang, baik dalam *pit* maupun di luar *pit* (disposal).

Menurut Hardiyatmo (2006) analisis kestabilan lereng dilakukan bertujuan untuk menentukan faktor keamanan (FK) dari bidang longsor yang berpotensi. Tambang batubara yang sudah beroperasi cukup lama umumnya akan merubah kondisi lereng baik kondisi fisik, kimia, maupun mekanik batuan yang berimbas pada kestabilan lerengnya serta pengaruh curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan lereng tidak stabil karena adanya pembebanan atau infiltrasi oleh air yang dapat menimbulkan bidang gelincir (Azizi dkk., 2014).

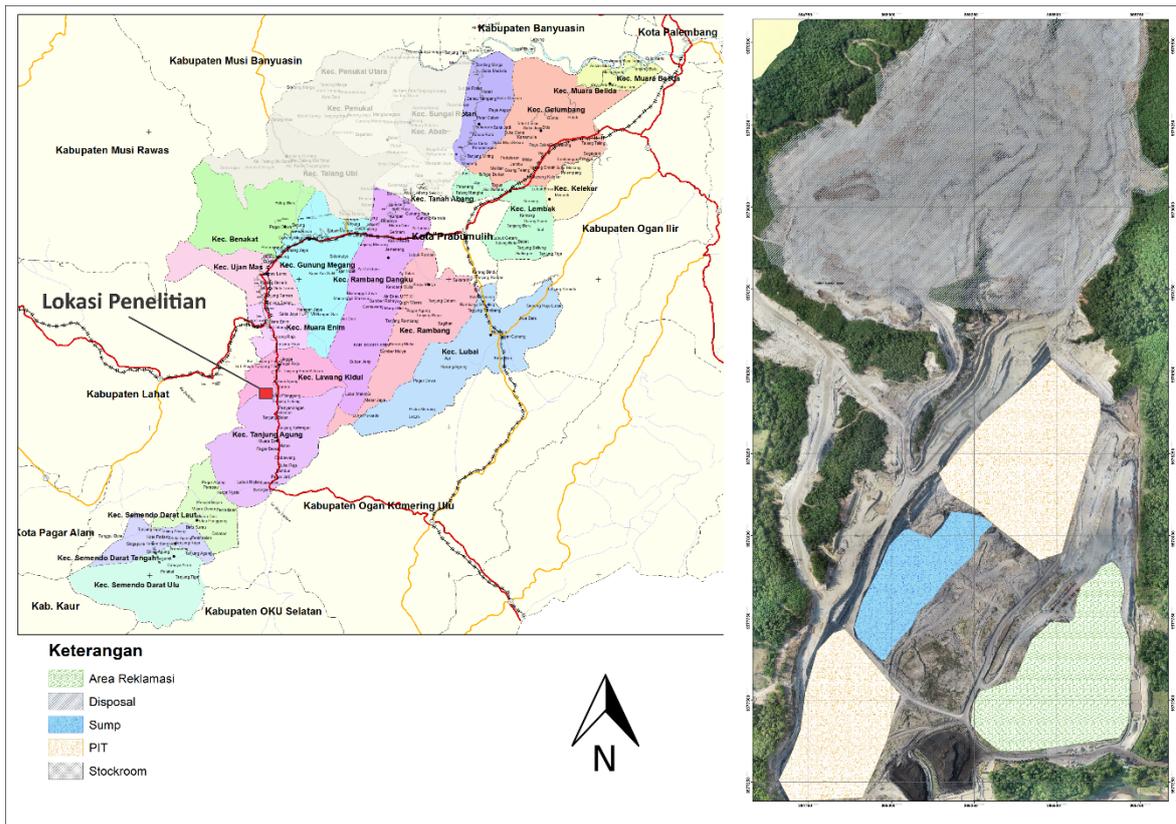
Analisis kestabilan lereng pada disposal dianggap sangat perlu dilakukan, karena kelongsoran pada lereng disposal dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar, baik kerugian materil maupun non materil. Kelongsoran dapat menghambat tingkat produksi batubara, memberikan dampak negatif terhadap lingkungan, kerusakan alat dan paling berbahaya memakan korban jiwa. Sehingga berdasarkan hasil penelitian ini lereng disposal tambang pada daerah penelitian dalam kondisi yang cukup stabil.

LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian berada pada PT Bara Anugrah Sejahtera yang secara administratif terletak di Desa Pulau Panggung, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatra Selatan yang berbatasan dengan Kabupaten Lahat pada sisi barat dan Baturaja pada sisi selatannya (Gambar 1). Secara geografis lokasi penelitian berada pada $3^{\circ} 48' 07''$ Lintang Selatan, $103^{\circ} 46' 07''$ Bujur Timur dan $3^{\circ} 49' 28''$ Lintang Selatan, $103^{\circ} 47' 27''$ Bujur Timur. Akses menuju lokasi penelitian dapat ditempuh melalui jalur darat dengan waktu tempuh 5 jam dari Kota Palembang.

Secara regional lokasi penelitian berada pada Formasi Kasai dan Formasi Muaraenim. Formasi Muaraenim terdiri dari batupasir, batulempung, dan lapisan batubara dan berumur Miosen Akhir sampai Pliosen berdasarkan kedudukan stratigrafinya dan Formasi Kasai terdiri dari litologi batupasir tufaan, lempung, kerakal dan lapisan tipis batubara (Barber, dkk., 2005). Umur dari formasi ini tidak dapat dipastikan, tetapi diinterpretasikan memiliki umur Plio-Pleistosen jika dilihat berdasarkan kedudukannya terhadap Formasi Muaraenim.

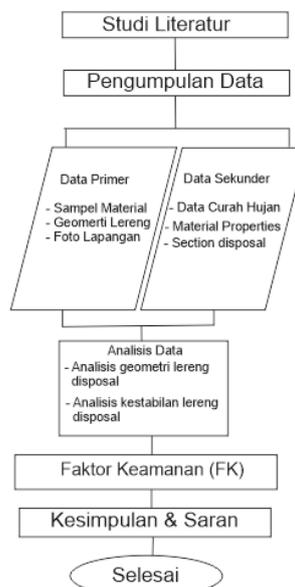
Pada tambang terbuka batubara terdapat dua macam disposal berdasarkan letaknya, yaitu *Out Pit* Disposal (OPD) yang berada di luar *pit* dan *In Pit* Disposal (IPD) yang merupakan disposal di dalam *pit*. Pada penelitian ini hanya terfokus pada *Out Pit* Disposal (OPD) PT Bara Anugrah Sejahtera, pada gambar 1 berada pada bagian utara *open pit* dan ditandai dengan arsiran hitam.



Gambar 1. Lokasi penelitian yang berada pada OPD PT Bara Anugerah Sejahtera, Desa Pulau Panggung, Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan.

METODE PENELITIAN

Dalam melakukan penelitian ini, peneliti menyusun alur penelitian yang terangkum dalam bagan alir penelitian (Gambar 2).



Gambar 2. Bagan alir penelitian

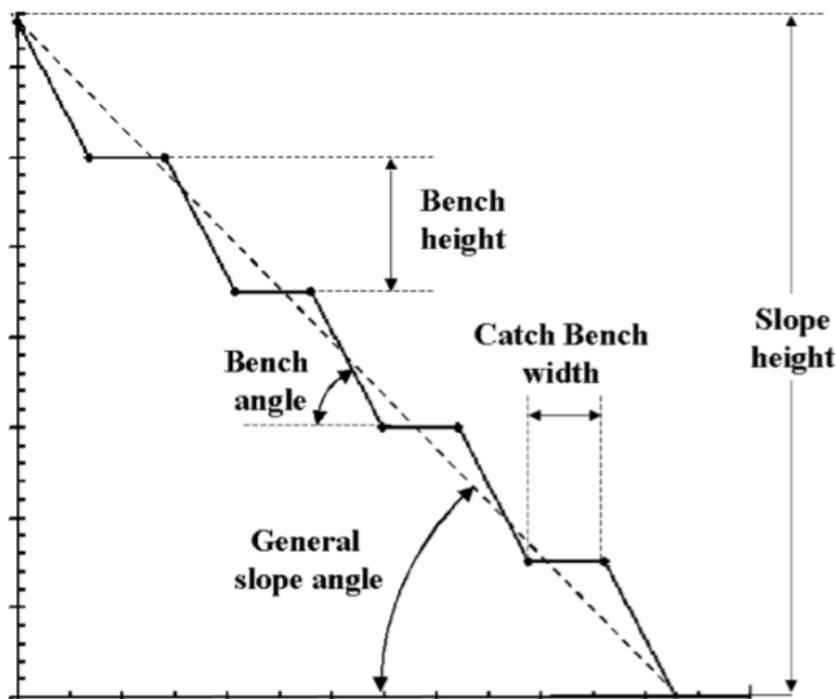
Metode yang dilakukan dalam menganalisis kestabilan lereng disposal pada penelitian ini menggunakan metode kesetimbangan batas (*Limit Equilibrium Method*). Pada metode ini diasumsikan terdapat bidang gelincir yang potensial, dimana kondisi gaya (*force*) dan *moment equilibrium* ditentukan berada pada kondisi statis. Secara garis besar analisis ini menghasilkan keluaran berupa faktor keamanan (FK) dari bidang longsor yang potensial (Eberhardt, 2005).

Dalam perhitungan faktor keamanan lereng, pada penelitian ini menggunakan metode komputasi. Komputasi nilai faktor keamanan akan menggunakan logika algoritma yang dijalankan pada *software Slide V6*. Perhitungan nilai faktor keamanan dapat menggunakan metode Fellenius, Janbu, Bishop, ataupun Morgenstern-Price (Kurniawan, 2014). Pada penelitian ini perhitungan komputasinya menggunakan metode Morgenstern-Price. Metode Morgenstern-Price adalah metode komputasi dimana proses analisisnya merupakan hasil dari kesetimbangan dari setiap gaya-gaya normal dan momen yang bekerja pada tiap irisan dari bidang kelongsoran lereng tersebut.

Kriteria kekuatan yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan kriteria Mohr-Coulomb yang membutuhkan data kohesi (*cohesion*), sudut geser dalam (*internal friction angle*), dan berat jenis (*unit weight*). Dalam menganalisis kestabilan lereng diperlukan juga data geometri lereng, dan pada penelitian ini geometri lereng didapatkan dari *section* disposal yang terdiri dari kontur lidar dan kontur situasi *update*.

Berdasarkan Alejano (2007) geometri lereng terdiri dari beberapa bagian, yaitu *bench height*, *bench angle*, *overall slope*, *slope height*, dan *catch bench width* (Gambar 3).

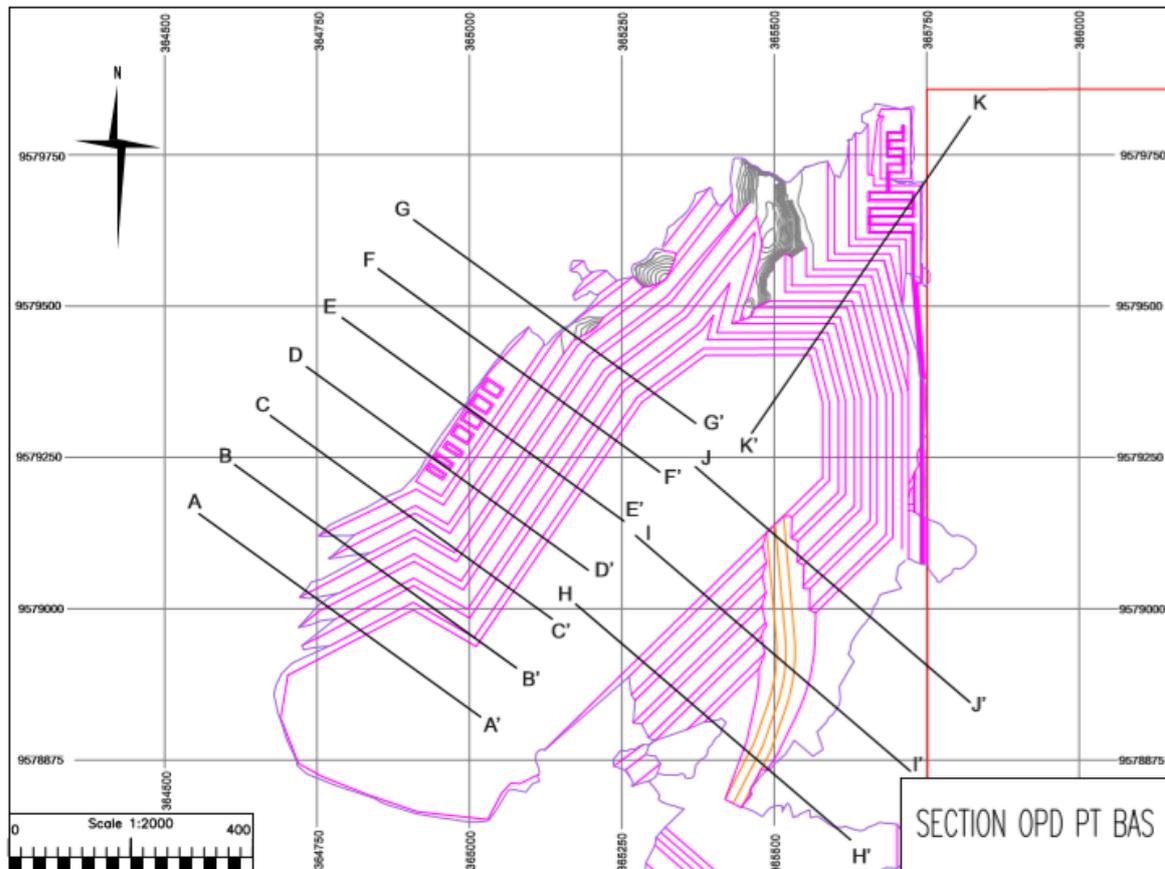
- *Bench Height* merupakan tinggi dari lereng tunggal yang diukur dari puncak hingga kaki *bench*.
- *Bench Angle* merupakan sudut ataupun kemiringan pada lereng tunggal yang dihitung dari puncak hingga kaki *bench*.
- *Overall Slope* merupakan sudut yang terbentuk pada keseluruhan tubuh lereng yang diukur dari puncak hingga ke kaki lereng.
- *Catch Bench Width* merupakan lebar lereng yang diukur dari kaki *bench* dan puncak *bench* dibawahnya.



Gambar 3. Geometri lereng tambang (Alejano, 2007)

HASIL PENELITIAN

Penelitian kestabilan lereng disposal ini dilakukan pada sebelas *section* yang terdiri dari *section A-A'* hingga *section K-K'* (Gambar 4). Sebelas *section* tersebut kemudian dianalisis faktor keamanannya menggunakan program *Rocscience Slide V6*.



Gambar 4. Section Out Pit Disposal

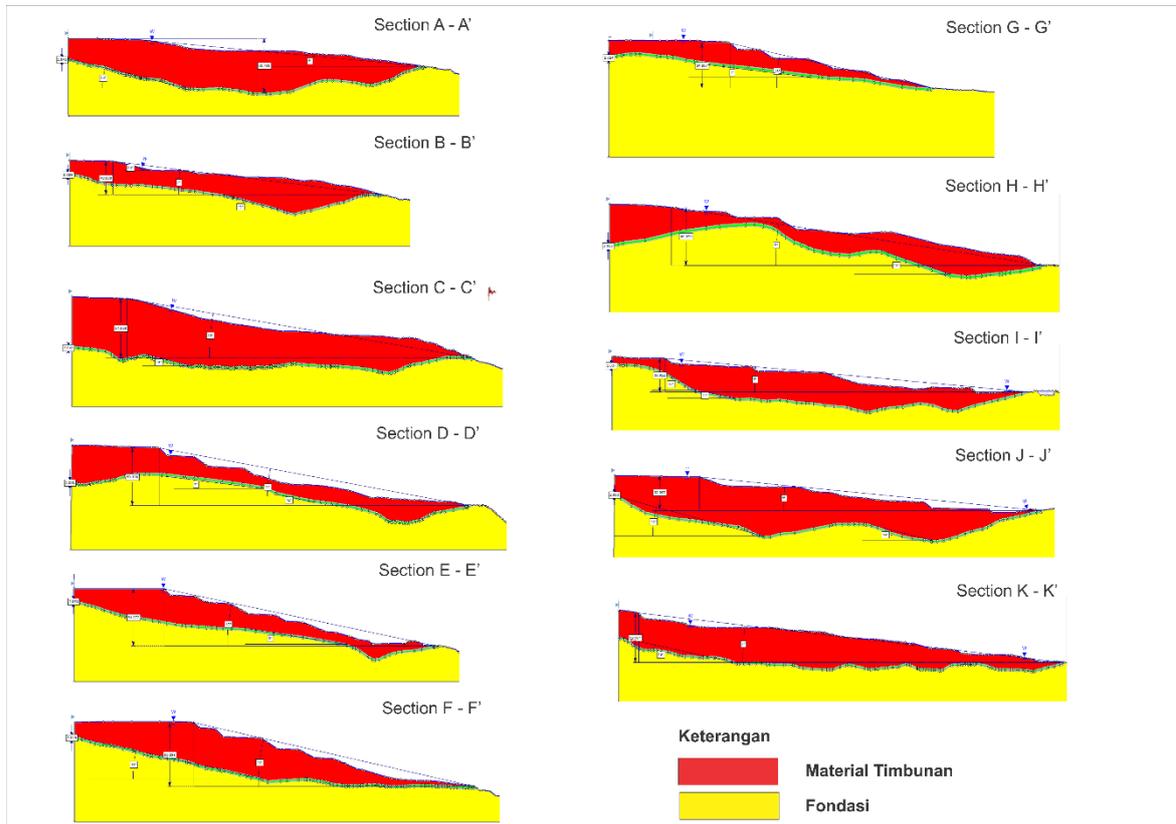
Dalam menentukan FK, peneliti menggunakan kriteria kekuatan Mohr-Coulomb yang membutuhkan data kohesi (*cohesion*), sudut geser dalam (*internal friction angle*), dan berat jenis (*unit weight*) yang didapatkan dari hasil analisis *Direct Shear Test* (DST) (Tabel 1). Pada daerah penelitian terdiri dari tiga jenis material, yaitu material timbunan (*waste*), pasir (*sand*), dan *silty clay*. Nilai *material properties waste* didapatkan dari hasil *back analysis*. *Back analysis* adalah metode untuk mengevaluasi *properties* geoteknik yang digunakan dalam studi ini telah sesuai dengan kondisi aktual di lapangan sebagai proses validasi *properties*.

Tabel 1. *Material properties* disposal

<i>Material</i>	<i>Cohesion</i> (kPa)	<i>Unit weight</i> (kN/m ³)	<i>Friction angle</i> (deg)
<i>Waste</i>	23,5	16,6	13
<i>Sand</i>	38,5	15,1	30,9
<i>Silty clay</i>	34,58	16,04	14,784

Dalam menganalisis kestabilan lereng, pada penelitian ini menggunakan *software Rocscience Slide V6*. Berdasarkan dari data-data yang telah didapatkan yaitu nilai *material properties* dan geometri lereng *section OPD* (Gambar 5) kemudian dimasukkan ke dalam program, didapatkan hasil FK dari sebelas *section* yang dianalisis adalah >1,3. Namun terdapat

section yang memiliki nilai FK <1,3, yaitu pada *section* E- E' dengan FK 1,26 dan pada *section* F- F' dengan FK 1,05 (Tabel 2).



Gambar 5. Geometri disposal berdasarkan *section* OPD

Tabel 2. Nilai FK dari sebelas *section*

<i>Section</i>	<i>Overall Slope</i> (°)	<i>Overall Height</i> (m)	FK	Keterangan
A - A'	5	55.4	2.177	Stabil
B - B'	7	40	1.899	Stabil
C - C'	10	51.6	1.323	Stabil
D - D'	11	50	1.551	Stabil
E - E'	12	54.8	1.26	Tidak Stabil
F - F'	13	55.3	1.058	Tidak Stabil
G - G'	13	35	1.745	Stabil
H - H'	9	40.8	1.741	Stabil
I - I'	5	36	1.817	Stabil
J - J'	6	32.3	2.166	Stabil
K - K'	7	52.9	2.17	Stabil

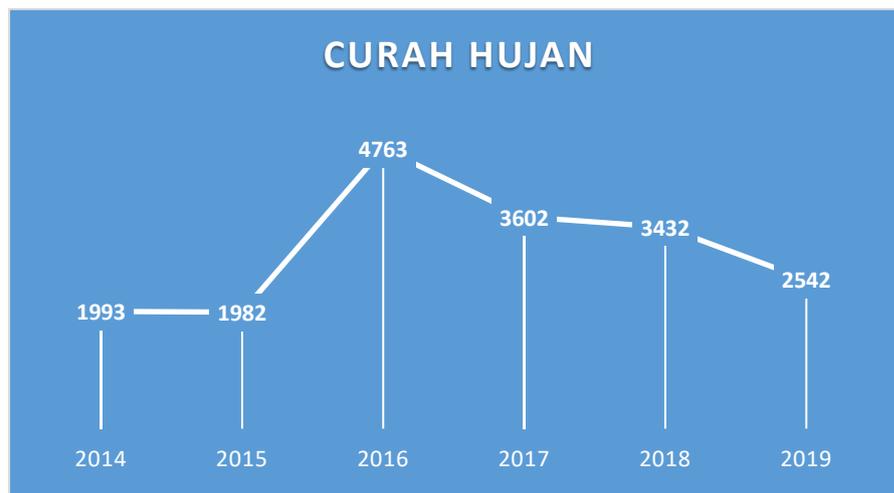
Sesuai dengan KEPMEN ESDM Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM/2018, nilai faktor keamanan (FK) yang direkomendasikan untuk lereng tunggal adalah 1,1 sedangkan untuk lereng keseluruhan adalah 1,3 dengan nilai probabilitas kelongsoran maksimum 10% (Tabel 3). Pada penelitian ini jenis lereng yang dianalisis adalah lereng keseluruhan (*overall slope*), sehingga nilai FK yang memenuhi kriteria lereng aman adalah >1,3.

Tabel 3. Nilai faktor keamanan dan probabilitas kelongsoran lereng tambang (KEPMEN 1827 ESDM, 2018)

Jenis Lereng	Keparahan Longsor (<i>Consequences of Failure/ CoF</i>)	Kriteria dapat diterima (<i>Acceptance Criteria</i>)		
		Faktor Keamanan (FK) Statis (Min)	Faktor Keamanan (FK) Dinamis (min)	Probabilitas Longsor (<i>Probability of Failure</i>) (maks) PoF (FK≤1)
Lereng tunggal	Rendah s.d. Tinggi	1,1	Tidak ada	25-50%
<i>Inter-ramp</i>	Rendah	1,15-1,2	1,0	25%
	Menengah	1,2-1,3	1,0	20%
	Tinggi	1,2-1,3	1,1	10%
Lereng Keseluruhan	Rendah	1,2-1,3	1,0	15-20%
	Menengah	1,3	1,05	10%
	Tinggi	1,3-1,5	1,1	5%

KESIMPULAN

Secara keseluruhan lereng disposal tambang PT Bara Anugrah Sejahtera dapat dikatakan stabil, namun terdapat dua *section* yang tidak memenuhi kategori stabil sesuai dengan KEPMEN ESDM 1827, 2018 yaitu FK >1,3 pada *overall slope stability analysis*. Hal tersebut ditambah dengan tingkat curah hujan yang tinggi pada daerah penelitian (Gambar 6), sehingga perlu dilakukan tindakan upaya menjaga stabilisasi lereng.



Gambar 6. Curah hujan pada daerah penelitian (Dept. Eng. PT BAS)

Hoek (1981) menyebutkan bahwa dalam menjaga stabilisasi lereng dibagi menjadi tiga, yaitu dengan mengurangi gaya dorong, memperbesar gaya tahan, dan proteksi terhadap material lepas. Mengurangi gaya dorong dapat dilakukan dengan mengubah geometri lereng dan membuat drainase air permukaan. Stabilisasi lereng yang difokuskan pada penelitian ini adalah membuat drainase air permukaan, hal tersebut dikarenakan tingkat curah hujan yang cukup tinggi.

Dengan tingkat curah hujan yang cukup tinggi tersebut, maka perlu dilakukan *treatment* untuk mengantisipasi tingginya laju infiltrasi pada tubuh disposal. Salah satu upaya

yang dapat dilakukan dapat berupa pembentukan drainase-drainase air pada setiap *crest bench* disposal. Hal tersebut dilakukan agar air dapat mengalir dengan baik dan tidak menggenangi permukaan disposal dalam waktu yang lama, sehingga mengakibatkan berkurangnya kestabilan lereng tersebut. Pembentukan drainase air dapat dilakukan dengan pembentukan *back slope* pada setiap *crest bench* dan dibuat menjadi satu aliran.

PUSTAKA

- Alejano, L.R., Pons, B., Bastante, F.G., Alonso, E. and Stockhausen, H.W., 2007. *Slope Geometry Design as A Means for Controlling Rockfalls in Quarries*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 44(6), pp.903-921.
- Azizi, M.A., Kramadibrata, S., Wattimena, R.K. and Sidi, I.D., 2014. Risk Assessment of Open Pit Slope Design at PT Adaro Indonesia. Indonesian Mining Journal, 17(3), pp.113-121.
- Eberhardt, E., 2005. Geotechnical Engineering Practice & Design: Lecture 7: Limit Equilibrium. Canada: UBC-Vancouver.
- Hardiyatmo, H.C., 2006. Mekanika Tanah 1, Edisi Keempat. Penerbit Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hoek, E. and Bray, J.D., 1981. Rock slope engineering. CRC Press.
- Kepmen, E.S.D.M., No 1827. K/30/MEM/2018 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. 2018. Lampiran II Tentang Pedoman Pengelolaan Teknis Pertambangan.
- Kurniawan, A. 2014. Analisa Stabilitas Lereng Dengan Menggunakan Slope/W 2004 Untuk Bidang Gelincir Meringkar Berdasarkan Grid & Radius. Masyarakat Ilmu Bumi Indonesia, 2014, Vol 2/E-1.