



## Analisis Kestabilan Lereng Keseluruhan Menggunakan Metode Bishop Pada PT. Aneka Tambang (UBPN) Site Pulau Pakal

George Belly Sahetapy<sup>1\*</sup>, Patrick Marcell Fandy<sup>2</sup>, dan Bevieano Macho Nahumury<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia

<sup>2,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Cenderawasih, Jayapura, Indonesia

\*Corresponding author: georgesahetapy@unkhair.ac.id

### Article History

Received : 28 Maret 2023

Revised : 29 Maret 2023

Accepted : 1 April 2023

### Abstrak

Prinsip dasar dalam analisis Kestabilan lereng dikenal dengan faktor keamanan lereng (safety factor). Faktor keamanan lereng dibutuhkan untuk mengetahui kestabilan lereng untuk mencegah terjadinya longsor. Penelitian dilakukan pada dua lokasi bekas penambangan di front Subaim dan front Waste dump Best di PT. Aneka Tambang (UBPN) Site Pulau Pakal. Analisis kestabilan lereng dimodelkan dengan bantuan perangkat lunak GEO SLOPE/W menggunakan metode kesetimbangan batas Bishop yang disederhanakan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai faktor keamanan lereng pada Front Subaim dan Front Waste Dump Best masing-masing adalah 2,391 dan 2,649. Nilai FK tersebut berdasarkan ketentuan Keputusan Menteri EDSM nomor 1827/K/30/MEM/2018 dalam kondisi stabil ( $FK > 1,3$ ).

**Kata kunci:** Bishop, Faktor Keamanan, GEO SLOPE/W

### Abstract

The slope safety factor is a key principle in slope stability analysis used to determine the stability of a slope and prevent landslides. The research was conducted at two former mining locations, namely the Subaim front and the Best Waste Dump front, situated at PT. Aneka Tambang (UBPN) Pakal Island Site. The simplified Bishop limit equilibrium method was used to model slope stability analysis with GEO SLOPE/W software. The research findings indicate that the slope safety factor values for the Subaim front and the Best Waste Dump front were 2.391 and 2.649, respectively. These values were calculated based on the FK criteria outlined in the EDSM Ministerial Decree number 1827/K/30/MEM/2018, which signifies stable conditions ( $FK > 1,3$ ).

**Keywords:** Bishop, Safety Factor, SLOPE/W

## 1. Pendahuluan

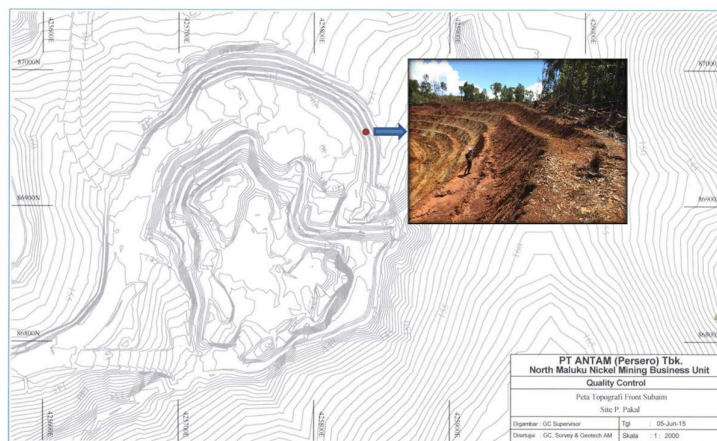
Kestabilan lereng, baik lereng alamiah maupun lereng buatan manusia serta timbunan, dipengaruhi oleh beberapa factor yang dinyatakan sebagai gaya-gaya penahan dan gaya-gaya penggerak [1]. Pada kondisi gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak maka Kestabilan lereng yang dianalisis dalam kondisi stabil [2]. Longsor adalah tanah atau batuan penyusun bergerak secara tiba-tiba meluncur ke bawah akibat gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak [1]. Untuk menilai kestabilan suatu lereng dikenal dengan nilai faktor keamanan / *safety factor* [3]. Penelitian dilakukan pada lokasi bekas penambangan Front Subaim dan Front Waste Dump Best di Site Pulau Pakal PT. Aneka Tambang UBPN Maluku Utara. Metode yang digunakan dalam menganalisis kestabilan lereng pada lokasi penelitian adalah metode kesetimbangan batas, Bishop yang disederhanakan. Dalam Sahetapy [4] telah melakukan penelitian dan diperoleh kondisi lereng tunggal pada kedua front adalah stabil dengan nilai faktor keamanan sebesar 2,501 dan 1,825. Penelitian ini difokuskan ke jenis lereng keseluruhan / *overall slope* pada kedua front dan model lereng akan dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak GeoStudio SLOPE/W 2007.

Ketetapan nilai faktor keamanan statis untuk jenis lereng keseluruhan adalah 1,2 – 1,3, nilai FK ini menggunakan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827/K/30/MEM/2018 [5]. GeoStudio merupakan perangkat lunak yang dikembangkan dari Kanada yang digunakan oleh PT. Antam dalam menganalisis kestabilan lereng produksi maupun lereng bekas tambang.

## 2. Metode Penelitian

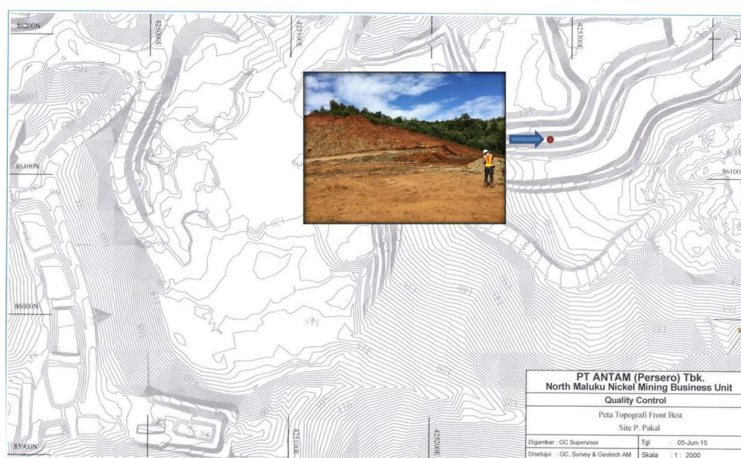
Teknik pengumpulan data pada penelitian ini menggunakan data primer dan sekunder. Data primer yang diperoleh dari lapang adalah koordinat lokasi penelitian dan dokumentasi sedangkan data sekunder yang digunakan berupa peta perencanaan tambang dari kedua lokasi data hasil pengujian laboratorium sifat fisik dan mekanik dari tanah/batuan penyusun lereng keseluruhan.

Secara geografis, lokasi penelitian dilakukan pada PT. Antam Unit Bisnis Pertambangan Nikel (UBPN) Maluku Utara Site Pulau Pakal berada pada posisi 128°19'30"-128°21'54" BT sampai dengan 0°48'18"-0°46'30" LU. Lokasi lereng yang akan dianalisis pada Front Subaim berada di Utara Pulau Pakal pada koordinat 128°20'00" BT dan 0°47'12.3" LU dengan elevasi 154 mdpl (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Topografi Front Subaim

Lokasi kedua berada di Front Waste Dump Best, Selatan Pulau Pakal dengan koordinat 128°19'37" BT dan 0°46'43.2" LU dengan elevasi 114 mdpl (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Topografi Front Waste Dump Best

Berdasarkan hasil pengamatan lereng di lokasi penelitian dan potongan melintang atau penampang lereng dari kontur pada Front Subaim dan Front Waste Dump Best maka diperoleh karakteristik lereng yang akan dianalisis sebagai berikut.

Tabel 1. Geometri Lereng Front Subaim dan Front Waste Dume Best

Front	Geometri Lereng		
	Tinggi lereng (m)	Lebar lereng (m)	Sudut lereng (°)
Front Subaim	27	39	38
Front Waste Dump Best	22	30	34

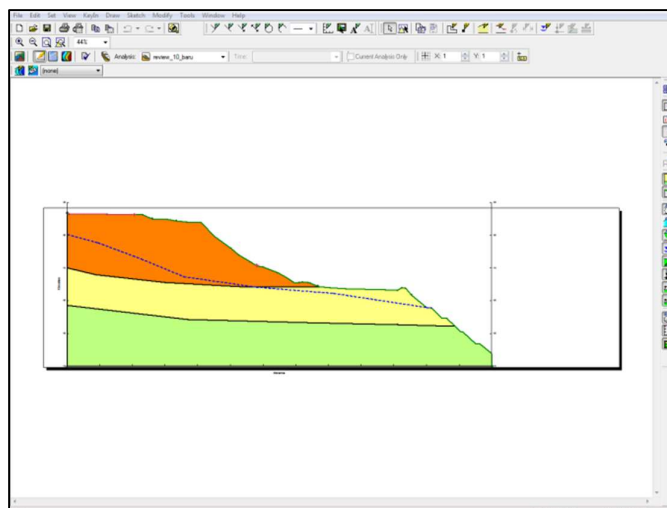
Metode Bishop (1955) [6] digunakan dalam pengolahan data pada penelitian ini, metode ini mengusulkan banyak solusi dengan asumsi bidang gelincir dibagi menjadi beberapa irisan biasa dalam suatu lingkaran busur. Perhitungan faktor Metode Bishop yang disederhanakan dengan memperhitungkan tekanan air pori menggunakan persamaan (1).

$$F_S = \frac{\sum_{n=1}^{n=p} [c' b_n + (W_n - u_n b_n) \tan \phi'] \frac{1}{m \alpha(n)}}{\sum_{n=1}^{n=p} W_n \sin \alpha_n} \quad (1)$$

Keterangan

- $F_S$  = faktor keamanan  
 $c'$  = kohesi tanah efektif (kN/m<sup>2</sup>)  
 $W_n$  = berat irisan tanah ke - n (kN)  
 $u_n$  = tekanan air pori irisan ke - n (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\alpha_n$  = sudut irisan ke - n (°)  
 $b_n$  = lebar irisan ke - n (m)  
 $\phi'$  = sudut geser dalam efektif (°)

Penerapan metode Bishop disederhanakan untuk menganalisis kestabilan lereng dilakukan menggunakan perangkat lunak GeoStudio SLOPE/W 2007. Penggunaan GeoStudio SLOPE/W 2007 untuk menghitung FK dari lereng keseluruhan pada lokasi penelitian.



Gambar 3. Tampilan Kerja Geoslope/W

Tabel 2 dan Tabel 3 merupakan data properti material yang dibutuhkan untuk menganalisis kestabilan lereng keseluruhan dengan menggunakan program GeoStudio SLOPE/W 2007 antara lain kohesi (c), sudut geser dalam ( $\phi$ ) dan densitas material ( $\gamma$ ).

Tabel 2. Properti Material Front Subaim [4]

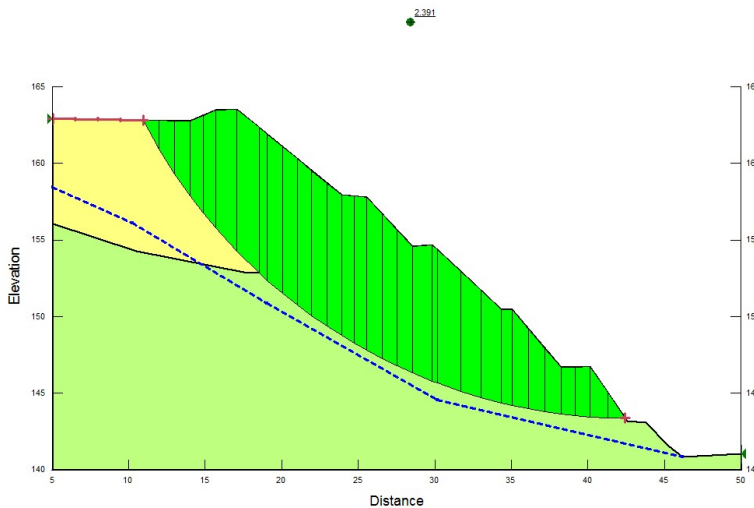
Properti Material			Jenis Material	Kedalaman Material (m)
C (kN/m <sup>2</sup> )	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)		
70,80	17,64	11,31	Limonite	0,00 – 1,04
7,30	14,35	24,47	Saprolite	1,54 – 11,13

**Tabel 3.** Properti Material Front Best [4]

Properti Material			Jenis Material	Kedalaman material (m)
C (kN/m <sup>2</sup> )	γ (kN/m <sup>3</sup> )	φ (°)		
3,40	17,16	82,22	Limonite	0,24 – 4,01
10,40	17,78	39,35	Saprolite	4,01 – 13,17

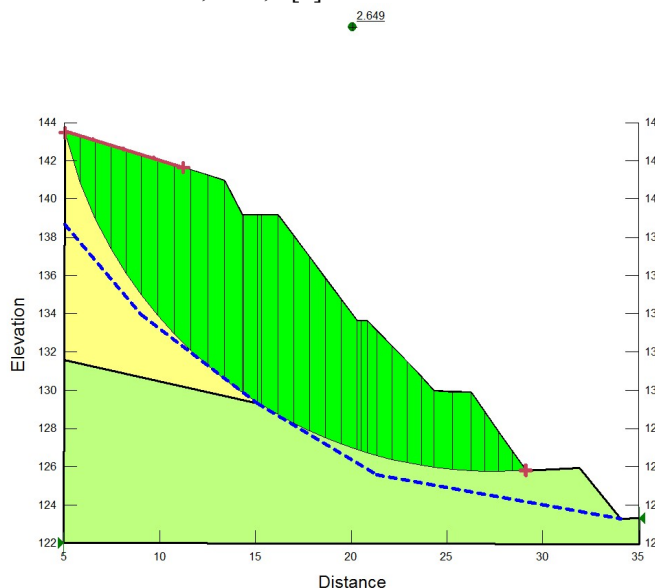
**3. Hasil dan Pembahasan**

Berdasarkan hasil analisis menggunakan program SLOPE/W 2007 diperoleh nilai faktor keamanan lereng keseluruhan untuk Fornt Subaim adalah 2,391 (Gambar 4). Nilai FK menunjukkan kondisi lereng pada Front Subaim dalam keadaan stabil mengacu kepada ketetapan menggunakan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827/K/30/MEM/2018 adalah 1,2 – 1,3 [5].



**Gambar 4.** Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan Front Subaim menggunakan program SLOPE/W

Nilai faktor keamanan lereng keseluruhan untuk Fornt Waste Dump Best adalah 2,649 (Gambar 5). Nilai FK menunjukkan kondisi lereng pada Front Subaim dalam keadaan stabil mengacu kepada ketetapan menggunakan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 1827/K/30/MEM/2018 adalah 1,2 – 1,3 [5].



**Gambar 5.** Hasil analisis kestabilan lereng keseluruhan Front Subaim menggunakan program SLOPE/W

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil analisis Kestabilan lereng keseluruhan sebagai berikut.

1. Kestabilan lereng pada lokasi bekas penambangan di Front Subaim diperoleh nilai Faktor keamanan lereng 2,391 dalam kondisi stabil  $FK > 1,3$  [5].
2. Kestabilan lereng pada lokasi bekas penambangan di Front Waste Dump Subaim diperoleh nilai Faktor keamanan lereng 2, 649 dalam kondisi stabil  $FK > 1,3$  [5].

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang telah berperan dalam penelitian terutama PT. ANTAM UBPN Site Pulau Pakal, Divisi *Grade Control*.

#### 6. Referensi

- [1] I. I. Arif, *Geoteknik Tambang*. Gramedia Pustaka Utama, 2016.
- [2] B. M. Das, N. Endah, dan I. B. Mochtar, "Mekanika Tanah Jilid 1 (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)," *Erlangga*, 1995.
- [3] P.G.F., "Rock slope engineering," *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.*, vol. 15, no. 1, 1978, doi: 10.1016/0148-9062(78)90720-9.
- [4] G. B. Sahetapy, P. M. Fandy, dan R. M. B. Kmurawak, "PERANCANGAN PROGRAM FAKTOR KEAMANAN LERENG MENGGUNAKAN MATLAB PADA PT. ANTAM (PERSERO) Tbk UBPN MALUKU UTARA SITE PAKAL," *J. GEOMining*, vol. 3, no. 1, hal. 8–17, 2022.
- [5] E. KEMENTRIAN, "Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K," 2018.
- [6] A. W. Bishop, "The use of the slip circle in the stability analysis of slopes," *Geotechnique*, vol. 5, no. 1, hal. 7–17, 1955.