

ANALISIS KESTABILAN LERENG PENAMBANGAN NIKEL PADA PT. GAG NIKEL DENGAN MENGGUNAKAN METODE BISHOP

Papua Dorus Rumsowek¹⁾, Indra Birawaputra²⁾

¹⁾Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua

²⁾Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Papua

Jl. Gunung Salju Amban Manokwari

Email : ¹⁾ puadorus@gmail.com, ²⁾indrabp2009@gmail.com

Abstract

It is important to understand the condition of the slopes formed and the FK values obtained from the results of slope analysis in order to provide a safe FK value based on standard requirements for nickel mining slopes. The problems found in the study are, what variables are used in calculating FK values as well as the presence of safe FK values and level geometries that are ideal for mining activities. Thus, the results of one of the main variables used to calculate the slope balance are Bishop method, and get FK values from one different methods, namely 1.144 by looking at the characteristics of the soil and rocks.

Keywords: *Slope Stability, Safety Factors*

Abstrak

Penting untuk mengetahui kondisi lereng yang dibentuk dan nilai FK yang didapatkan dari hasil analisis lereng agar dapat memberikan nilai FK yang aman berdasarkan standar ketentuan bagi lereng penambangan nikel. Masalah yang terdapat pada penelitian yaitu, variabel apa saja yang digunakan dalam menghitung nilai FK, serta adanya nilai FK yang aman dan geometri jenjang yang sangat ideal untuk kegiatan penambangan. Sehingga didapatkan hasil satu variabel utama yang digunakan untuk menghitung kestabilan lereng yaitu metode Bishop, serta mendapatkan nilai FK dari satu metode yaitu 1,144 dengan melihat kondisi karakteristik tanah dan batuan.

Kata Kunci: Kestabilan Lereng, Faktor Keamanan

PENDAHULUAN

Masalah kestabilan lereng timbul akibat dari suatu pekerjaan kegiatan penggalian maupun kegiatan penimbunan. Hal ini merupakan permasalahan yang penting karena menyangkut masalah keselamatan pekerja dan peralatan beserta bangunan yang berada disekitar lereng tersebut. Pekerjaan penambangan dengan tambang terbuka sering ditemukan lereng yang tidak stabil dan dapat mengganggu kelancaran produksi yang berakibat tidak tercapainya target produksi yang direncanakan. Sehingga perlu ada analisis yang tepat sebelum menentukan rekomendasi geometri lereng untuk pembentukan lereng dalam kegiatan penambangan Nikel laterit.

Pada PT Gag Nikel sistem penambangan yang dilakukan adalah tambang terbuka dengan metode *open cesh*, dimana untuk mendapatkan ore dilakukan pengupasan lapisan penutup terlebih dahulu. Pengupasan lapisan tanah penutup yang dilakukan untuk mendapatkan ore diikuti dengan pembentukan geometri lereng mengakibatkan terbentuknya lereng-lereng dengan kemiringan dan ketinggian yang berbeda dimana akan menimbulkan distribusi tegangan yang baru karena mengganggu distribusi tegangan pada lereng alamiah yang sudah ada. Salah satu akibat dari distribusi tegangan baru ini, berupa kelongsoran jenjang sebagai salah satu sifat alamiah lereng untuk mencari kesetimbangan baru dengan cara pengurangan beban yang ditanggungnya.

Oleh karena itu diperlukan suatu kajian terhadap kestabilan lereng untuk menghasilkan ketinggian dan kemiringan lereng yang aman sebagai salah satu saran bagi operasi penambangan yang akan melakukan pekerjaan. Analisis keamanan dilakukan pada lereng tunggal dengan memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada lereng dimana operasi penambangan akan dilakukan. Metode perhitungan yang digunakan pada analisis kestabilan lereng untuk mencari nilai faktor keamanan (FK) dapat menggunakan dua metode yaitu adalah metode *Bishop*, analisis kestabilan lereng dengan metode *Bishop* merupakan analisis kestabilan yang dilakukan dengan menggunakan cara komputasi dengan bantuan *software Slide 6.0* untuk menghitung nilai FK yang di analisis, dan juga menggunakan pendekan dengan analisis *scenline* pada *front* penambangan.

METODE PENELITIAN

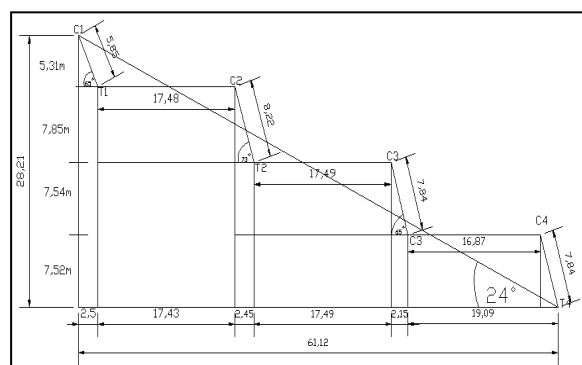
Metode penelitian pada dasarnya merupakan cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif. Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan metode kuantitatif menekankan analisisnya pada data-data numeric (angka) yang diolah dengan metoda statistika. Pada dasarnya, pendekatan kuantitatif dilakukan pada penelitian inferensial (dalam rangka analisis hubungan antar variabel dengan pengujian hipotesis).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Mencari kesetimbangan baru dengan cara pengurangan beban yang ditanggungnya. Oleh karena itu diperlukan suatu kajian terhadap kestabilan lereng untuk menghasilkan ketinggian dan kemiringan lereng yang aman sebagai salah satu saran bagi operator yang akan melakukan pekerjaan.

Geometri Jenjang Pada *Front* Arafa

Suatu jenjang yang dibuat harus mampu menampung dan mempermudah pergerakan alat-alat mekanis pada saat aktivitas pengupasan tanah penutup dan pengambilan bijih.



Gambar 1. Geometri Lereng Tunggal dan Lereng Keseluruhan

Tabel 1. Geometri Jenjang Tunggal Lereng Arafa

No	<i>Crest-Toe</i>	<i>Toe-Crest</i>	<i>Slope</i> (°)	Ket
	Tinggi Lereng(m)	Lebar Lereng(m)		
1	5,85	17,48	65°	C1-T1
2	8,22	17,49	73°	C2-T2
3	7,84	16,87	74°	C3-T3

Tabel 2. Geometri Lereng Keseluruhan Front Arafa

No	Jarak Lapangan(m)		Slope (°)	Ket
	Crest-Toe Tinggi Lereng(m)	Toe-Crest Lebar Lereng(m)		
1	28,21	61.12	24.7757°	C1-T3

Kemiringan Jenjang Lereng

$$\begin{aligned}
 C1-T3 &= \arctan \left(\frac{\text{Tinggi lereng C3-T1}}{\text{Lebar Jenjang C3-T1}} \right) \\
 &= \arctan \frac{28,21 \text{ meter}}{61,12 \text{ meter}} \\
 &= 24.7757^\circ
 \end{aligned}$$

Analisis Scanline Sampling

Scanline dipakai dengan pendekatan parameter RMR yang dihitung menggunakan lima parameter utama yang dijumlahkan untuk mendapatkan nilai RMR yaitu :

Uniaxial Compressive Strength of rock material (UCS)

Kekuatan batuan utuh yang didapatkan pada lokasi penelitian dengan menggunakan pengujian secara langsung yaitu pengujian *Uniaxial Compressive Strength* (UCS).



Gambar 2. Pengujian Kekuatan Batuan Utuh Pada Lokasi Penelitian

Rock Quality Designation (RQD)

Nilai ini dihitung menggunakan pendekatan scanline dengan terlebih dahulu menghitung besar frekuensi kekar persatuan panjang dan didapatkan frekuensi kekar pada lereng adalah untuk LA I 1,533, LA II 1,2 dan untuk LA III 0,818, Nilai RQD dapat dilihat di tabel 3 nilai rating RQD.

Tabel 3. Nilai RQD

No	Kode Lokasi	Range of values	Nilai RQD	Rating	Rock Quality
1	LA01	90%-100%	98,9%	20	Very Good
2	LA02	90%-100%	99,2%	20	Very Good
3	LA03	90-100%	99,6%	20	Very Good

Spasi Kekar

Kekar pada 3 jenis lereng yang diamati terdapat jumlah kekar yang berbeda-beda dengan kondisi lereng yang dipengaruhi oleh kondisi geologi, untuk melihat nilai spasi kekar dapat di lihat pada (Tabel 4).

Tabel 4. Nilai Rating spacing of discontinuity (Bienawski, 1989)

No	Kode Lokasi	Range of values	Nilai Rata-rata spacing	Rating	Description
1	LA01	0.6-2 m	0,65 m	15	Moderate
2	LA02	0.6-2 m	0,83 m	15	Moderate
3	LA03	0.6-2 m	1,22 m	15	Moderate

Condition of Discontinuity (Kondisi Diskontinuitas)

Kondisi diskontinuitas dipengaruhi adanya kemenerusan diskontinuitas (persistence), bukaan (aperture), kekasaran permukaan (roughness), pengisi (infillings), dan tingkat pelapukan (weathering) nilai kondisi diskontinuitas dapat dilihat pada (Tabel 5).

Tabel 5. Condition of Discontinuity (Kondisi Diskontinuitas)

Kode Lokasi	Persistence	Aperture	Roughness	Infillings	Weathering	Rating
LA01	1-3 m 4	0,1-1.0 m 4	Smooth 1	soft clay <5mm 2	Moderately weathered 3	14
LA02	1-3 m 4	0,1-1.0 m 4	Rough 5		Slightly weathered 5	20
LA03	1-3 m 4	0,1-1.0 m 4	Rough 5		Slightly weathered 5	20

Groundwater Condition (Kondisi Airtanah)

Kondisi airtanah massa batuan pada lokasi penelitian didasarkan pada kondisi air yang muncul atau kelembaban permukaan lereng. Secara umum, lereng pada daerah penelitian memiliki kondisi yang kering hingga basa.

Tabel 6. Kondisi air tanah pada lokasi penelitian (Bienawski, 1989)

Kode Lokasi	Groundwater Condition	Rating
LA01	Damp	10
LA02	Completely dry	15
LA03	Completely dry	15

Rekapitulasi Pembobotan Rock Mass Rating (RMR)

Nilai bobot Rock Mass Rating (RMR) dari lima parameter yang didapatkan, maka total nilai RMR yang diperoleh pada lokasi penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 7. Total nilai dan klasifikasi RMR

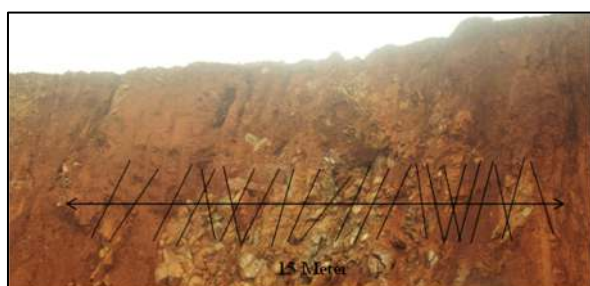
Kode Lokasi	Nilai RMR	Kelas	Deskripsi
LA01	66%	III	Cukup
LA02	77%	II	Baik
LA03	77%	II	Baik

Analisis Kinematika

Analisis kinematik dilakukan untuk mengetahui persebaran set diskontinuitas pada setiap lereng sehingga dapat diketahui tipe keruntuhan yang berpotensi terjadi. Persebaran set diskontinuitas diperoleh dari contour plot data orientasi seluruh diskontinuitas pada perangkat lunak Dips 6.0. Metode stereografis digunakan untuk membantu mengidentifikasi jenis keruntuhan/longsoran yang mungkin terjadi pada suatu lereng batuan.

Scenline I Lereng Arafa

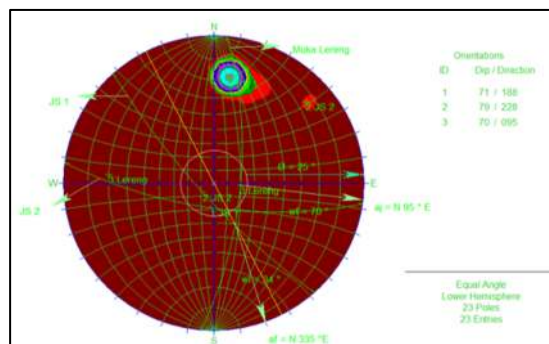
Berdasarkan pola-pola diskontinuitas dan kedudukan lereng menunjukkan adanya model keruntuhan/longsoran baji (Wedge Failure) yang dibentuk oleh dua set diskontinuitas yaitu JS1 dan JS2 dengan banyaknya set diskontinuitas yang memotong satu lereng yaitu 23 dengan panjang scenline 15 m.



Gambar 3. Kondisi Scenline Pada lereng Arafa I

Scenline I Lereng Arafa Berdasarkan pola-pola diskontinuitas dan kedudukan lereng menunjukkan adanya model keruntuhan/longsoran baji (wedge failure) yang dibentuk oleh dua set diskontinuitas yaitu JS1 dan JS2, memiliki sudut penunjan yang dibentuk oleh perpotongan kedua set diskontinuitas tersebut (plunge intersection) (Ψ_i) sebesar 34° dengan sudut geser dalam (Φ) sebesar 25° sudut geser dalam ditentukan berdasarkan

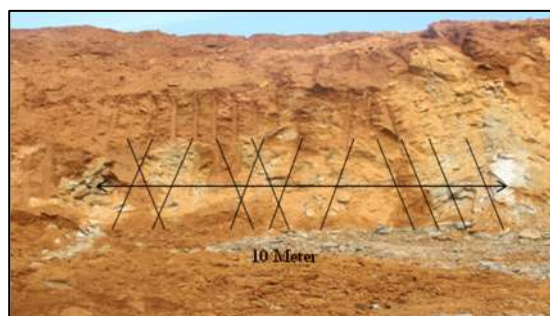
kelas masa batuan, dan kemiringan lereng (Ψ_f) sebesar 70° .



Gambar 4. Analisis Kinematika Pada Scenline Lereng Arafa 1

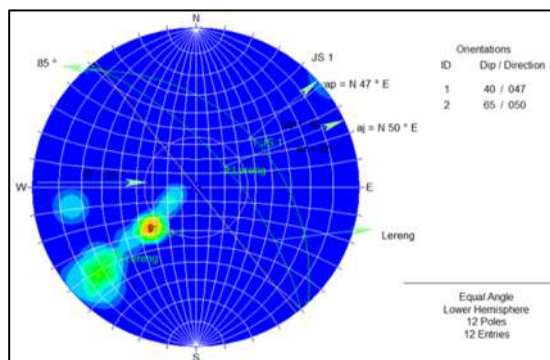
Scenline II Lereng Arafa

Berdasarkan pola-pola diskontinuitas dan kedudukan lereng dengan arah $N50^\circ E$ menunjukkan adanya model keruntuhan/longsoran bidang (toppling failure) yang dibentuk dengan 12 set diskontinuitas yang terdiri dari Fault dengan panjang scenline 10 m, dan plot diskontinuitas tersebut menghasilkan satu JS1.



Gambar 5. Kondisi Scenline Pada lereng Arafa II

Berdasarkan syarat kinematik untuk tipe longsoran bidang yang ditetapkan, maka dapat dikatakan bahwa longsoran bidang pada scenline Lereng II Kemungkinan berpotensi karena memenuhi syarat tersebut (Gambar 5).



Gambar 6. Analisis Kinematika Pada Scenline Lereng Arafa 2

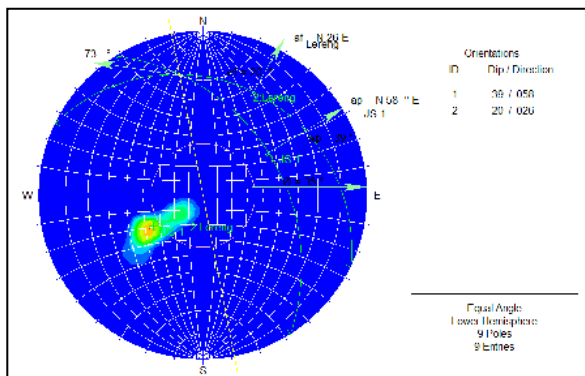
Scenline III Lereng Arafa

Berdasarkan pola-pola diskontinuitas dan kedudukan lereng dengan arah N26°E menunjukkan adanya model keruntuhan/longsoran bidang (toppling failure) yang dibentuk dengan 9 set diskontinuitas yang terdiri dari Fault dengan panjang scenline 11 m, dan plot diskontinuitas tersebut menghasilkan satu JS1, (ap) yang hampir paralel dengan arah kemiringan muka lereng (af), atau dengan kata lain arah kemiringan JS1 N 58° E berada dalam zona kritis (antara af + 160° dan af - 200°).



Gambar 7. Kondisi Scanline Pada Lereng Arafa III

Berdasarkan syarat kinematik untuk tipe longsoran bidang yang ditetapkan, maka dapat dikatakan bahwa longsoran bidang pada scenline III Lereng Kamungkinang berpotensi karena memenuhi syarat tersebut (Gambar 7).



Gambar 8. Analisis Kinematika Pada Scenline Lereng Arafa 3

Slope Mass Rating (SMR)

Berdasarkan karakterisasi massa batuan dan analisis kinematik yang telah dilakukan dapat diketahui kondisi kestabilan lereng dari analisis SMR. Nilai SMR merupakan gabungan antara nilai RMR dengan hubungan kedudukan set diskontinuitas terhadap kedudukan lereng

berdasarkan tipe keruntuhan dari analisis kinematik. Hasil karakterisasi massa batuan menunjukkan nilai RMR sebesar 66%-77% (kelas III dan II) dengan kualitas fair rock-good rock. Hasil analisis kinematik menunjukkan potensi keruntuhan berupa keruntuhan bidang (toppling failure) dan keruntuhan baji (wedge failure) serta orientasi set diskontinuitas yang menyebabkan potensi keruntuhan tersebut.

Tabel 8. Data tipe keruntuhan, orientasi lereng, dan orientasi set diskontinuitas berdasarkan analisis kinematik.

Kode	Tipe Longsoran	α_s	β_s	α_j/α_i	β_j/β_i
C1-T1	Baji	95°	70°	188°	71°
C2-T2	Bidang	50°	47°	65°	40°
C3-T3	Bidang	26°	58°	39°	20°

Pengolahan seluruh data variabel RMR, F1, F2, F3, dan F4 dengan rumus SMR menghasilkan nilai SMR (Tabel 8) yang dapat dikategorikan menjadi kelaskelas kestabilan lereng.

Tabel 9. Total Nilai Dan Klasifikasi SMR

Kode	RMR	F1	F2	F3	F4	Nilai SMR	Kelas	Deskripsi
C1-T1	66%	0,70	0,15	-60	0	59,7	III	Sedang
C2-T2	77%	1,00	0,70	-60	0	35	IV	Buruk
C3-T3	77%	0,70	0,70	-60	0	47,6	III	Sedang

Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode Bishop

Metode analisis kestabilan lereng yang digunakan dalam penelitian adalah metode bishop. Harga perbandingan ini adalah faktor keamanan atau Safety factor. Data geometri lereng aktual yang dihasilkan dan data material properties dimasukkan pada software Slide V.6.0 dari Rocscience maka diperoleh faktor keamanan lereng. Geometri lereng merupakan kenampakan visual lereng di lapangan. Pengukuran Geometri lereng dilakukan dengan menggunakan pengukuran data lapangan untuk mengetahui tinggi lereng, jarak datar dan sudut kemiringan

lereng. Untuk data analisis lereng dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut ini:

Tabel 10 . Geometri Lereng

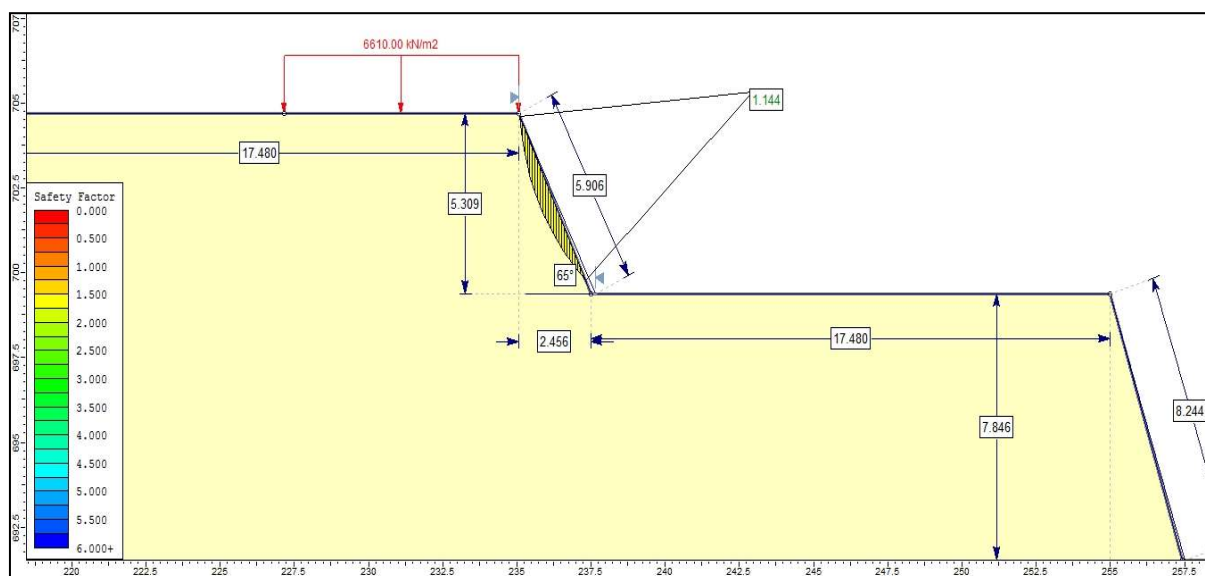
Kode	Jarak Datar (m)	Tinggi (m)	Slope (°)
LA01	17,48 m	5,85	65
LA02	17,49 m	8,22	73
LA03	16,84 m	7,84	74

Metode Bishop bekerja berdasarkan prinsip keseimbangan batas yaitu menghitung kekuatan geser yang akan mempertahankan kemantapan, dibandingkan dengan besarnya tegangan geser yang bekerja. Untuk melihat data

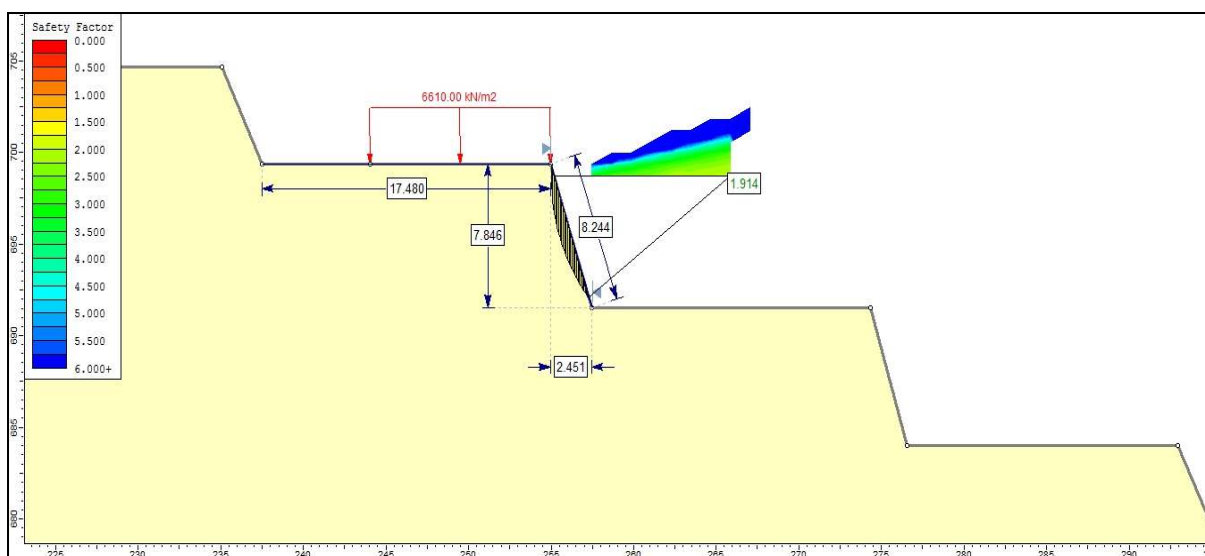
kohesi, sudut geser yang didapatkan dari hasil perhitungan RMR untuk mengetahui kualitas masa batuan pada lereng tersebut (tabel 3.9), dan beban yang bekerja pada lereng dapat dilihat pada tabel 5.13 berikut ini:

Tabel 11. Data Analisis Lereng Metode Bishop (Bieniawski, 1989)

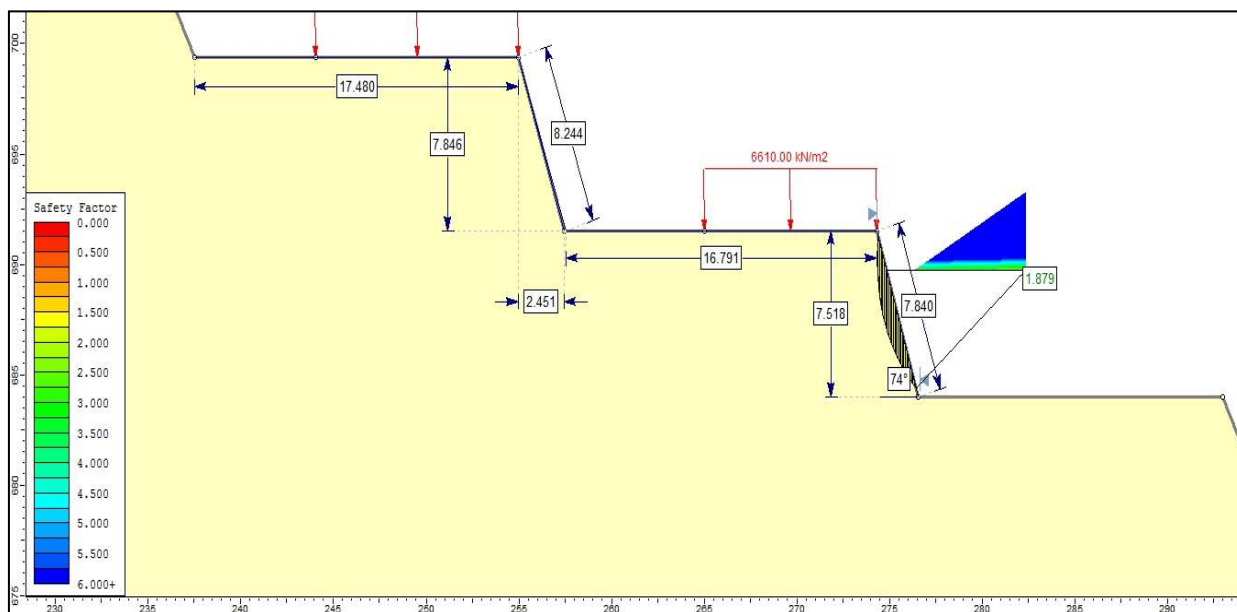
Kode	Cohesi (Kpa)	Sudut Geser Dalam (°)	Beban (kN/m ²)
LA01	200	25	6610
LA02	300	35	6610
LA03	300	35	6610



Gambar 9. Analisis Lereng Penambangan Front Araf 1



Gambar 10. Analisis Lereng Penambangan Front Araf 2



Gambar 11. Analisis Lereng Penambangan Front Arafa 3

Hasil analisis kestabilan lereng yang dianalisis dengan menggunakan metode bishop dengan bantuan software slide untuk mencari nilai FK pada tiga lereng yang diamati dengan hasil nilai FK yang didapatkan dapat dilihat pada tabel 12 berikut ini:

Tabel 12. Hasil nilai faktor keamanan dengan menggunakan software Slide 6

Kode	Kohesi (Kpa)	Sudut Geser dalam (°)	Beban pada lereng (kN/m ²)	Nilai FK	Kondisi Lereng
LA01	200	25	6610	1,144	Jenuh
LA02	300	35	6610	1,914	Kering
LA03	300	35	6610	1,876	Kering

Dari hasil analisis yang didapatkan dengan menggunakan metode bishop yang bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan batas, dengan data yang diperoleh dari hasil perhitungan klasifikasi masa batuan (RMR) yang dilakukan untuk mengetahui kondisi lereng tersebut dengan beberapa parameter yang digunakan untuk memperoleh data yang dibutuhkan antara lain kohesi dengan nilai 200-300 Kpa dan untuk sudut geser dalam 25°-35°(Tabe 5.13), yang ditentukan berdasarkan klasifikasi masa batuan. Faktor keamanan yang digunakan berdasarkan hasianalisis metode Bishop untuk nilai FK yang digunakan dengan kondisi yang dilihat yaitu

kondisi jenuh air pada lokasi penelitian dengan memiliki nilai FK 1,144 dengan kondisi jenuh air pada lereng arafa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kemantapan lereng pada PT. Gag Nikel, Distrik Waigeo Barat kepulauan, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat, dapat disimpulkan:

1. Faktor keamanan lereng individu adalah untuk Lereng individu berdasarkan karateristik massa batuan menggunakan metode bishop, nilai FK yang dikatakan aman dengan kondisi lereng kering yang didapatkan pada lereng C2-T2 dan C3-T3 dengan nilai FK 1,914 dan 1,879 sedangkan untuk kondisi lereng jenuh air yaitu C1-T1 memiliki nilai FK 1,144 dikatakan kondisi tersebut dalam kondisi tidak aman.
2. Pada kondisi ini nilai FK yang digunakan yaitu 1,144 dengan kondisi jenuh air pada lereng C1-T1, kondisi ini digunakan agar melihat kondisi yang paling buruk atau paling kritis pada lereng tersebutpada front penambangan arafa.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penelitian ini khususnya kepada Bapak/Ibu Dosenjurusan teknik pertambangan, Unipa yang telah membantu penulis dalam menulis skripsi dan menyusunya dan juga kepada PT. Gag Nikel, yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Kabupaten Raja Ampat, Propinsi Irian Jaya Barat. Waigeo: Konsorsium Atlas Sumberdaya Pesisir Kabupaten Raja Ampat.
- Bienawski, 1989. Metode Klasifikasi Massa Batuan Rock Mass Rating (RMR).
- Clearesta Elsurah Jannah. 2013. Analisis Kestabilan Lereng Massa Batuan Pada Ruas Jalan Tawaeli-Toboli Km 34-39, Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah.
- Golightly and Elias, 1981-1998, Definisi Nikel Laterit.
- Romana. 1985. Klasifikasi Massa Batuan Terhadap Lereng Batuan.
- Supriatna dkk. 1995. Kondisi Geologi Pulau Gag, Kabupaten Raja Ampat, Provinsi Papua Barat.
- Sukandarrumidi. 2006. Metode Penelitian Deskriptif dan Kuantitatif.