



KAJIAN GEOTEKNIK UNTUK PERENCANAAN GEOMETRI LERENG PIT TAMBANG NIKEL MENGGUNAKAN METODE *BISHOP SIMPLIFIED* PADA PT. RIOTA JAYA LESTARI

Ilham Jaya Saputra Iman¹, Firdaus², Marwan Zam mili³, Wahab⁴
Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kebumian,
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tridharma Anduonohu, Kendari, Indonesia
ilhamjaya.ijs@gmail.com

ABSTRAK

Proses penambangan bijih nikel laterit khususnya untuk tambang terbuka perlu dilakukan kajian geoteknik pada lereng agar terciptanya lingkungan penambangan yang aman dan kondusif, sesuai (Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia No. 1827 K/30/MEM/2018). Penelitian ini bertujuan untuk memberi rekomendasi geometri lereng tambang yang aman berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah penyusun lereng pada rencana penambangan Blok 2 pit 6A di PT. Riota Jaya Lestari, Desa Totallang, Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Metode yang digunakan dalam penentuan kestabilan lereng pada penelitian ini adalah metode *Bishop Simplified*. Hasil penelitian menunjukkan simulasi kestabilan lereng pada profil endapan nikel laterit dalam kondisi terdistribusi beban tambahan oleh alat *Excavator* sebesar 74 kN/m², untuk *Single slope* setinggi 6 meter pada Lapisan *Overburden* dengan sudut lereng 40° diperoleh FK sebesar 1,6 dan PL sebesar 0%, sedangkan untuk sudut 80° diperoleh FK sebesar 0,9 dan PL sebesar 100%. Pada lapisan *Limonite*, untuk sudut 40° diperoleh FK sebesar 1,5 dan PL sebesar 0%, sedangkan untuk sudut 80° diperoleh FK sebesar 0,8 dan PL sebesar 100%. Selanjutnya, lapisan *Saprolite* untuk sudut 40° diperoleh FK sebesar 1,4 dan PL sebesar 0%, sedangkan untuk sudut 80° diperoleh FK sebesar 0,8 dan PL sebesar 100%. Kemudian untuk *Overall slope* dengan ketiga jenis perlapisan setinggi 18 meter untuk sudut lereng 35° dengan geometri lereng dasar setinggi 6 meter dan sudut 40° diperoleh FK sebesar 1,2 dan PL sebesar 20%. Sedangkan, untuk sudut lereng 69° dengan geometri lereng dasar setinggi 6 meter dan sudut 80° diperoleh FK sebesar 0,6 dan PL sebesar 100%. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan untuk lereng keseluruhan agar menggunakan sudut lereng dasar dengan tinggi 6 meter dan sudut sebesar 40°, dikarenakan dinilai lebih aman digunakan untuk merancang atau mendesain lereng tambang berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah pada Blok 2 pit 6A.

Kata Kunci: Perencanaan, Geoteknik Tambang, Rekomendasi Lereng.

ABSTRACT

The mining process for laterite nickel ore, especially for open pit mines, needs to be carried out on the slopes of geotechnical studies in order to create a safe and conducive mining environment, in accordance (Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources of the Republic of Indonesia No. 1827 K/30/MEM/2018). This study aims to provide recommendations for safe mine slope geometry based on the physical and mechanical properties of the soil making up the slopes in the mining plan for Block 2 pit 6A at PT. Riota Jaya Lestari, Totallang Village, Lasusua District, North Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. The method used in determining slope stability in this study is the Bishop Simplified method. The results showed a simulation of slope stability on the profile of laterite nickel deposits under conditions of distributed additional load by the excavator of 74 kN/m², for a single slope of 6 meters in the Overburden layer with a slope angle of 40° obtained a FK of 1.6 and a PL of 0%, while for an angle of 80° the FK is 0.9 and the PL is 100%. In the Limonite layer, for the 40° angle, the FK is 1.5 and the PL is 0%, while for the 80° angle, the FK is 0.8 and the PL is 100%. Furthermore, the Saprolite layer for an angle of 40° obtained a FK of 1.4 and a PL of 0%, while for an angle of 80° the FK was 0.8 and a PL of 100%. Then for the Overall slope with the three types of coating as high as 18 meters for a slope angle of 35° with a basic slope geometry of 6 meters and an angle of 40°, the FK is 1.2 and the PL is 20%. Meanwhile, for a slope angle of 69° with a base slope geometry of 6 meters and an angle of 80°, the FK is 0.6 and the PL is 100%. Based on the results of the study, it can be concluded for the overall slope to use the basic slope angle with a height of 6 meters and an angle of 40°, because it is considered safer to be used to design or design mine slopes based on the physical and mechanical properties of the soil in Block 2 pit 6A.

Keywords: Planning, Mining Geotechnical, Slope Recommendation

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

PT. Riota Jaya Lestari merupakan salah satu perusahaan yang bergerak pada bidang pertambangan nikel laterit, dimana Kegiatan yang dilakukan telah memasuki tahap eksplorasi detail pada Blok 2 pit 6A yang berada di Desa Totallang. Sebelum melakukan kegiatan operasi penambangan nikel laterit perlu melakukan penyelidikan geoteknik untuk menentukan faktor keamanan atau *safety factor* pada bidang pertambangan khususnya tambang terbuka atau *surface mine*. Dalam pelaksanaannya, diperlukan rekomendasi geoteknik untuk menunjang kegiatan perencanaan suatu penambangan agar pada saat dilaksanakan suatu penambangan dapat merancang suatu lereng yang optimal sehingga kegiatan produksi dapat berjalan aman dan serta mendapatkan hasil *recovery ore* yang maksimum.

Permasalahan kestabilan lereng pada lokasi penambangan bijih nikel laterit, menjadi hal yang penting dan perlu diperhatikan terlebih jenjang lereng atau *bench* pada *pit* sebagai area lokasi kerja untuk pengambilan bijih atau *ore getting*. Mengingat geometri lereng cenderung bukanlah lereng permanen yang sewaktu-waktu akan digali seiring dengan kemajuan tambang sehingga perlu memperhitungkan faktor keamanan atau *safety factor* pada lereng sesuai (Kepmen ESDM RI No. 1827 K/30 MEM/2018) Hal. 56, mengenai geoteknik tambang serta syarat dan ketentuan probabilitas kelongsoran sebagaimana yang dimaksud dalam peraturan tersebut untuk mengantisipasi intensitas kelongsoran pada jenjang lereng atau *bench* penambangan yang ideal untuk diterapkan pada sistem penambangan terbuka atau *surface mine*.

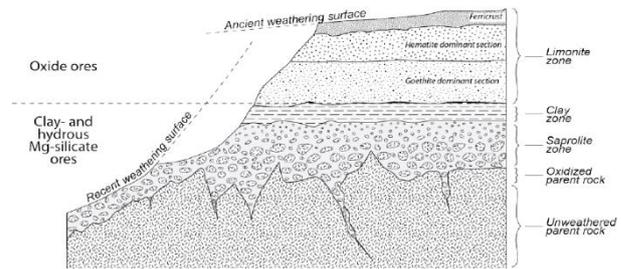
Berdasarkan permasalahan yang diuraikan tersebut, Adapun tujuan penelitian ini, yaitu menghasilkan rekomendasi lereng *pit* yang aman berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah penyusun lereng Blok 2 pit 6A pada PT. Riota Jaya Lestari menggunakan metode *Bishop Simplified*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Endapan Nikel Sekunder (Laterit)

Endapan nikel sekunder atau biasa disebut nikel laterit merupakan suatu endapan yang terbentuk karena adanya proses konsentrasi mineral-mineral berharga yang mengandung nikel yang berasal dari pelapukan batuan asal (*host rock*) oleh gaya-gaya eksogen, seperti pelapukan (*weathering*) akibat sinar matahari, curah hujan, dan lain-lain.

Hasil pelapukan tersebut mengalami transportasi, pemisahan (*sorting*), dan akhirnya terkonsentrasi.



Gambar 2.1. Potongan Melintang Yang Menunjukkan Permukaan Sebelum Dan Setelah Pelapukan. (Samama, 1986 dalam Arief, 2018)

Profil endapan nikel laterit secara umum terdiri dari empat horizon utama :

1. Iron cap (*Ferric crust*)

Iron cap merupakan lapisan teratas dalam profil endapan nikel laterit dan berfungsi melindungi lapisan di bawahnya dari bahaya erosi. Lapisan ini dikenal pula sebagai zona tudung besi (*ferruginous duricrust*) karena mengandung konsentrasi besi yang tinggi.

2. Limonite

Bagian ini dibagi menjadi dua lapisan karena terdapat perbedaan kandungan konsentrasi besi. lapisan bagian atas disebut limoniteik sebab walaupun kaya akan oksida besi, lapisan ini tercampur dengan tanah penutup (*top soil*).

3. Saprolite

Zona *Saprolite* adalah zona yang sangat kaya akan nikel sebagai hasil pelapukan dari batuan dasar (*bedrock*). Pada zona ini, fragmen-fragmen batuan asal masih terlihat, dari ukuran kerikil hingga bongkah.

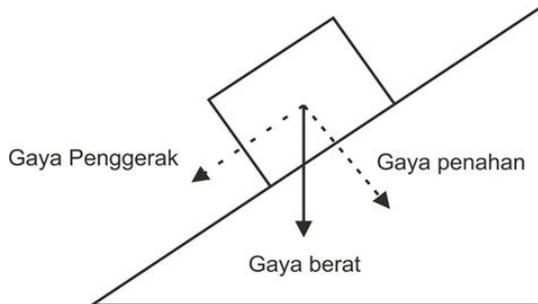
4. Bedrock

Zona ini disebut pula dengan istilah *protolith*, yaitu batuan dasar yang terletak paling dasar dari profil suatu endapan nikel laterit. Zona ini berupa batuan ultramafik, antara lain *harzburgite*, *peridotite*, atau dunit, dengan ukuran bongkah yang besar, lebih dari 75 centimeter (Arif, 2018).

2.2. Prinsip Dasar Analisis Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng, baik lereng alami atau buatan (buatan manusia) serta lereng timbunan, dipengaruhi oleh beberapa faktor yang dapat dinyatakan secara sederhana sebagai gaya-gaya penahan dan gaya-gaya penggerak yang bertanggung jawab terhadap kestabilan lereng tersebut. Pada kondisi gaya penahan (terhadap longoran) lebih besar dari gaya penggerak, lereng tersebut akan berada dalam kondisi yang

stabil (aman). Namun, apabila gaya penahan lebih kecil dari gaya penggerak, lereng tersebut tidak stabil dan akan terjadi longsor. Sebenarnya longsor merupakan suatu proses alami yang terjadi mendapatkan kondisi kestabilan lereng yang baru (keseimbangan baru), dimana gaya penahan lebih besar dari gaya penggerak.



Gambar 2.2. Faktor Keamanan Sederhana (Arif, 2016)

Faktor keamanan (FK) =

$$\frac{\text{Gaya penahan}}{\text{Gaya penggerak}} \quad (1)$$

$$= \frac{c.A + W.\cos\alpha.\tan\phi}{W.\sin\alpha}$$

Keterangan :

- c = Kohesivitas atau daya rekat antar partikel material (kN/m²)
- A = Lebar massa longsor (m)
- W = Massa material longsor (kN/m³)
- Cos α = Sudut arah gaya yang terbentuk terhadap bidang longsor (°)
- Tan α = Sudut arah gaya yang terbentuk antara gaya vertikal dan horizontal terhadap massa longsor (°)
- Sin α = Sudut arah gaya yang terbentuk antara gaya vertikal dan gaya terhadap luncuran massa longsor (°)

Apabila nilai FK suatu lereng >1,0 (Gaya penahan > gaya penggerak), lereng tersebut berada dalam kondisi stabil. Namun apabila harga F < 1,0 (Gaya penahan < gaya penggerak), lereng tersebut berada dalam kondisi stabil dan mungkin akan terjadi longsor pada lereng tersebut (Arif, 2016).

2.3. Longsor

Longsor merupakan sebuah fenomena alam yang umum terjadi akibat perubahan keseimbangan terhadap kemantapan lereng. Ditinjau dari aspek keteknikan, longsor

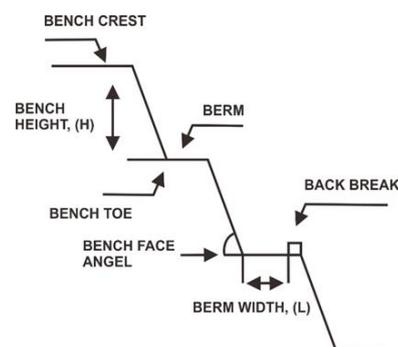
disebabkan oleh gaya dorong yang lebih besar dari gaya penahan sehingga nilai FK > 1 (Sari, 2020).

2.4. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Kestabilan lereng galian bervariasi sepanjang waktu. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan dan tekanan air pori, tegangan geser dan pembebanan pada lereng yang mengakibatkan perubahan kekuatan geser material. Perubahan tersebut diakibatkan oleh adanya perubahan musim dan proses pelapukan, adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng yaitu:

2.4.1. Geometri Lereng

Tambang terbuka tersusun atas sekumpulan lereng yang terdiri dari lereng tunggal (*single slope*) dan lereng keseluruhan (*overall slope*) dengan dimensi tinggi dan sudut tertentu. Tinggi lereng adalah jarak vertikal dari bidang kaki (*bench toe*) hingga puncak lereng (*bench crest*), sedangkan sudut lereng adalah sudut yang dibuat antara garis yang menghubungkan kaki dan puncak lereng dengan garis horizontal (*bench face angle*). Pada lereng keseluruhan juga terdapat daerah yang menghubungkan antara lereng yang dikenal dengan jenjang penahan (*catch berm*) dan bagian lereng jalan tambang yang disebut (*ramp*), serta lebar lereng yaitu (*berm width*), dan tanggul atau (*back break*), bagian dari *bench* dapat ditunjukkan pada gambar 2.3 (Hasan dan Heriyadi, 2018).



Gambar 2.3. Bagian dari Bench (Mondol dkk., 2013)

2.4.2. Aktivitas Manusia

Aktivitas seperti penggalian dan peledakan menyebabkan perubahan keseimbangan gaya-gaya dalam sehingga akan menyebabkan bertambahnya gaya geser dan mengurangi kestabilan lereng. Pada kegiatan penggalian pada suatu lereng akan menyebabkan terjadinya perubahan besarnya

gaya-gaya pada lereng yang mengakibatkan terganggunya kestabilan lereng dan akhirnya dapat menyebabkan lereng tersebut longsor.

2.4.3. Struktur Geologi

Struktur yang dimaksud meliputi sesar (*fault*), kekar (*joint*), perlipatan (*fold*), bidang perlapisan (*bedding plane*), dan rekahan (*crack*). Struktur merupakan bidang-bidang lemah sekaligus sebagai tempat rembesnya air sehingga dapat menurunkan kestabilan lereng.

2.4.4. Sifat Fisik dan Mekanik Tanah

Sifat fisik yang mempengaruhi kestabilan lereng antara lain bobot isi, porositas, dan kandungan air. Dalam mengetahui sifat fisik dan mekanik tanah dilakukan dengan melakukan pengujian di laboratorium mendapatkan angka bobot isi, kohesi dan sudut geser dalam pada lokasi.

2.4.5. Kandungan Air

Kandungan air berpengaruh terhadap tekanan air pori. Semakin besar kandungan air, tekanan air pori akan semakin besar sehingga menurunkan kekuatan geser dan mengakibatkan lereng mudah longsor (Hasan dan Heriyadi, 2018).

2.5. Standar Faktor Keamanan

Berdasarkan (Keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia No. 1827 K/30 MEM/2018), Hal 56 tentang faktor keamanan lereng, maka dibagi 3 kelompok rentan Faktor Keamanan (FK) Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Faktor Keamanan Lereng

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

(Sumber: Kepmen 1827 K/30 MEM/2018, Hal 56)

2.6. Pengeboran

Pengeboran dilakukan untuk mendapatkan conto dari tanah yang dapat diperiksa secara visual supaya sifat asli tanah dapat dicatat secara teliti dan teratur. Catatan ini mencakup jenis tanah pada setiap lapisan yang berbeda serta kedalamannya. Catatan ini yang meliputi kedalaman penuh dari pengeboran

disebut log pengeboran (*bore log*). (Wesley dan Pranyoto, 2010).

2.6.1. Pengeboran dengan Mesin

operasi alat bor mesin. Alat bor yang memakai mesin pada umumnya terdiri atas tiga bagian seperti berikut:

- A). Alat yang dapat memutar stang-stang bor dengan kecepatan yang bisa diatur, dan dapat juga menekan stang dan alat bor ke bawah
- B). Pompa, untuk memompakan air pengeboran (air pencuci) ke bawah melalui bagian (lubang) dalam stang bor.
- C). Roda pemutar (*winch*) dan derik atau tripod untuk menaikkan dan menurunkan stang-stang dan alat bor ke dalam lubang bor.

2.6.2. Pengambilan Inti Terus Menerus Menggunakan Tabung Terbuka (*Single Tube Core Borell*)

Cara ini diperlihatkan pada Gambar 2.5. Tabung di tekan dari atas supaya masuk tanah pada dasar lubang bor, dengan demikian tabung menjadi penuh dengan inti tanah yang asli. Tabung dengan inti tanah ditarik ke atas supaya inti dapat dikeluarkan dari tabung. Kemudian tabung dimasukkan lagi di dalam lubang bor dan inti berikutnya diambil (Wesley dan Pranyoto 2010).

2.7. Analisis Laboratorium Mekanika Tanah

2.7.1. Sifat Fisik Tanah

Analisis sifat fisik tanah berupa mengetahui bobot isi tanah yaitu perbandingan antara berat tanah basah dengan volume cetakan.

Bobot isi conto tanah (γ) dapat dicari dengan rumus:

Bobot isi conto tanah:

$$\gamma = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (2)$$

Keterangan:

γ = Bobot isi conto tanah (kN/cm³)

W1 = Berat cetakan uji (kN)

W2 = Berat cetakan dan benda uji (kN)

V = Volume conto tanah (cm³)

(Ifnanta, 2018).

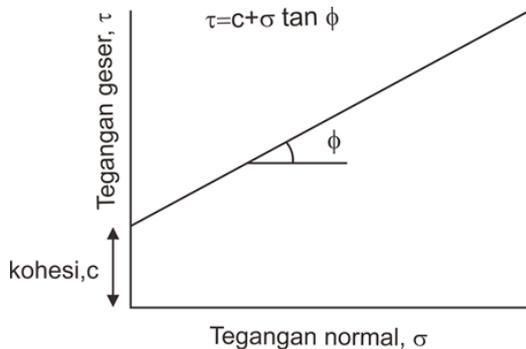
2.7.2. Mekanika tanah

Dari pengujian kuat geser nantinya akan diperoleh nilai tegangan normal (σ) tegangan geser (τ) dan kemudian akan diketahui parameter uji berupa kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) (Ifnanta, 2018).

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad (3)$$

Keterangan:

- τ = Tegangan geser tanah (kN/m²)
- c = Kohesi tanah (kN/m²)
- σ = Tegangan normal (kN/m²)
- ϕ = Sudut geser dalam (°) (Ifnanta, 2018).



Gambar 2.6. Garis Kekuatan *Mohr-Coulomb* (Hoek dan Bray, 1981 dalam Arif, 2016)

Adapun rumus mengetahui tegangan normal adalah sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{N}{A} \quad (4)$$

Keterangan:

- σ = Tegangan normal (kN/m²)
- N = Beban Normal (kN)
- A = Luas conto (cm²) (Ifnanta, 2018)

Adapun rumus menghitung tegangan geser adalah sebagai berikut:

$$\tau = \frac{T}{A} \quad (5)$$

Keterangan:

- τ = Tegangan geser (kN/m²)
- T = Gaya geser terbesar (kN)
- A = Luas conto (cm²) (Ifnanta, 2018)

2.8. Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Kesetimbangan Batas

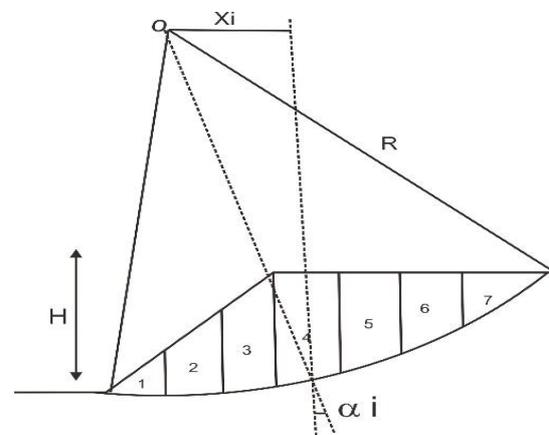
Kesetimbangan batas merupakan metode yang sangat populer dan rutin dipakai dalam analisis kestabilan lereng longsoran translasional dan rotasional karena metode ini relatif sederhana, mudah digunakan serta telah terbukti kehandalannya selama bertahun-tahun. Dalam analisisnya metode kesetimbangan batas menggunakan kondisi kesetimbangan statik dan mengabaikan adanya hubungan regangan tegangan pada lereng. metode yang tidak memenuhi semua kondisi kesetimbangan gaya dan momen, antara lain yaitu metode irisan biasa, metode *Bishop* yang disederhanakan

(*Bishop Simplified*), metode janbu yang disederhanakan (*Janbu Simplified*), dan metode yang memenuhi semua kesetimbangan gaya dan momen, antara lain yaitu Metode *Spencer*, Metode *Morgenstern-Price* (Marini dkk., 2019). Dalam metode kesetimbangan batas (*Limited Equilibrium*), keseimbangan massa tanah yang cenderung meluncur ke bawah dibawah pengaruh gravitasi. Pergerakan transisi atau rotasi dipertimbangkan pada permukaan slip yang diketahui atau diketahui potensial di bawah atau massa tanah atau massa batuan (Salunkhe dkk., 2017).

Dalam pengembangan metode LEM (*Limited Equilibrium Method*) lebih sering digunakan oleh Insinyur karena mereka lebih akrab daripada metode FEM (*Finite Equilibrium Method*). menyederhanakan perhitungan, analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa program komputer bantu. (Cherianto dkk., 2014).

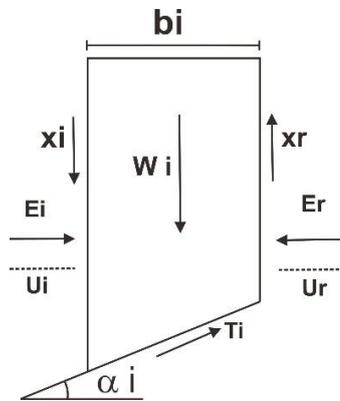
2.9. Metode Bishop Yang Disederhanakan (*Bishop Simplified Method*).

Diantara metode irisan lainnya, metode *Bishop* yang disederhanakan merupakan metode yang paling populer dalam analisis kestabilan lereng. Asumsi yang digunakan dalam metode ini yaitu besarnya gaya geser antar irisan sama dengan nol ($X=0$) dan bidang runtuh berbentuk sebuah bidang busur lingkaran (Hasan dan Heriyadi, 2018). Analisis dengan menggunakan metode *Bishop* yang disederhanakan cocok diaplikasikan pada penambangan endapan nikel mengingat material pada daerah tersebut memiliki karakteristik kekuatan seperti tanah sehingga tipe longsor yang paling mungkin adalah longsor busur (Azizi dkk., 2019).



Gambar 2.7. Gaya Yang Bekerja pada Bidang Irisan (Hardiyatmo, 2018)

Dalam setiap segmen atau irisan terdapat gaya yang bekerja pada bidang longsor yang terbagi kedalam beberapa segmen atau irisan seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.8.



Gambar 2.8. Gaya Yang Bekerja pada Tiap Irisan (Hardiyatmo, 2018)

Gaya-gaya ini terdiri dari gaya geser (X_r dan X_i) dan gaya normal efektif (E_r dan E_i) di sepanjang sisi irisannya, dan juga resultan gaya geser efektif (T_i) dan resultan gaya normal efektif (N_i) yang bekerja di sepanjang dasar irisan. Tekanan air pori U_i dan U_r bekerja di kedua sisi irisan, dan tekanan air pori U_i bekerja pada dasar irisannya (Hardiyatmo, 2018).

$$F = \frac{\sum [c \cdot b + (W - u \cdot b) \cdot \tan \phi] \cdot \left(\frac{1}{\cos \alpha \cdot (1 + \tan \alpha \cdot \tan \phi / F)} \right)}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

Keterangan:

- F = Faktor aman
- c = Kohesi tanah efektif (kN/m^2)
- ϕ = Sudut gesek dalam tanah efektif ($^\circ$)
- b = Lebar irisan ke- i (m)
- W = Berat irisan tanah ke- i (kN/m^3)
- α = Sudut yang didefinisikan dalam gambar 2.8 ($^\circ$)
- u = Tekanan air pori pada irisan ke- i (kN/m^2)
- M_i = Fungsi *trial and error* dari nilai F (Hardiyatmo, 2018).

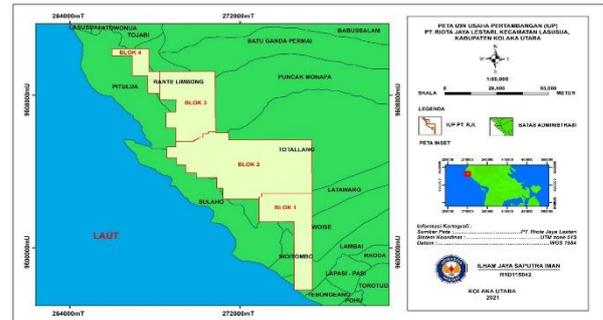
III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini direncanakan akan dilakukan dalam kurun waktu selama + 4 bulan terhitung sejak bulan November 2021, secara administratif PT. Riota Jaya Lestari terletak di Desa Woitombo,

Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara, dan secara geografis terletak pada ($120^\circ 53' 35''$ - 121°

$0'35''$ BT dan $3^\circ 31' 15''$ - $3^\circ 38' 15''$ LS). Dengan luas wilayah IUP operasi produksi seluas + 3000 Ha, lokasi ini dapat dijangkau menggunakan kendaraan bermotor atau mobil, dari kota kendari ke arah barat melalui jalan poros Provinsi menuju ke Kabupaten kolaka utara, Kecamatan Lasusua dengan waktu tempuh selama + 8 jam, dan dilanjutkan menuju Desa Lambai melalui jalan perkampungan



dengan waktu tempuh + 25 menit.

Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini bersifat deskriptif dan termasuk kedalam jenis penelitian kuantitatif. Penelitian ini lebih terarah ke penelitian terapan (*Applied Research*).

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang penulis perlukan dalam melaksanakan kegiatan Tugas akhir yaitu:

Tabel 3.1. Instrumen Penelitian

No	Nama alat	Kegunaan
1	Buku Lapangan	Menulis Data Lapangan
2	Alat Bor Conto	Mengambil Sampel <i>Coring</i>
3	Kantung Conto	Menyimpan Sampel <i>Coring</i>
4	Kamera	Mengambil Gambar
5	Laptop	Membuat Laporan
6	GPS Garmin	Mengambil Koordinat
7	Software Slide 6.0	Merancang Lereng
8	Microsoft Office	Mengolah Data Primer

3.4. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.4.1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan bagian dari kegiatan penelitian yang bertujuan mengumpulkan, mempelajari dan membaca berbagai sumber pustaka.

3.4.2. Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan atau observasi terhadap kondisi lapangan diperlukan agar dapat memperoleh gambaran awal tentang lokasi dan kegiatan penelitian. gambaran awal tentang lokasi dan kegiatan penelitian.

3.4.3. Pengambilan Data

Pengambilan data penelitian dilakukan dengan melakukan pengumpulan data primer dan data sekunder.

3.6. Jadwal Penelitian

Adapun jadwal penelitian dapat dilihat pada tabel 3.2. Lama dan waktu penelitian dapat disesuaikan berdasarkan situasi dan tingkat kesulitan penelitian, baik pengumpulan data serta pengolahan data penelitian.

Tabel 3.2. Jadwal Penelitian

No	Kegiatan	Bulan			
		September 2021	November 2021	Desember 2021	Desember 2022
1	Observasi				
2	Pengumpulan				
3	Evaluasi dan Pengolahan Data				
4	Penyusunan Hasil Penelitian				
5	Presentasi Hasil Penelitian				

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penyelidikan Lapangan

Langkah awal dari metodologi penelitian analisis kestabilan lereng tambang adalah pengumpulan data-data yang dibutuhkan dalam analisis berupa:

- Peta lokasi penelitian
- Peta topografi daerah penelitian
- Peta lokasi lubang bor daerah penelitian
- Data geoteknik lapangan
- Penampang lubang bor geoteknik

Tabel 4.1. Kode Lubang Bor Geoteknik

No	Lubang Bor	Koordinat (m) UTM Zona 51S		
		<i>Easting</i>	<i>Northing</i>	<i>Elevation</i>
1	TB/6A 25-17	272082	9603412	348
2	TB/6A 25-18	272057	9603412	345

4.1.5. Penampang Lubang Bor Geoteknik

Penampang lubang bor geoteknik digunakan sebagai dasar rancangan lereng penambangan, zona Lapisan nikel laterit pembentuk lereng penambangan pada lokasi penelitian dapat diketahui dari penampang lubang bor geoteknik tersebut.

4.1.6. Pengambilan dan Identifikasi Conto

Pengambilan conto atau Sampel tanah

bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik dan mekanik tanah pada lereng tiap Bench serta untuk mengetahui kekuatan dari lereng pada lokasi penelitian.



Gambar 4.1. Proses Pengeboran dan pengambilan Conto (Sumber: Hasil Penelitian 2022)

4.2. Data Analisis Laboratorium

Pengujian ini bertujuan untuk menganalisis dan atau mendapatkan parameter nilai bobot isi dari sifat fisik dan nilai sifat mekanik dari suatu conto tanah berdasarkan perlapisan profil endapan nikel laterit.

A. Sifat Fisik Conto Tanah

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Bobot isi Conto

No	Conto	Bobot Isi Conto	
		(gr/cm ³)	(kN/cm ³)
1	<i>Overburden</i>	1,70	16,67
2	<i>Limonite</i>	1,69	16,61
3	<i>Saprolite</i>	1,76	17,27

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium Mekanika Tanah 2022)

B. Sifat Mekanik Conto Tanah

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Sifat Mekanik Conto

No	Conto	Koheisi c		Sudut Gesek Dalam (φ) ^o
		kg/cm ²	kN/cm ²	
1	<i>Overburden</i>	0,14	13,72	27
2	<i>Limonite</i>	0,13	12,74	25
3	<i>Saprolite</i>	0,13	12,74	24

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium Mekanika Tanah 2022)

4.3. Rancangan Geometri Lereng Penambangan

Rancangan geometri lereng penambangan perlu dilakukan karena merupakan salah satu data masukan untuk kegiatan perencanaan tambang, selain itu juga mengacu pada (Keputusan

Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 1827 K/30/MEM/2018) tentang perlunya rekomendasi hasil pengolahan data geoteknik yang menjelaskan geometri dan dimensi lereng tambang yang diperlukan.

4.4. Hasil Analisis Kestabilan Lereng

Tabel 4.4. Distribusi Beban Pada Lereng

No	Distribusi Beban (ρ)	
1	Merk/Tipe	Kobelco/SK 200 LC
2	Jenis Kendaraan	Excavator
3	Ground Pressure	47 kN/m ²

(Sumber: Hasil Penelitian 2022)

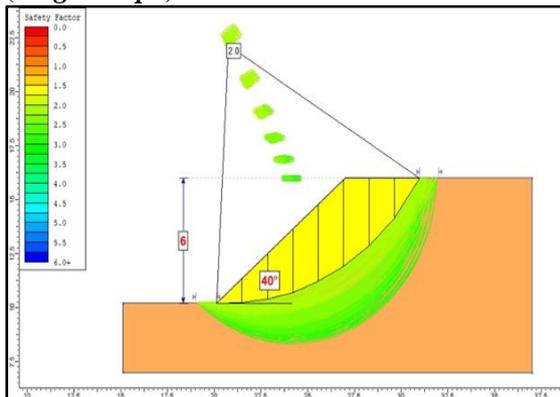
Distribusi beban diperlukan untuk mengetahui kekuatan suatu lereng secara maksimum, sebagai contoh yaitu adanya beban alat (*Excavator*) yang bekerja diatas lereng hal ini memungkinkan adanya distribusi beban tambahan selain dari lereng itu sendiri yang dipengaruhi oleh geometri lereng dan jenis tanah penyusun lereng.

Tabel 4.5. Parameter Masukan Analisis Lereng

No	Conto	Bobot Isi (γ)		Kohesi (c)		Sudut Gesek Dalam (ϕ) ^o
		(gr/cm ³)	(kN/cm ³)	kg/cm ²	kN/cm ²	
1	Overburden	1,70	16,67	0,14	13,72	27
2	Limonite	1,69	16,61	0,13	12,74	25
3	Saprolite	1,76	17,27	0,13	12,74	24

(Sumber: Hasil Uji Laboratorium Mekanika Tanah 2022)

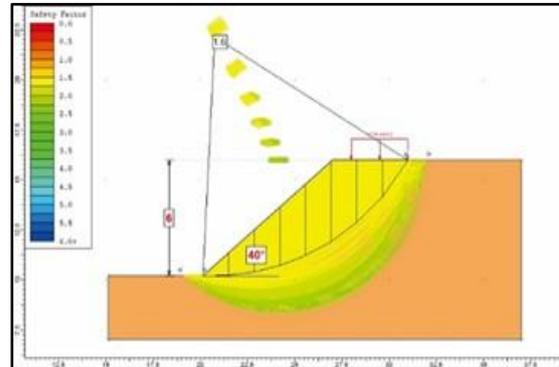
4.4.1. Analisis Kestabilan Lereng Tunggal (Single Slope)



Gambar 4.3. Model Simulasi Geometri Lereng Tunggal pada Lapisan *Overburden* Sudut 40° tinggi 6 meter (Sumber: hasil penelitian 2022)

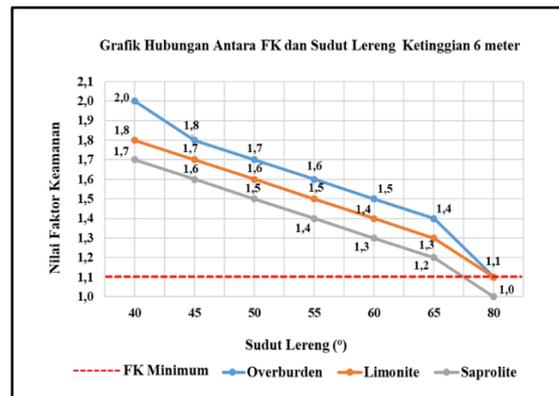
Sedangkan untuk simulasi lereng tunggal dengan kondisi adanya distribusi beban (ρ) dapat dilihat pada gambar 4.4.

Gambar 4.4. Model Simulasi Geometri Lereng Tunggal dengan Distribusi Beban pada Lapisan



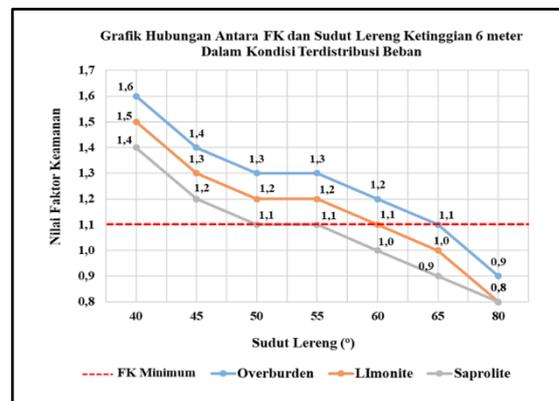
Overburden sudut 40° Ketinggian 6 Meter (Sumber: hasil penelitian 2022)

Adapun grafik hubungan antara nilai FK dan besaran sudut lereng dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5. Grafik Hubungan Antara FK Minimum dan Sudut Lereng Tunggal (Single Slope) Ketinggian 6 meter (Sumber: Hasil Penelitian 2022)

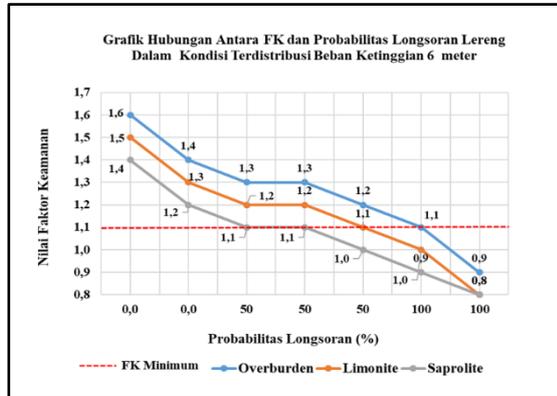
Adapun grafik hubungan nilai FK dan nilai besaran sudut lereng yang terdistribusi beban (ρ) dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6. Grafik Hubungan Antara FK dan Sudut Lereng Tunggal (Single Slope)

Ketinggian 6 Meter Dalam Kondisi Terdistribusi Beban

Adapun grafik hubungan antara nilai FK yang terdistribusi beban (ρ) oleh Excavator dengan nilai probabilitas longsoran dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7. Grafik Hubungan Antara FK dan PL Lereng Tunggal (*Single Slope*) Dalam Kondisi Terdistribusi Beban (ρ) Ketinggian 6 meter (Sumber: Hasil Penelitian 2022)

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini berdasarkan pembahasan dan tujuan penelitian yaitu:

Berdasarkan simulasi kestabilan lereng dengan menggunakan metode kesetimbangan batas yaitu metode *Bishop Simplified* dan berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah penyusun lereng pada Blok 2 pit 6A PT. Riota Jaya Lestari, dengan jenis perlapisan *Overburden*, *Limonite* dan *Saprolite*, untuk sudut lereng 40° , 45° , 50° dan 55° dinilai masih aman untuk digunakan untuk mendesain lereng tunggal pada pit dikarenakan nilai FK atau faktor keamanan dalam kondisi terdistribusi beban (ρ) oleh Excavator sebesar 47 kN/m^2 , tidak ada yang dibawah 1,1 dan PL atau probabilitas longsoran sebesar 0%, berdasarkan (Kepmen ESDM RI No. 1827 K/30/MEM/2018) dimana untuk lereng tunggal rendah sampai dengan tinggi FK minimum yaitu 1,1 dan PL dengan ketentuan $FK \geq 1$ sebesar 25-50%.

5.2. Saran

1. Untuk geometri lereng tunggal (*Single Slope*) disarankan untuk menggunakan tinggi jenjang 6 meter dan sudut 40° dan untuk lereng keseluruhan (*Overall Slope*) dengan ketentuan tinggi geometri lereng dasar 6 meter dan sudut

40° serta lebar jenjang penangkap (*Catch Bench*) minimal 1 meter karena di nilai lebih aman digunakan untuk mendesain lereng, berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik untuk ketiga jenis lapisan *Overburden*, *Limonite* dan *Saprolite* di semua wilayah rencana penambangan Blok 2 pit 6A PT. Riota Jaya Lestari.

2. Perlu dilakukan pemeriksaan kondisi muka air tanah (MAT) guna untuk mengetahui dan mengantisipasi adanya peningkatan *moisture content* atau kadar air resapan sehingga mengakibatkan massa tanah menjadi jenuh. Serta dilakukan pula perencanaan penanganan terhadap air permukaan dan air tanah dengan dibuat saluran penyaliran, baik dibagian atas maupun di bagian bawah lereng dengan tujuan untuk mengurangi kandungan air atau *moisture content* dalam badan lereng yang dapat menurunkan kuat gesek tanah di wilayah rencana penambangan Blok 2 pit 6A PT. Riota Jaya Lestari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, I., *Nikel indonesia*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2018.
- [2] Arif, I., *Geoteknik Tambang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2016.
- [3] A. M. Azizi, "Prediksi Volume Longsoran Tambang Terbuka Nikel Menggunakan Metode Kesetimbangan Batas 3 Dimensi Prediction Of Material Volume Of Slope Failure in Nickel Surface Mine Using Limit," *Indones. Min. Prof. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 43–48, 2019.
- [4] C. F. K. Sari, "Analisis Geoteknik Dalam Perencanaan Kestabilan Lereng Pada Operasi Penambangan Batu Kapur Di Pt. Sbv – Sumatera Selatan," Vol. Vi, No. 1, 2020.
- [5] B. M. Hasan and B. Heriyadi, "Analisis Balik Kestabilan Lereng Tambang Batubara Pit RTS-C Sisi Barat WUP Roto-Samurangau PT . Kideco Jaya Agung , Kecamatan Batu Sopang , Kabupaten Paser , Provinsi Kalimantan Timur," vol. 5, no. 1, pp. 74–84, 2018.
- [6] A. M. Mondol, C. Quamruzzaman, S. M. M. Kabir, and S. M. Z. Hossain, "Open Pit Slope Design of Barapukuria Coal Mine Using Limit Equilibrium Methods of Slope Stability Analysis," vol. 3, no. 12, pp. 49–53, 2013.



- [7] D. L. D. Wesley and D. I. S. Pranyoto, “Mekanika Tanah (untuk Tanah Endapan dan Residu),” *Buku*, p. 580, 2010.
- [8] P. S. Ifnanta, “Analisis Kestabilan Lereng Tambang Di Area Penambangan Andesit PT . Mineral Sutera Pesisir Selatan Kabupaten Pesisir,” vol. 5, no. 1, pp. 116–130, 2018.
- [9] A. E. dkk. Marini, “Analisis Kestabilan Lereng Area Highwall Section B Tambang Batubara PT . Manggala Usaha Manunggal Jobsite Pt . Banjarsari Selatan,” vol. 4, no. 4, pp. 80–89, 2019.
- [10] D. P. dkk. Salunkhe, “An Overview on Methods for Slope Stability Analysis,” *Int. J. Eng. Res. Technol.*, vol. 6, no. 03, pp. 528–535, 2017.
- [11] O. Cherianto *et al.*, “(Studi Kasus : Kawasan Citraland sta . 1000m),” *J. Sipil Statik*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [12] H. C. Hardiyatmo, *Mekanika Tanah 2*, Keenam. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press ISBN: 978-602-386-312-9, 2018.