JURNAL RISET TEKNOLOGI PERTAMBANGAN
Advancing Research in Sustainable Mining Environment Economic and Geotecnical Engineering

Volume 5 Nomor 2/ 2025 / ISSN : 2621-3869
Publish : 22 Desember 2025

RANCANGAN GEOMETRI JENJANG PADA PENAMBANGAN BIJIH NIKEL LATERIT PADA PIT ARJ02 PT CERIA NUGRAHA INDOTAMA KECAMATAN WOLO KABUPATEN KOLAKA

Arifuddin[a*] , Deniyatno[a] , Irfan Saputra[a], Asri Arifin[b]
[a)]Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
[b)] Jurusan Teknik Geologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Hijau Bumi Tri Dharma Anduonohu, Kendari, Indonesia 93231
arifarifuddi08@gmail.com

Intisari

Kegiatan penambangan sering mengalami permasalahan yang bersumber pada masalah geoteknik yang menyebabkan terjadinya perubahan distribusi tegangan pada lereng tersebut yang mengakibatkan terganggunya kestabilan lereng dan pada akhirnya dapat menyebabkan longsor. Untuk menyatakan tingkat kestabilan suatu lereng, dikenal istilah Faktor Keamanan (Safety Factor). Nilai faktor keamanan lereng tambang di Indonesia diatur dalam Keputusan Menteri ESDM No. 1827 K/30/MEM Tahun 2018 tetang Pedoman Pelakasanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi geometri lereng penambangan yang stabil dan optimal berdasarkan sifat fisik dan sifat mekanik tanah penyusun lereng pada rencana penambangan pit arj02 PT. Ceria Nugraha Indotama. 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 gali-muat Excavator caterpillar PC 350 sebesar 65 kN/m^2 dan serta pengaruh getaran gempa sebesar 0,2 Gal. Untuk lereng tunggal setinggi 5 meter lapisan limonite pada kondisi dinamis dengan sudut 55^o dan lebar Bench 2 meter adalah material yang memiliki nilai FK paling rendah, yaitu FK = 1,454 dengan PL = 0,00% sehingga dapat mewakili semua material sebagai kondisi paling pesimis dan digunakan sebagai acuan untuk merancang geometri lereng keseluruhan dengan tinggi maksimum 45 meter. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan untuk rekomendasi geometri lereng penambangan menggunakan geometri lereng keseluruhan dengan tinggi maksimum 45 meter, lebar bench 2 meter, dengan FK dalam kondisi dinamis sebesar 1,242 dan PL = 0,00% serta sudut kemiringan lereng keseluruhan 36^o

Kata Kunci: Geoteknik Tambang, Faktor Keamanan, Rekomendasi Lereng

Abstract

Mining activities often experience problems that originate from geotechnical problems that cause changes in the stress distribution on the slope which results in disruption of slope stability and can eventually cause landslides. To express the level of stability of a slope, the term Safety Factor is known. The value of the safety factor of mine slopes in Indonesia is regulated in the Decree of the Minister of Energy and Mineral Resources No. 1827 K/30/MEM of 2018 concerning Guidelines for the Implementation of Good Mining Engineering Rules. This research aims to provide recommendations for stable and optimal mining slope geometry based on the physical and mechanical properties of the soil that makes up the slope in the pit diamond mining plan of PT Ceria Nugraha Indotama. The method used in determining slope stability in this study is the Bishop

Simplified method. The results showed the simulation of slope stability on the profile of nickel laterite deposits under conditions of distributed additional load by the Caterpillar PC 350 excavator of 47 kN/m^2 and the influence of earthquake vibration of 0,2 gal. For a single slope as high as 5 meters, the Saprolite layer in dynamic conditions with an angle of 55^o and a Bench width of 2 meters is the material that has the lowest FK value, namely FK= 1,454 with PL = 0,00% so that it can represent all materials as the most pessimistic condition and is used as a reference for designing the overall slope geometry with a maximum height of 45 meters. Based on the results of the study, it can be concluded that the recommendation for mining slope geometry uses the overall slope geometry with a maximum height of 45 meters, a bench width of 2 meters, with FK in dynamic conditions of 1,242 and PL= 0,00% and an overall slope angle of 36^o

Keywords: *Mine Geotechnics, Factor of Safety, Slope Recommendation.*

1. PENDAHULUAN

Potensi bijih nikel laterite yang berada di Sulawesi Tenggara terkhususnya pada Kabupaten Kolaka Kecamatan Wolo yang dimana menarik salah satu perusahaan besar pertambangan yaitu PT. Ceria Nugraha Indotama untuk melakukan kegiatan penambangan bijih nikel laterit di daerah tersebut. PT. Ceria Nugraha Indotama merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan bijih nikel laterit yang memiliki luas IUP sebesar 6.785,00 Ha

Perseroan terbatas (PT.) Ceria Nugraha Indotama memiliki berbagai macam *pit* operasional penambangan salah satunya pit *diamond, pit* diamond merupakan *pit* yang nantinya akan melakukan proses penambangan yang dimana memiliki topografi perbukitan. Berkaitan dengan hal tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul "Rancangan Geometri Jenjang pada penambangan nikel laterit *pit* diamond Kecamatan Wolo Kabupaten Kolaka",

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tambang Terbuka

Tambang terbuka adalah suatu kegiatan penggalian bahan galian seperti batubara, *ore* (bijih), batu dan sebagainya di mana para pekerja berhubungan langsung dengan udara luar dan iklim.f Tambang terbuka (open pit mining) juga disebut dengan open cut mining adalah metode penambangan yang dipakai untuk menggali mineral deposit yang ada pada suatu batuan dengan menggunakan metode open pit, mengakibatkan terjadinya perubahan dimensi front tambang yang semakin dalam, serta arah penambangan yang menuju penyebaran batubara, sehingga menyebabkan terbentuknya cekungan yang cukup luas. Cekungan yang luas sangat berpotensial untuk menjadi daerah tampungan air, baik yang berasal dari air limpasan permukaan maupun air tanah[1]

2.2. Stabilitas Lereng

Lereng adalah bidang miring yang menghubungkan bidang-bidang lain yang mempunyai elevasi yang berbeda. Kestabilan dari suatu lereng umumnya dikontrol oleh kondisi geologi daerah setempat, bentuk keseluruhan lereng pada daerah tersebut, kondisi air tanah setempat, dan juga oleh teknik penggalian yang digunakan dalam pembuatan lereng.[2]

2.3. Konsep Kestabilan Lereng

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia. Ada beberapa jenis lereng diantaranya lereng alam, yaitu lereng yang terbentuk karena proses-proses alam, misalnya lereng suatu bukit.

Konsep dari kestabilan suatu bukaan lereng dapat diukur dari besaran nilai FK yang dimiliki oleh lereng tersebut, nilai dari faktor keamanan lereng dapat dihitung berdasarkan perbandingan antara gaya-gaya yang bekerja pada bidang gelincirnya dimana bidang permukaan tersebut yang berpotensi menyebabkan terjadinya longsoran pada lereng tersebut.[3]

2.4. Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Kestabilan Lereng

Keruntuhan pada lereng alami atau buatan disebabkan karena adanya perubahan antara lain topografi, seismik, aliran air tanah, kehilangan kekuatan, perubahan tegangan, dan musim/iklim/cuaca. Meskipun suatu lereng telah stabil dalam jangka waktu yang lama, lereng tersebut dapat menjadi tidak stabil karena beberapa faktor seperti:

1. Jenis dan keadaan lapisan tanah / batuan pembentuk lereng
2. Bentuk geometris penampang lereng (misalnya tinggi dan kemiringan lereng)
3. Penambahan kadar air pada tanah (misalnya terdapat rembesan air atau infiltrasi hujan)
4. Berat dan distribusi beban
5. Getaran atau gempa [3]

2.5. Geometri jenjang

Lereng yang terlalu tinggi akan menyebabkan lereng menjadi tidak mantap dan cenderung mudah longsor dibandingkan lereng yang tidak terlalu tinggi bila susunan batuannya sama. Demikian juga sudut kemiringan lereng, lereng akan menjadi kurang mantap jika kemiringannya besar. Oleh karena itu apabila terjadi penambahan tinggi lereng maka harus diikuti dengan pengurangan kemiringan lereng, demikian juga apabila terjadi penambahan sudut kemiringan lereng harus disertai dengan pengurangan tinggi lereng. Semakin besar tinggi lereng dan juga sudut kemiringan lereng akan mengakibatkan berkurangnya kemantapan lereng tersebut sehingga mudah mengalami kelongsoran[4]

2.6. Metode Bishop

Metode Bishop biasa digunakan dalam analisis stabilitas lereng karena perhitungannya yang sederhanan dan perhitungan faktor keamanan yang akurat. Metode ini sangat cocok untuk menentukan minimum faktor keamanan suatu bidang. Metode ini menghitung gaya vertikal dan juga horizontal dengan memperhatikan keseimbangan setiap irisan[5]

Metode Bishop biasa digunakan dalam analisis stabilitas lereng karena perhitungannya yang sederhanan dan perhitungan faktor keamanan yang akurat. Metode ini sangat cocok untuk menentukan minimum faktor keamanan suatu bidang. Metode ini menghitung gaya vertikal dan juga horizontal dengan memperhatikan keseimbangan setiap irisan [6]

2.7. Klasifikasi Longsoran

Longsoran adalah gerakan masa dari suatu rombakan batuan dengan tipe gerakan yang meluncur atau menggeser (*sliding/slipping*), berputar (*rotational*) yang disebabkan oleh gaya gravitasi sehingga gerakannya lebih cepat dan kandungan airnya sedikit. Proses terjadinya longsoran diawali oleh infiltrasi air ke dalam tanah akan menambah bobot tanah. Jika air tersebut menembus sampai ke lapisan tanah kedap air yang berfungsi sebagai bidang gelincir, maka tanah menjadi licin dan tanah yang lapuk diatasnya akan bergerak mengikuti lereng dan keluar dari lereng.[7]

Longsoran atau pergerakan tanah merupakan proses perpindahan massa tanah secara alami dari tempat yang tinggi ketempat yang rendah. Definisi diatas dapat menunjukkan bahwa pergerakan massa yang bergerak dapat berupa massa tanah, massa batuan ataupun kombinasi keduanya. Kelongsoran pada lereng alami atau lereng batuan dapat terjadi secara perlahan atau tiba-tiba, pergerakan tanah ini biasanya diakibatkan oleh adanya pemicu kelongsoran. Salah satu pemicu kelongsoran lereng adalah penurunan kuat geser tanah dan sudut geser dalam yang selanjutnya menyebabkan kelongsoran[8]

2.8. Faktor Keamanan Lereng

Mengacu pada Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEMRI/2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik, maka nilai faktor keamanan untuk lereng keseluruhan (*overall slope*) dapat diterima jika nilai faktor keamanan (FK) dinamis, yakni minimal 1,1. Apabila nilai faktor keamanan (FK) kurang dari 1,1 maka dilakukan Kembali perhitungan nilai faktor keamanan dari desain geometri lereng penambangan yang berbeda hingga mendapatkan nilai faktor keamanan (FK) yang sesuai dengan kriteria yang dapat diterima, yakni minimal 1,1[9]

Tabel 1 nlai factor keamanan lereng

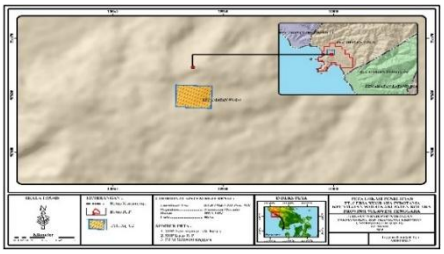
Jenis Lereng	Keparahan Longsor (*Consequences Of Failure/Cof*	Kriteria dapat Diterima (*AccePT.ance Criteria*)		
		Faktor Keamanan (FK) Statis (Min)	Faktor Keamanan (FK) Dinamis (Min)	Probabilitas Longsor (*Probability of Failure* (maks) PoF (FK≤1)
Lereng Tunggal	Rendah s.d Tinggi	1,1	Tidak Ada	25-50%
Inter - ramp	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%

3. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan penelitian ini akan berlangsung selama ± 1 bulan di PT Ceria Nugraha Indotama. Lokasi PT Ceria Nugraha Indotama ini secara administratif berada dalam wilayah Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dapat ditempuh melalui

jalur darat yang berjarak ± 222,7 kilometer dari Kota Kendari menuju lokasi penambangan dengan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat selama ± 5 jam.Waktu penelitian akan dilaksanakan selama 2 bulan. Adapun peta lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini yaitu menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang dilakukan dengan pengumpulan data yang dapat diukur dengan melakukan teknik statistik, matematika atau komputasi. Penelitian kuantitatif ini dilakukan untuk pengolahan data primer dan data sekunder yang akan diperoleh, di mana pengolahan datanya dalam bentuk angka-angka.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Instrumen penelitian

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	ATK	Sebagai alat untuk mencatat data - data pada saat melakukan penelitian di lapangan
2	GPS (*Global Positioning System*)	Sebagai alat untuk mengetahui koordinat pada lokasi penelitian
3	Tabung (*Shelby Tube*)	Sebagai alat untuk mengambil sampel tanah
4	Kantong Sampel	Sebagai alat untuk menyimpan sampel tanah
5	Palu Geologi	Sebagai alat dalam mengeraskan tanah untuk masuk ke tabung sampel
6	Kamera	Sebagai alat untuk dokumentasi di lapangan
7	Laptop	Menjalankan program (*software*) yang digunakan dalam pengolahan data
8	Roll Meter	Sebagai alat untuk mengukur geometri lereng
9	*Software Arcgis*	Untuk membuat peta
10	*Software Rockscience Slide*	Untuk menentukan nilai faktor keamanan lereng

3.4. Prosedur Penelitian

Secara garis besar pengolahan data ini terbagi menjadi beberapa tahapan.

1. Melakukan peninjauan pada lereng
2. Pengambilan sampel tanah secara langsung di lapangan berdasarkan perlapisan tanah menggunakan tabung (*Shelby tube*), untuk dilakukan pengujian laboratorium
3. Melakukan pengujian sampel tanah untuk menentukan sfat fisik dan sifat mekanik tanah
4. Penentuan nilai faktor keamanan lereng berdasarkan Kepmen ESDM No.1827 K/30/MEM-RI/2018 untuk mendapatkan geometri lereng yang optimal.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Geoteknik Lapangan

Pada penelitian ini Pengambilan sampel tanah dilakukan secara langsung di lapangan berdasarkan perlapisan tanah menggunakan tabung (*Shelby tube*). Adapun koordinat lokasi pengambilan sampel material tanah tertera pada table dibawah ini

Tabel 3. Koordinat pengambilan sampel

No.	sampel	Koordinat (m) UTM Zona 51S		
		Easting	*Northing*	*Elevation*
1	limonit	9574496	0308855	147 mdpl
2	Saprolit	9574447	0308837	149 mdpl

4.2. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Adapun untuk melihat hasil pengujian bobot isi conto dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 4. Hasil Pengujian Sifat Fisik Tanah

No	Conto	Bobot Isi (g)	
		(gr/cm^3)	(kN/m^3)
1	*Limonite*	1,59	15,75
2	*Saprolite*	1,66	16,2

Hasil pengujian bobot isi menunjukan bahwa nilai bobot isi yang paling tinggi adalah 16,2 kN/m^3 Dan nilai bobot isi tanah yang paling rendah adalah 15,7 $kN/m^{3.}$.

4.3. Pengujian Kuat Geser Langsung Tanah

Uji kuat geser langsung pada tanah digunakan ukuran conto yang tidak terlalu spesifik yang disesuaikan dari ukuran cetakan conto uji. Uji geser langsung dilakukan untuk mendapatkan nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ) tanah, kemudian dilakukan perbandingan terhadap kedua parameter tersebut dengan variasi tegangan normal yang diberikan pada uji kuat geser langsung. Selain itu, parameter tersebut akan digunakan untuk menganalisis kestabilan lereng pada masing-masing kondisi. Hasil pengujian kuat geser langsung dapat dilihat pada Tabel dibawah ini

Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Geser Tanah

Litologi	Kohesi (c)		Sudut Geser Dalam (ϕ)°
	kg/cm²	kN/m²	
Limonite	0,298	29.5	27.05
Saprolite	0,317	31.6	34.9

4.4. Hasil Kestabilan Lereng

Analisis faktor keamanan lereng dilakukan dengan beberapa kondisi yaitu kondisi statis dimana kondisi ini merupakan kondisi pada saat lereng dalam keadaan diam atau tidak dipengaruhi oleh adanya getaran yang disebabkan aktivitas alat berat, aktivitas peledakan maupun getaran karna pengaruh gempa bumi. Sedangkan kondisi dinamis, merupakan kondisi lereng yang dipengaruhi oleh getaran, baik itu getaran yang disebabkan oleh aktivitas alat berat, aktivitas peledakan maupun adanya getaran karena pengaruh gempa bumi.

Tabel 6. Parameter Masukan Analis Lereng

No	Litologi	Bobot Isi (γ)		Kohesi (c)		Sudut Geser Dalam (ϕ)°
		(gr/cm³)	(kN/m³)	(kg/cm²)	(kN/m²)	
1	*Limonite*	1,59	15,5	0,298	29,5	27,05
2	*Saprolite*	1,66	16,2	0,317	31,6	34,9

4.5. Analisi Kestabilan Lereng Tunggal

Analisis Kestabilan lereng tunggal menggunakan data bobot isi (γ), nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) yang didapat berdasarkan hasil pengujian laboratorium. Data masukan yang digunakan untuk analisis lereng tunggal dapat dilihat pada Tabel 4.5. Hasil perhitungan didapat dari permodelan lereng pada masing-masing litologi dengan tinggi lereng 5-7 meter untuk material *limonite* dan saprolit serta variasi sudut kemiringan lereng mulai dari 35º, 40º, 45º, 50º, 55º, 60°, 65°. Hasil analisis FK dan PL dengan tinggi 5 meter

Tabel 7. Hasil Analisis Faktor Keamanan Statis dan Dinamis Serta Probabilitas Longsor Pada LerengTunggal.

Tinggi (m)	Zona	Sudut kemiringan Lereng (º)	Faktor keamanan		Probabilitas Kelongsoran (%)	
			Statis	Dinamis	Statis	Dinamis
5	*Limonite*	35º	3,734	1,813	0,00%	0,00%
		40º	3,474	1,719	0,00%	0,00%
		45º	3,268	1,618	0,00%	0,00%
		50º	3,068	1,541	0,00%	0,00%
		55º	2,901	1,452	0,00%	0,00%
		60º	2,722	1,402	0,00%	0,00%
		65º	2,578	1,335	0,00%	0,00%
	Saprolite	35º	4,133	2,117	0,00%	0,00%
		40º	3,840	2,003	0,00%	0,00%
		45º	3,539	1,863	0,00%	0,00%
		50º	3,357	1,791	0,00%	0,00%
		55º	3,116	1,658	0,00%	0,10%
		60º	2,913	1,567	0,00%	0,00%
		65º	2,709	1,471	0,00%	0,00%

4.6. Analisis Kestabilan Lereng Tunggal

Analisis kestabilan lereng keseluruhan dilakukan pada penampang sayatan yang memotong lubang bor eksplorasi. Analisis kestabilan lereng menggunakan nilai parameter hasil uji laboratorium dengan nilai sifat fisik serta sifat mekanik tanah dan metode kesetimbangan batas, variasi kemiringan lereng (sudut kemiringan lereng Tunggal 35°, 40º, 45º, 50º, 55º, 60º, dan 65°.

Analisis lereng keseluruhan ini menggunakan satu section, untuk sayatan *section* direncanakan hingga ketinggian 45 meter. Analisis lereng keseluruhan digunakan untuk mengetahui sudut kemiringan lereng optimum yang dapat dibentuk pada daerah penambangan. Lereng keseluruhan dikatakan aman apabila memiliki FK ≥ 1,3 untuk statis dan FK ≥ 1,1 untuk faktor keamanan yang dinamis.

Tabel 8. Hasil Analisis Faktor Keamanan Statis Dan Dinamis Serta Probabilitas Lereng Keseluruhan

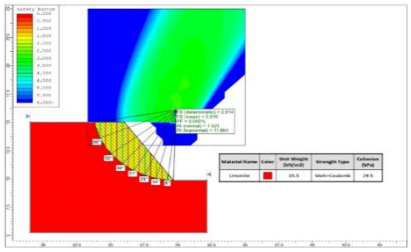
Nilai Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan (*overall slope*) 55˚						
Geometri Lereng				Metode Bishop		PL (%)
Sudut Lereng Tunggal (º)	Tinggi Lereng Tunggal	Tinggi Lereng Keseluruhan	Lebar *Bench* Penangkap	FK Statis	FK Dinamis	
55˚	5 m	45 m	2 m	1,825	1,242	0,00 % 0,00 %

4.7. Rancangan Lereng Tunggal

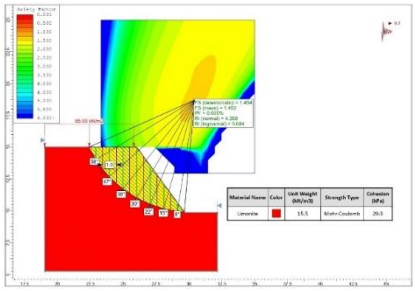
Geometri lereng meliputi tinggi dan sudut kemiringan lereng sangat mempengaruhi kestabilan dari suatu lereng. Jika terjadi perubahan geometri jenjang maka akan mempengaruhi besar kecilnya nilai Faktor Keamanan dan Probabilitas Longsor lereng. Semakin besar nilai FK maka semakin aman keadaan lereng tersebut, sebaliknya jika semakin besar nilai PL maka semakin tidak aman keadaan lereng tersebut. Salah satu cara untuk meningkatkan kestabilan suatu lereng yaitu melandaikan lereng dengan mengurangi sudut kemiringan lereng.

Pada perancangan geometri lereng tunggal dilakukan simulasi permodelan dengan tinggi lereng 5-7 meter untuk material saprolite

dan limonite dengan variasi sudut kemiringan lereng 35°, 40º, 45º, 50º, 55º, 60º, dan 65°. Dalam merancang suatu lereng hal yang perlu diperhatikan adalah batas geometri maksimal suatu lereng yang dapat dibentuk untuk memperoleh lereng yang stabil. Setelah dilakukan simulasi permodelan, didapatkan hasil bahwa pada lereng tunggal kondisi dinamis dengan ketinggian 5 meter material *limonite* merupakan material yang memiliki nilai FK dan PL yang paling tinggi sehingga dapat mewakili semua material sebagai kondisi paling optimal.



Gambar 2. Analisis Faktor Keamanan Lereng Tunggal Litologi *limonit* kondisi statis



Gambar 3. Analisis Faktor Keamanan Lereng Tunggal Litologi *limonit* kondisi dinamis

Dapat disimpilkan bahwa:

1. *limonit* kondisi dinamis merupakan material yang memiliki nilai FK yang paling rendah, sehingga dapat mewakili semua material sebagai kondisi paling pesimis.
2. Nilai PL berbanding terbalik dengan nilai FK
3. Pada lereng dengan ketinggian 5 meter, sudut kemiringan lereng tunggal 55º adalah geometri yang optimal

4.8. Rancangan Lereng Keseluruhan

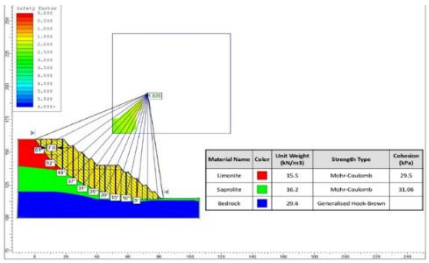
Lereng keseluruhan dirancang dari gabungan beberapa lereng tunggal, maka diperlukan simulasi permodelan menggunakan perangkat lunak *Rockscience Slide v.6.2* untuk mendapatkan nilai FK dan PL sehingga bisa diketahui apakah geometri lereng keseluruhan dalam kondisi stabil atau tidak. Analisis lereng keseluruhan diawali dengan mensimulasikan variasi kemiringan lereng (sudut lereng tunggal) (35°)(40º), (45º), (50º), (55º), (60º),(65°) dengan geometri lereng tunggal ketinggian 5-7 meter

Rancangan lereng yang stabil dapat meminimalkan kemungkinan terjadinya longsor. Ada beberapa faktor yang dapat memepengaruhi kestabilan lereng, dan ada kriteria tertentu suatu lereng dapat dikatakan stabil atau tidak. Penelitian ini menggunakan nilai FK deterministik dan nilai PL, dimana lereng keseluruhan dapat dikatakan stabil atau aman apabila lereng tersebut memiliki nilai FK ≥ 1,1 dan PL ≤ 15%-20% sesuai aturan Kepmen ESDM No. 1827 K/30/MEM Tahun 2018

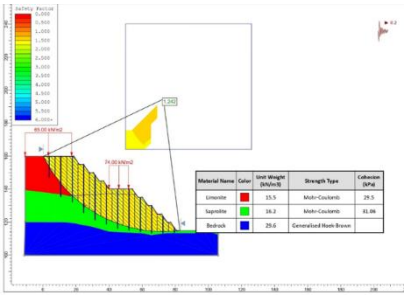
Pemilihan rekomendasi geometri lereng keseluruhan didasarkan oleh beberapa ketentuan yaitu:

1. Lereng keseluruhan dibentuk oleh geometri lereng tunggal dengan sudut kemiringan lereng tunggal 55º
2. Hasil permodelan lereng keseluruhan berada pada kondisi stabil atau aman apabila memiliki nilai FK ≥ 1,1 dan PL ≤ 15%-20%.

ditentukan geometri lereng keseluruhan pada ketinggian 45 meter yang optimum. dapat disimpulkan bahwa dengan metode *Bishop Simplified* sudut kemiringan lereng keseluruhan 55º adalah geometri yang optimal dan masih dalam kondisi stabil (FK ≥ 1,1 dan PL ≤ 15%-20%) pada kondisi lereng statis dan dinamis. Dimana sudut kemiringan lereng keseluruhan 36 º bisa didapatkan apabila menerapkan jenjang dengan lebar 2 meter sudut jenjang 5 meter



Gambar 4. Analisis Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan Dalam Kondisi Statis



Gambar 5. Analisis Faktor Keamanan Lereng Keseluruhan Dalam Kondisi Dinamis

Dapat disimpulkan bahwa:

1. Nilai PL berbanding terbalik dengan nilai FK

2. Semakin landai geometri sudut kemiringan lereng maka FK semakin besar, sedangkan semakin curam geometri sudut kemiringan lereng keseluruhan maka semakin kecil nilai FK yang dihasilkan
3. Semakin kecil sudut kemiringan lereng keseluruhan maka akan diikuti dengan semakin kecil pula nilai PL yang tercipta
4. Berdasarkan analisis FK dan PL dengan metode *Bishop Simplified*, geometri lereng optimum yaitu dengan sudut kemiringan keseluruhan 36^{o} untuk lereng keseluruhan yang didapatkan dengan menerapkan jenjang dengan lebar 2 meter ,tinggi 5 meter dan sudut kemiringan jenjang 55^{o}

5. KESIMPULAN

Simulasi kestabilan lereng dengan menggunakan metode kesetimbangan batas yaitu metode *Bishop Simplified* dan berdasarkan sifat fisik serta sifat mekanik tanah penyusun lereng pada pit Arj02 PT. Ceria Nugraha Indotama, dengan jenis perlapisan *Limonite* dan *Saprolite*, untuk sudut lereng 35^{o}, 40, 45^{o}, 50^{o}, 55^{o}, 60^{o} dan 65° dengan tinggi jenjang 5 meter dinilai masih aman untuk digunakan dalam mendesain lereng tunggal dikarenakan nilai FK(factor keamanan) dan PL(probilitas longsor) tidak ada yang dibawah FK 1,1 dan PL sebesar 0,000%

Sedangkan untuk lereng keseluruhan dengan ketinggian 45 meter diperoleh geometri lereng dengan kemiringan 55^{o} dan lebar *bench* 2 meter. Dengan menggunakan metode *Bishop Simplified* pada kondisi statis diperoleh nilai FK = 1,825 dan PL = 0.000%, sedangkan untuk kondisi dinamis diperoleh FK = 1,242 dan PL = 0,000%.

Terima kasih kepada seluruh pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis. Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan masukan yang sifatnya membangun sangat dibutuhkan demi kesempurnaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fadli, F. 2016.Desain Pit Penambangan Batubara Blok C Pada PT.. Intibuana Indah Selaras Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara. *Jurnal Geomine*, *1*(1), 55–63.

[2] Turangan, V. G. M., Pangeman, A. E., & Sompie, O. B. A. 2014. Analisis Kestabilan Lereng Dengan Metode Fellenius. *Jurnal Sipil Statik*, *2*1, 37–46.

[3] Pane, R. A., & Anaperta, Y. M. 2020. Karakterisasi Massa Batuan dan Analisis Kestabilan Lereng Untuk Evaluasi Geometri Lereng di Pit Barat Tambang Terbuka PT.. AICJ (Allied Indo Coal Jaya) Kota Sawahlunto Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, *4*(3), 218–232.

[4] Awal, R., Prabowo, E., & Zubir, A. 2020. Evaluasi Kestabilan Lereng Pit 2 Tambang Batubara Pada PT Semula Prima Coal Di Desa Rangkiling Kecamatan Mandiangin Kabupaten Sarolangun Provinsi Jambi. *Joulnal Mine Magazine* , *1*(1).

[5] Hardiyatmo. 2020. Mekanika tanah 2. *Suparyanto Dan Rosad (2015*, *5*(3), 248– 253.

[6] Nasution, S. N., Rachman, S., & Pramudito, H. (2021). Slope stability analysis using bishop method and kinematic analysis. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *1098*(6), 062041.

[7] Sutasoma, M., Susilo, A., & Suryo, E. A. (2017). Penyelidikan Zona Longsor dengan Metode Resistivitas dan Analisis Stabilitas Lereng untuk Mitigasi Bencana Tanah Longsor. *Indonesian Journal of Applied Physics*, *7*(1), 35

[8] Haryadi, D., Mawardi, M., & Razali, M. R. (2019). Analisis Lereng Terasering Dalam Upaya Penanggulangan Longsor Metode Fellenius Dengan Program Geostudio Slope. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, *10*(2), 53–60.

[9] Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral. 2018. *Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K 30 MEM 2018*.