Jurnal Riset Teknologi Pertambangan (J-Ristam)
Volume 4 No. 2/2024 ISSN 2621-3869

RANCANGAN PIT LIMIT PENAMBANGAN PADA SUB BLOK 4 BLOK TAA PT BUMI NIKEL NUSANTARA DESA PUUWONUA KECAMATAN ANDOWIA KABUPATEN KONAWE UTARA

La Ode Abdul Rajab[1], Erwin Anshari[1], Irfan Saputra[1], Asri Arifin[2]

[1)]Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
[2)] Jurusan Teknik Geologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tri Dharma Anduonohu, Kendari, Indonesia 93231
laodeajab08@gmail.com

Intisari

Perseroan Terbatas (PT) Bumi Nikel Nusantara merupakan salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak dalam bidang industri pertambangan komoditas nikel dengan luas wilayah izin usaha pertambangan (IUP) ± 386 Ha. Saat ini perusahaan tersebut berencana membuka lahan penambangan baru yang telah dilakukan kegiatan eksplorasi sampai dengan estimasi cadangan pada Sub Blok 4 Blok TAA. Oleh karena itu, dibutuhkan desain *pit limit* penambangan untuk dijadikan sebagai pedoman atau pegangan agar dapat mengetahui batas penambangan untuk *pit* yang akan ditambang. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan rancangan *pit limit* penambangan serta menentukan jumlah cadangan tertambang berdasarkan parameter *pit limit* penambangan. Metode penelitian berupa penelitian kuantitatif yang menggabungkan antara teori dengan data-data yang diperoleh di lapangan. Rancangan *pit limit* penambangan pada Sub Blok 4 Blok TAA PT Bumi Nikel Nusantara dibuat berdasarkan rekomendasi geometri hasil analisis kestabilan lereng dengan tinggi jenjang 6 meter, lebar 2 meter, *single slope* 60° dan lebar *ramp* 9 meter. Hasil analisis geoteknik geometri jenjang memenuhi standar faktor keamanan yang sesuai dengan nilai FK lereng tambang berdasarkan Kepmen ESDM Nomor 1827 K/30/MEM-RI/2018 untuk keadaan *single slope*, *inter-ramp* dan *overall slope*. Rancangan *pit limit* penambangan pada Sub Blok 4 Blok TAA PT Bumi Nikel Nusantara memiliki luas bukaan ± 4,27 ha dimana elevasi tertinggi adalah 412 mdpl dan elevasi terendah yaitu 369 mdpl. Cadangan tertambang berdasarkan rancangan *pit limit* penambangan pada Sub Blok 4 yang memenuhi standar *cut off grade* perusahaan, serta dimasukan parameter *mining recovery* 90 % didapatkan volume sebesar 202.972,50 m³ dan tonase sebesar 324.756,00 ton dengan kadar rata-rata 1,72 % Ni.

Kata kunci: Rancangan Tambang, *Pit Limit*, Faktor Keamanan, Cadangan

ABSTRACT

Limited Company (PT) Bumi Nickel Nusantara is a national private company engaged in the nickel commodity mining industry with a mining business permit (IUP) area of ± 386 Ha. Currently the company plans to open new mining land where exploration activities have been carried out to estimate reserves in Sub Block 4 of the TAA Block. Therefore, a mining pit limit design is needed to serve as a guide or guide in order to know the mining limits for the pit that will be mined. This research aims to determine the mining pit limit design and determine the amount of mineable reserves based on mining pit limit parameters. The research method is quantitative research which combines theory with data obtained in the field. The mining pit limit design for Sub Block 4 of PT Bumi Nikel Nusantara's TAA Block was made based on geometric recommendations from slope stability analysis with a tier height of 6 meters, a width of 2 meters, a single slope of 60° and a ramp width of 9 meters. The results of the geotechnical analysis of the level geometry meet the standard safety factors in accordance with the FK value of the mine slope based on Minister of Energy and Mineral Resources Decree Number 1827 K/30/MEM-RI/2018 for single slope, inter-ramp and overall slope conditions. The mining pit limit design in Sub Block 4 of PT Bumi Nikel Nusantara's TAA Block has an opening area of ± 4.27 ha where the highest elevation is 412 meters above sea level and the lowest elevation is 369 meters above sea level. Minable reserves are based on the mining pit limit design in Sub Block 4 which meets the company's cut off grade standards, and includes mining recovery parameters of 90%, resulting in a volume of 202.972,50 m³ and a tonnage of 324.756,00 tons with an average grade of 1.72% Ni.

Keywords: *Mine Design, Pit Limit, Safety Factor, Reserves*

1. PENDAHULUAN

Sulawesi Tenggara merupakan salah satu daerah dengan keterdapatan sumberdaya dan cadangan bijih nikel laterit terbesar di Indonesia khususnya daerah Konawe Utara yang memiliki sumberdaya dan cadangan tertinggi di Provinsi Sulawesi Tenggara, sehingga dengan potensi tersebut banyak perusahaan swasta nasional yang mengambil peluang untuk melakukan usaha pertambangan bijih nikel termasuk salah satunya adalah Perseroan Terbatas (PT) Bumi Nikel Nusantara. PT. Bumi Nikel Nusantara merupakan Perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan komoditas bijih nikel laterit di Desa Puuwonua, Kecamatan Andowia, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara administratif PT. Bumi Nikel Nusantara memegang Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP OP) dengan luas IUP ±386 Ha.

Metode penambangan dengan sistem tambang terbuka (*surface mining*) membutuhkan perencanaan mulai dari tahapan awal sampai dengan penutupan tambang. Setelah dalakukan kegiatan eksplorasi dan diketahui jumlah cadangan dari hasil estimasi sumberdaya maka perlu dilakukan perancangan *pit limit* pemanbangan yang mempertimbangkan arah sebaran cadangan dan faktor keamanan lereng. Oleh karena itu, perlu dilakukannya penelitian mengenai "Perancangan *Pit Limit* Penambangan Bijih Nikel Laterit Pada Sub Blok 4 Blok TAA PT. Bumi Nikel Nusantara Desa Puuwonua, Kecamatan Andowia, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara".

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Bumi Nikel Nusantara yang secara administratif berada di Desa Puuwonua, Kecamatan Andowia, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi ini dapat ditempuh dengan transportasi jalur darat dengan waktu tempuh selama ± 4 jam dari Kota Kendari. Rangkaian kegiatan penelitian termasuk pengambilan dan pengumpulan data akan dilakukan dalam kurung waktu selama ± 1 bulan pada PT. Bumi Nikel Nusantara yang kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengolahan dan analisis data serta pernyusunan hasil penelititan di Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo selama ± 1 bulan. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Jenis Penelitian

Penelitian mengenai rancangan *pit limit* ini menggunakan metode pendekatan kuantitatif dimana proses penelitian mengikuti prosedur yang telah direncanakan dan analisis data dilakukan setelah semua data terkumpul untuk mencapai tujuan deskriptif. Tujuan deskriptif yang dimaksud adalah memberikan gambaran dan penjelasan mengenai rancangan *pit limit*. Penelitian ini lebih terarah kepada penelitian terapan (applied research), yaitu salah satu jenis penelitian yang bertujuan untuk memberikan solusi atas permasalahan tertentu secara praktis.

2.3 Instrumen Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel **1**.

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian beserta

No.	Alat dan Bahan	Kegunaan
1.	ATK	Untuk mencatat data-data yang didapatkan di lapangan
2.	Kamera	Untuk dokumentasi kegiatan di lapangan
3.	Shelby Tube dan Palu Geologi	Untuk mengambil sampel tanah
4.	Laptop	Untuk membuat laporan
5.	Software Rockscience Slide	Untuk menentukan geometri lereng yang akan digunakan
6.	Software ArcGis	Untuk membuat peta dan layout rancangan pit dan sequence penambangan
7.	Software Global Mapper	Untuk pengolahan data-data yang diperlukan
8.	Software Microsoft Excel	Untuk pengolahan dan membuat rencana dari rancangan sequence penambangan
9.	Software Surpac 6.3	Untuk membuat desain pit dan rancangan sequence penambangan

2.4 Bahan Atau Materi Penelitian

Semua data yang dibutuhkan dikumpulkan saat pelaksanaan penelitian. Data yang dikumpukan meliputi:

1. Data Primer
   Data primer merupakan data yang diambil secara langsung pada daerah penelitian baik itu melalui pengukuran maupun pengamatan. Data primer yang diambil adalah Sampel Tanah berupa Bobot isi, Kohesi, Sudut geser dalam.
2. Data Sekunder
   Data sekunder adalah data yang diperoleh atau dikumpulkan dari sumber-sumber yang telah ada. Data yang dimaksud meliputi data topografi, model blok sumberdaya, *Cut of grade* (COG), *economic stripping ratio, density* material, dan spesifikasi alat angkut.

2.5 Prosedur Penelitian

2.5.1. Perizinan

Tahapan perizinan, yaitu pembuatan surat izin penelitian oleh pihak jurusan teknik pertambangan untuk nantinya diserahkan kepada pihak perusahaan lokasi daerah penelitian.

2.5.2. Studi literatur

Tahapan studi literatur yang dimaksud adalah mengumpulkan dan memahami berbagai referensi kepustakaan mengenai kegiatan perencanaan tambang khususnya dalam hal perancangan *pit limit* penambangan bijih nikel dan mempelajari laporan para peneliti yang dilakukan sebelumnya dengan tujuan untuk lebih mengetahui bagaimana cara perancangan *pit limit* penambangan yang baik dan benar.

2.5.3. Pengamatan Lapangan

Tahapan Pengamatan lapangan dilakukan dengan observasi langsung pada daerah penelitian mengenai kondisi geologi, morfologi, struktur dan topografi, serta mengamati kegiatan penambangan pada *pit* yang masih beroperasi maupun yang telah mineout sebagai bentuk pengenalan dan pemahaman situasi dan kondisi daerah penelitian.

2.5.4. Pengambilan dan pengumpulan data

a. Data Primer

Pengambilan data primer berupa sampel tanah dengan menggunakan tabung besi dan palu yang dilakukan pada area *pit* penambangan yang sudah terbuka dan terletak tidak jauh dari lokasi Sub Blok 4. Sampel tanah tersebut kemudian dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis sifat fisik tanah berupa bobot isi (ϒ) menggunakan timbangan dan cetakan benda dan sifat mekanik tanah berupa berupa nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) menggunakan peralatan *direct shear test.*

b. Data sekunder

Pengumpulan data sekunder yang dari Perusahaan berupa data topografi *block model* sumberdaya Sub Blok 4, data *Cut off Grade* (COG), *economic stripping ratio*, data *density* material *pada* zona laterit, dan spesifikasi peralatan mekanis.

2.5.5. Pengolahan data dan analisis data

Tahapan pengolahan dan analisa data yang dilakukan adalah sebagai berikut :

a. Membuat beberapa jenis peta, seperti peta citra, peta topografi,peta kemiringan lereng, peta geologi dengan bantuan *software ArcGis* dan *Global Mapper*. Peta-peta ini yang nantinya akan digunakan sebagai bahan pendukung Analisa karakteristik lokasi penelitian.
b. Melakukan pengujian sampel tanah pada laboratorium uji tanah untuk mendapatkan data kohesi, bobot isi dan sudut geser dalam. Kemudian data tersebut digunakan untuk menganalisa kestabilan lereng dalam penentuan geometri lereng yang akan digunakan dalam perancangan pit dan sequence penambangan. Pengolahan dilakukan menggunakan Metode Fellenius dengan bantuan *Software Rockscience Slide.*
c. Memasukan data blok model ke dalam *software surpac* 6.3 dan mengelompokkan data blok model dengan membedakan warna yang telah ditentukan oleh perusahaan berdasarkan kadar atau *cut off grade*, adapun tujuan mengelompokkan data yaitu agar memudahkan analisis perbedaan kadar *ore* dan *waste* pada setiap blok model. Serta menjadikan blok model sebagai bagian dari parameter desain *pit limit.*
d. Pembuatan desain pit limit penambangan berdasarkan block model sumber daya menggunakan *software surpac* 6.3 dengan mempertimbangkan parameter seperti *cut off grade, stripping ratio*, geometri jenjang dan geometri jalan angkut. Kemudian untuk pembuatan desain *pit* dimulai dari batas kedalaman maksimum sampai batas atas maksimum mengikuti bentuk sebaran bijih.
e. Melakukan pengolahan data bobot isi, kohesi, dan dan sudut geser dalam yang diperoleh dari sampel tanah setelah dilakukannya pengujian pada laboratorium mekenika tanah. Selanjutnya data tersebut digunakan untuk

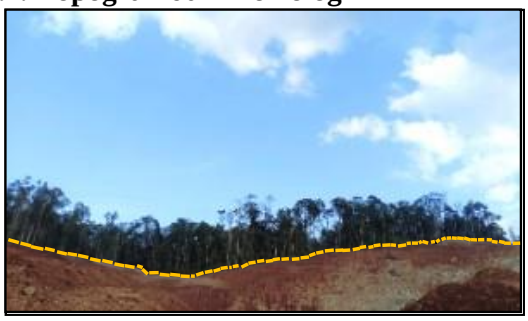
menguji faktor keamanan pada lereng penambanagan. Pengolahan dilakukan dengan menggunakan bantuan *software Rockscience Slide*.

f. Membuat rancangan pit limit atau batas akhir penambangan menggunakan bantuan *software surpac* 6.3 yang berdasarkan blok model sumberdaya dengan memasukan parameter geometri jenjang, lebar jalan angkut, *cut of grade* (COG), dan *economic stripping ratio*.

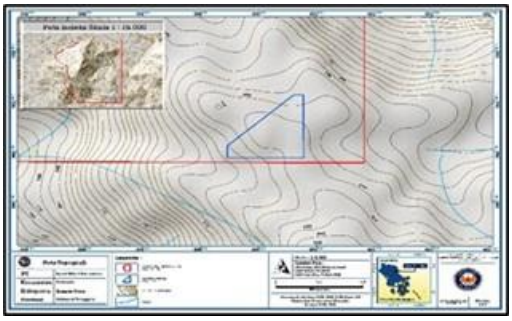
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi daerah penelitian

3.1.1. Topografi dan Morfologi

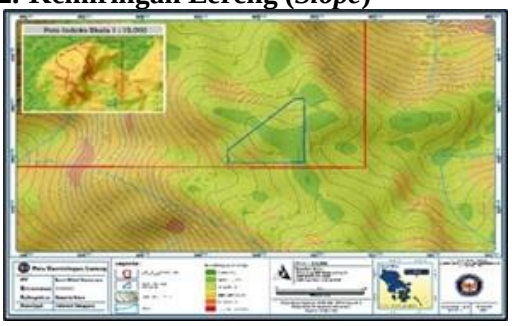


Gambar 2. Morfologi Daerah Penelitian



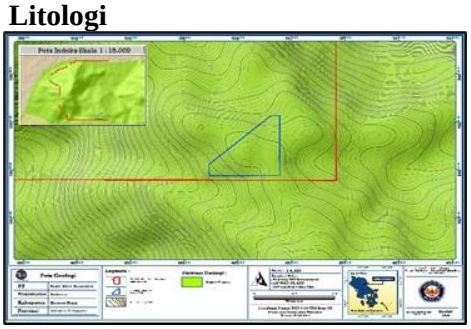
Gambar 3. Peta Topografi Daerah Penelitian

3.1.2. Kemiringan Lereng (*Slope*)



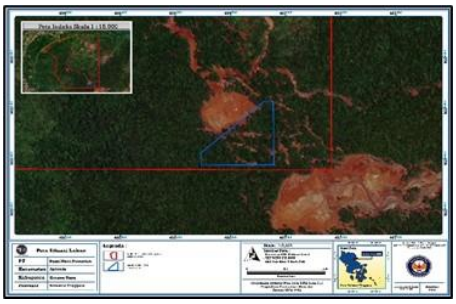
Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Daerah Penelitian

3.1.3. Litologi



Gambar 5. Peta Litologi Area Penelitian

3.1.4. Situasi Lahan



Gambar 6. Peta Situasi Area Penelitian

3.2 Analisis Geoteknik Untuk Kestabilan Lereng

3.2.1. Penentuan Sifat Fisik dan Mekanis Tanah

Analisis geoteknik digunakan untuk melakukan analisis desain pit penambangan yang optimal dan aman untuk digunakan. Pengambilan data geoteknik berupa sampel tanah dilakukan pada masing-masing litologi yang terdapat pada Sub Blok 4 Blok TAA PT Bumi Nikel Nusantara. Dalam melakukan perancangan pit penambangan yang baru, maka pengambilan data geoteknik dilakukan pada areal pit penambangan yang sudah terbuka dan terletak tidak jauh dari lokasi pit penambangan baru dengan syarat urutan penyusun zona bawah permukaan yang masih sama. Setelah semua sampel yang dibutuhkan telah terkumpul, maka sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Halu Oleo, untuk dilakukan pengujian sehingga menghasilkan data-data yang dibutuhkan dalam melakukan analisa faktor keamanan lereng nantinya. Data yang digunakan sebagai acuan untuk analisis kestabilan lereng menggunakan metode irisan (method of slice) dengan cara Fellenius berupa data bobot isi tanah (ɣ) kohesi (c), dan sudut geser dalam (Ø). Data hasil pengujian sampel pada zona limonit dan zona saprolit.

Sifat mekanika tanah dapat diketahui dengan melakukan pengujian kuat geser langsung (*direct shear test*). Pengujian sifat mekanika tanah bertujuan untuk menentukan nilai kohesi dan sudut

geser dalam yang merupakan nilai yang menentukan ketahanan geser tanah dengan mengubah tegangan geser dan tegangan normal pada sampel contoh dengan memberikan beban vertikal sebesar 4 kg, 8 kg dan 12 kg. Kohesi merupakan kuat tarik menarik antara butiran tanah yang dinyatakan dalam satuan berat persatuan luas, sedangkan nilai sudut geser dalam yaitu sudut yang terbentuk dari hubungan antara tegangan geser dengan tegangan normal dalam material tanah.

3.2.2. Perhitungan Geometri Jenjang

Berdasarkan hasil perhitungan geometri jenjang penambangan tinggi jenjang yang diperoleh yaitu 6 meter dengan pertimbangan nilai maksimum cutting/dumping height pada alat muat yang digunakan. Adapun nilai jenjang penangkap (catch bench) merupakan nilai sepertiga dari tinggi jenjang, sehingga lebar jenjang penangkap yaitu 2 meter. Nilai sudut single slope untuk geometri lereng adalah 60°. Hal ini dilakukan dengan tujuan memaksimalkan perolehan bijih nikel saat kegiatan produksi penambangan berlangsung. Jika kemiringan single slope melebihi kemiringan 60°, memungkinkan tingkat keamanan semakin kecil, dan dapat menyebabkan material-material yang lebih besar akan runtuh. Sedangkan, lebar ramp dihitung berdasarkan lebar alat angkut angkut yang akan melakukan operasi penambangan. Kegiatan pengangkutan bijih nikel pada lokasi penelitian hasil pengamatan menggunakan dumptruck Hino 500 FM 260 JD dengan dimensi lebar kendaraan 2,45 meter (lihat lampiran 2). Lebar dumptruck merupakan parameter utama dalam menentukan lebar jalan angkut yang akan dibuat. Sehingga, penentuan geometri jalan angkut yang efisien untuk operasi produksi alat berdasarkan persamaan AASHTO yakni selebar 9 meter dengan kemiringan jalan angkut maksimal sebesar 12%. Jumlah jalur yang digunakan yaitu 2 jalur. Untuk perhitungan lebar jalan angkut dapat dilihat pada lampiran 5. Simulasi perhitungan faktor keamanan menggunakan metode irisan (method of slice) dengan cara Fellenius dengan mempertimbangkan geometeri lereng, nilai sifat fisik dan mekanik tanah yang dilakukan pada masing-masing zona yaitu zona limonit dan zona saprolit ditambah dengan analisa kemungkinan jika terjadi kontak antar beberapa masing zona. Hasil perhitungan faktor keamanan (FK) menggunakan Software Rockscince Slide benar.

3.2.3. Uji Faktor Keamanan Lereng

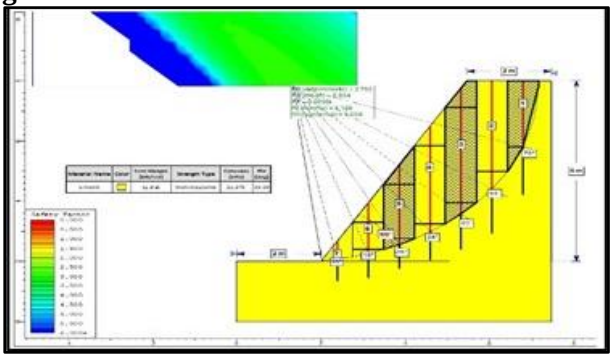
Rancangan geometri jenjang penambangan didasarkan pada hasil analisis kestabilan lereng dengan menghitung nilai faktor keamanan (FK) untuk memperoleh desain lereng yang stabil dan aman. Perhitungan factor keamanan menggunakan metode *Fellenius* dengan bantuan *Sofware Rokscience Slide*. Karakteristik material lapisan laterisasi pada lokasi penelitian untuk analisis faktor keamanan dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 2. Nilai Sifat Fisik dan Mekanik Tanah Untuk Analisis FK

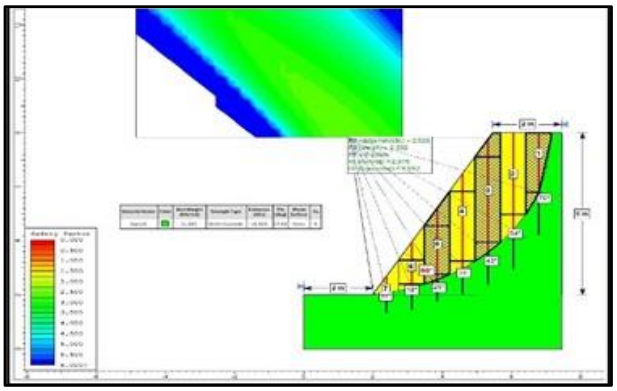
No.	Material	Bobot Isi (kN/m^3)	Kohesi (kPa)	Sudut Geser Dalam (°)
1.	Limonit	11,916	21,379	39,094
2.	Saprolit	11,965	18,829	37,990

(*Sumber: Pengolahan Data,2024*)

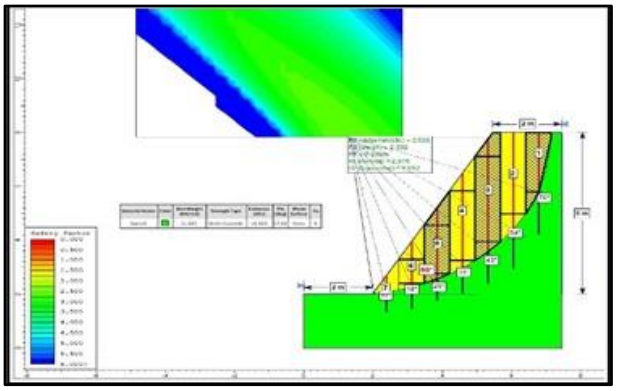
Uji faktor keamanan bertujuan untuk mendapatkan rekomendasi rancangan geometri lereng yang optimal serta memenuhi standar Faktor Keamanan (FK) sesuai Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM RI/2018. Nilai faktor keamananan dikategorikan berdasarkan jenis lereng, yakni pertama adalah lereng tunggal dimana nilai Faktor Keamanan minimal 1,1, kemudian yang kedua adalah Inter-ramp dimana nilai Faktor Keamanan minimal 1,2 sampai 1,3 dan yang terakhir adalah lereng keseluruhan dimana nilai Faktor Kemanan minimal 1,3 sampai 1,5. Simulasi perhitungan faktor keamanan lereng penambangan dilakukan menggunakan bantuan *software Rockscience Slide* dengan penggambaran lereng dilakukan secara manual pada tampilan software dengan sistem *trial and eror* atau coba-coba hingga mendapatkan rancangan geometri lereng seperti tinggi lereng, lebar lereng dan kemiringan lereng yang sesuai. Simulasi perhitungan faktor keamanan dilakukan pada masing-masing lapisan yaitu lapisan limonit dan lapisan saprolit ditambah dengan analisa kemungkinan jika terjadi kontak antar beberapa lapisan dalam satu lereng. Hasil simulasi perhitungan faktor keamaanan pada masing-masing litologi dapat dilihat pada **gambar 7** Hingga **gambar 9** berikut.



Gambar 7. Analisa Faktor Keamanan Lereng Statis Pada Zona Limonit



Gambar 8. Analisa Faktor Keamanan Lereng Statis Pada Zona Saprolit



Gambar 9. Analisa Faktor Keamanan Lereng Statis Lebih Dari Satu Zona

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat rancangan jenjang pada lapisan limonit dan saprolit serta zona kontak (limonit dan saprolit) dengan tinggi jenjang 6 meter, lebar jenjang 2 meter, serta kemiringan jenjang 60 derajat, setelah dilakukan analisa menggunakan metode fellenius maka nilai faktor keamanan yang didapatkan melebihi standar FK yang telah ditetapkan sebelumnya, sehingga lereng pada lapisan limonit dan saprolit serta zona kontak (limonit dan saprolit) dinyatakan aman atau stabil. Kemudian, tidak ditemukannya keberadaan zona *water table* pada area Sub Blok 4 Blok TAA maka tidak mempengaruhi perhitungan geoteknik yang telah dilakukan. Selanjutnya dilakukan pula perhitungan faktor keamanan dinamis (*single slope*), faktor keamanan lereng *Inter-ramp*, dan faktor keamanan lereng *Overal Slope*. Untuk hasil perhitungannya dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 3. Tabel Hasil Perhitungan Faktor Keamanan

Jenis Lereng	Zona	Faktor Keamanan		Probabilitas Kelongsoran (%)	
		Statis	Dinamis	Statis	Dinamis
Single Slope	Limonit	2,79	1,43	0.00%	4,80%
	Saprolit	2,52	1,30	0.00%	9,90%
	zona kontak	2,26	1,36	0.00%	0,10%
Inter-ramp	Limonit	2,03	1,20	0,40%	20,70%
	Saprolit	1,89	1,11	0,80%	17,20%
	zona kontak	1,92	1,14	0.00%	26,80%
Overal Slope	Limonit dan Saprolit	1,66	1,75	1,70%	18,20%

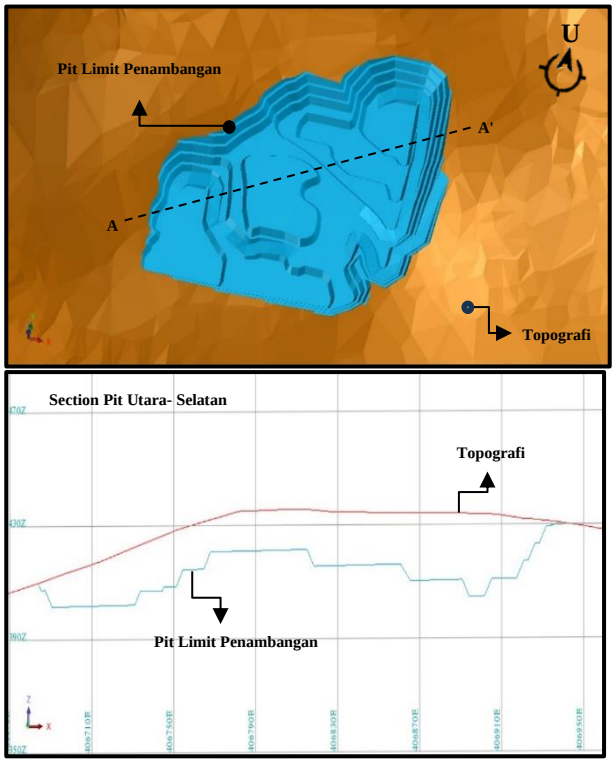
3.3 Rancangan *Pit Limit*

Rancangan *pit limit* merupakan gabungan keseluruhan jenjang yang dibuat dengan memperhitungkan faktor keekonomisan dimana suatu keterdapatan bijih (*ore*) masih dianggap ekonomis untuk ditambang dan mempertimbangkan faktor keamanan yaitu suatu jenjang masih dapat dilanjutkan ketahap jenjang selanjutnya dengan perkiraan bahwa jenjang tersebut masih dalam posisi aman (tidak rawan terjadinya longsor).

Penentuan rancangan batas akhir kegiatan penambangan (*ultimate pit limit*) mempertimbangkan perolehan maksimal jumlah cadangan yang dapat ditambang (tonase dan COG) dari total endapan bijih yang tersedia. Parameter-parameter yang dipertimbangkan dalam menentukan rancangan batas akhir penambangan adalah *cut off grade* (COG) atau nilai kadar batas ekonomis tambang yaitu Ni 1,40 %, jumlah *stripping ratio* (SR) yang diperbolehkan oleh perusahaan yaitu SR ≤ 3:1, Rancangan pit limit penambangan pada lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 10** dan **Gambar 11.**



Gambar 10. Rancangan *Pit Limit* Penambangan



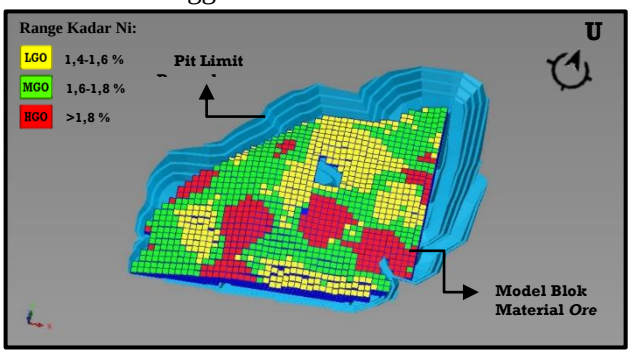
Gambar 11. *Cross Section Pit Limit* Penambangan

Berdasarkan kondisi topografi dan geometri endapan, jenis penambangan yang cocok diterapkan pada Sub Blok 4 Blok TAA adalah sistem tambang terbuka dengan metode open cast dan open pit type. Hasil desain pit limit seperti **Gambar 11** telah ditentukan sebelumnya sebagai batas akhir penambangan/ultimate pit limit pada Sub Blok 4 Blok TAA dengan mempertimbangkan sebaran model blok cadangan dan hasil analisis geoteknik yang telah dihitung sebelumnya yaitu geometri jenjang dengan tinggi lereng 6 meter, lebar lereng 2 meter, kemiringan lereng tunggal 60 derajat dan lebar ramp 9 meter. Desain jalan tambang pada pit limit dirancang dua lajur dengan lebar keseluruhan 9 meter, hal ini sesuai dengan spesifikasi alat angkut yang digunakan di lokasi penelitian.

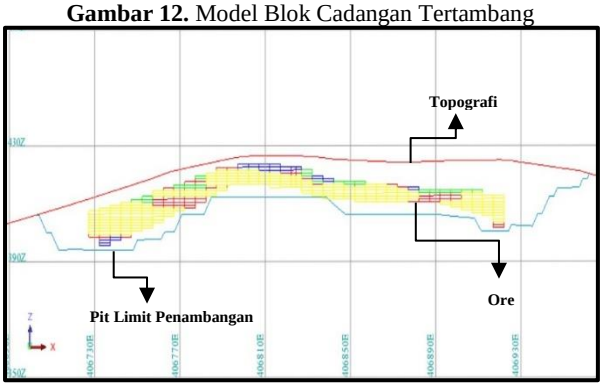
Berdasarkan rancangan pit limit yang telah dibuat, arah penambangan akan dimulai dari arah utara menuju selatan, luas area penambangan yang akan dibuka seluas 4 ha, dengan elevasi tertinggi berada pada ketinggian 412 mdpl dan elevasi terendah berada pada ketinggian 369 mdpl. Hasil desain pit limit yang telah dibuat kemudian dilakukan analisis kestabilan lereng untuk diketahui nilai faktor keamanan serta probability of failure pada jenjang penambangan berdasarkan pit limit. Analisis kestabilan lereng dilakukan pada kondisi lereng statis dan kondisi lereng dinamis.

3.4 Cadangan *In Pit*

Cadangan *in pit* merupakan bagian dari sumberdaya mineral dengan memasukan parameter *cut off grade* perusahaan dan *pit limit* penambangan yang dapat ditambang secara ekonomis. Model blok cadangan *in pit* berdasarkan *cut off grade* perusahaan dan rancangan *pit limit* penambangan. Selain kedua parameter tersebut, dalam perancangan plan penambangan sering kali terjadi perbedaan antara perencanaan (*plan*) dengan aktual di lapangan yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti faktor tools (alat), faktor human (manusia atau pekerja) serta faktor enviro (lingkungan), sehingga dalam penelitian ini dimasukan pula parameter perolehan tambang (mining recovery) yang telah ditetapkan perusahaan sebesar 90% dapat dilihat pada **Gambar 12** hingga **Gambar 13.**



Gambar 12. Model Blok Cadangan Tertambang



Gambar 13. *Cross Section* Model Blok CadanganTertambang

Berdasarkan model blok cadangan tertambang pada **Gambar 11**, jumlah cadangan yang dapat ditambang dan memenuhi standar *cut off grade* perusahaan, serta memasukkan parameter *mining recovery* adalah sebesar 202.972,50 m3 dan tonase sebesar 324.756,00 ton dengan kadar rata-rata 1,72% Ni, secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 4.** berikut.

Tabel 4. Cadangan Tertambang

Material	*Range* Ni (%)	Kategori	Volume (m^3)	Tonase (ton)	Ni (%)
Ore	>1,80	*High Grade*	70.450,00	112.720,00	1,92
	1,71 – 1,90	*Medium Grade*	100.000,00	160.000,00	1,70
	1,50 – 1,70	*Low Grade*	55.075,00	88.120,00	1,52

Material	*Range* Ni (%)	Kategori	Volume (m^3)	Tonase (ton)	Ni (%)
Total *Ore*			**225.525,00**	**360.840,00**	**1,72**
OB	<1,50	*Waste*	363.475,00	730.490,20	0,34
***Mining Recovery* 90%**			**202.972,50**	**324.756,00**	**1,72**
Stripping Ratio				**2 : 1**	



Gambar 13. Grafik Perolehan Rancangan *Sequence* 10 Bulan

3 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan tentang perancangan *pit* penambangan pada Sub Blok 4 Blok TAA PT. Bumi Nikel Nusantara yang di jelaskan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa:

1) Rancangan *pit limit* pada Sub Blok 4 Blok TAA dirancang dengan memperhatikan dan mempertimbangkan model blok cadangan serta analisa geoteknik. Rancangan *pit limit* pada Sub Blok 4 Blok TAA dibuat dengan geometri jenjang berupa tinggi jenjang 6 meter, lebar jenjang 2 meter, kemiringan jenjang 60 derajat dan lebar jalan (*ramp*) 9 meter. Dari hasil analisis geoteknik untuk kestabilan lereng didapatkan nilai faktor keamanan statis dan dinamis yang aman untuk lereng tunggal (*single slope*), lereng *inter-ramp* dan lereng keseluruhan (*overall slope*). Dimana nilai FK statis diperoleh sebesar >1,2 dan nilai FK dinamis diperoleh sebesar >1,0. Kondisi lereng tersebut memenuhi nilai FK lereng tambang berdasarkan Kepmen ESDM 1827 K/30/MEM-RI/2018.
2) Cadangan tertambang berdasarkan rancangan pit limit penambangan pada Sub Blok 4 Blok TAA yang memenuhi standar COG (cut off grade) perusahaan, serta parameter mining recovery 90% didapatkan jumlah volume sebesar 202.972,50 m^3 dengan tonase 324.756,00 ton, dengan kadar rata-rata sebesar 1,72 % Ni.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT. Bumi Nikel Nusantara yang telah bersedia menjadi lokasi penelitian penulis serta banyak membantu pengambilan data di lapangan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Adnannst, Maryanto, dan Dono. (2015). Rencana Rancangan Tahapan Penambangan untuk Menentukan Jadwal Produksi PT. Cipta Kridatama Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh. Prosiding Teknik Pertambangan, d, Hal.87–91. ISSN: 2460-6499.

[2] Arif. (2021). Geoteknik Tambang. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. ISBN: 978- 602-03-2735-8.

[3] Bargawa, W. S. (2018). *Perencanaan Tambang Edisi Kedelapan*. Kilau Book, Yogyakarta. ISBN-10: 978-6-2375-9431-4.

[4] ESDM, D. M. (2014). Pedoman Teknis Pemantauan Kestabilan Lereng Tambang dan Timbunan Batuan Timbunan.

[5] Hakam. (2016). Stabilitas Lereng dan Dinding Penahan Tanah. padang: Universitas Andalas Press.

[6] Hardiyatmo, H. S. (2018). *Mekanika Tanah II*. Gajah Mada University Press. ISBN: 979-420-637-7.

[7] Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition*. CRC Press Taylor & Francis Group. London. ISBN: 978-1-4822-2117-6.

[8] KEPMEN ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018 *Tentang "Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik".*

[9] Kennedy, B.A. (2009). *Surface Mining 2nd Edition. USA: Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. ISBN: 978-0-87335-303-8.*

[10] Komite Cadangan Mineral Indonesia. (2017). *Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya Mineral dan Cadangan Mineral Indonesia,* Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia dan Ikatan Ahli Geologi Indonesia.

[12] Malli, Pamukcu, dan Köse. (2015).

Determination of Optimum Production Capacity and Mine Life Considering Net Present Value in Open Pit Mining at Different Overall Slope Angles. Acta Montanistica Slovaca Volume.20, Hal.62–70.

[13] Pranata, H., dan Yulhendra, D. (2021). Rancangan Pelaksanaan Eksploitasi Nikel pada Blok X PT. Paramitha Persada Tama Desa Boenaga Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara, *Jurnal Bina Tambang, Vol. 6(5), Hal. 218–231*. ISSN: 2302-3333.

[14] Rizky, dan Yulhendra. (2020). Estimasi Sumber Daya Bijih Besi Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted dan Ordinary Kriging di PT . KUATASSI ,. Vol.7, No.1, Hal.96–106. ISSN: 2302-3333.

[15] Sidiq. (2019). Perencanaan Desain Tambang. Yogyakarta: Elje Branding. ISBN: 978-602-336-544-9.