Jurnal Riset Teknologi Pertambangan (J-Ristam)
Volume 5 No. 1/2025 ISSN 2621-3869

RANCANGAN DESAIN PIT LIMIT PENAMBANGAN BIJIH NIKEL LATERIT PADA BLOK B PT BINTANG SINAR PERKASA

Hidayatul Muttaqim[a*], Erwin Anshari[a], Irfan Saputra[a], Laode Jonas Tugo[a]
[a]Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tri Dharma Anduonohu, Kendari, Indonesia 93231

Intisari

Perseroan terbatas (PT) bintang sinar perkasa merupakan salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang pertambangan dan energi dengan luas iup ±1.867 Ha. PT Bintang Sinar Perkasa telah melakukan eksplorasi pengeboran pada blok B, dengan luas area ±81 Ha. Blok tersebut akan di lakukan proses penambangan, sehingga perlu di lakukan perencanaan yang baik untuk menunjang kelancaran seluruh kegiatan penambangan, salah satunya yaitu penentuan rancangan desain *pit limit*. Rancangan desain *pit limit* penambangan merupakan tahap yang krusial dalam perencanaan tambang terbuka yang bertujuan untuk menentukan batas akhir penambangan yang palling optimal secara teknis dan ekonomis. Penenlitian ini bertujuan untuk menentukan rancangan desain *pit limit* penambangan dengan mempertimbangkan parameter teknis dan ekonomis. Berdasarkan hasil analisi faktor kemanan lereng, diperoleh geometri jenjang yang aman dengan tinggi 5 meter, lebar jenjang 2 meter, serta kemiringan jenjang sebesar 65°, yang digunakan sebagai acuan dalam perancangan *pit*. Desain *pit limit* disesuaikan dengan *cut-off grade* perusahaan sebesar 1,2%. Berdasarkan estimasi cadangan diperoleh cadangan *ore* sebesar 2.043.338 ton. Dengan memasukan *mining recovery* 90% maka jumlah cadangan tertambang *ore* berdasarkan *pit limit* sebesar 1.839.004 ton.

Kata Kunci: Nikel Laterit, *Pit Limit,* Faktor Keamanan, Cadangan.

Abstract

Limited Liability Company (PT) Bintang Sinar Perkasa is one of the national private companies engaged in mining and energy with an IUP area of ± 1,867 Ha. PT Bintang Sinar Perkasa has conducted exploration drilling in block B, with an area of ± 81 Ha. The block will be mined, so good planning is needed to support the smooth running of all mining activities, one of which is determining the design of the pit limit. The design of the mining pit limit is a crucial stage in open pit planning which aims to determine the most optimal mining deadline technically and economically. This study aims to determine the design of the mining pit limit design by considering technical and economic parameters. Based on the results of the slope safety factor analysis, a safe ladder geometry was obtained with a height of 5 meters, a ladder width of 2 meters, and a ladder slope of 65 °, which was used as a reference in pit design. The pit limit design is adjusted to the company's cut-off grade of 1.2%. Based on the reserve estimate, the ore reserves were obtained at 2,043,338 tons. By including 90% mining recovery, the total mined ore reserves based on pit limits are 1,839,004 tons.

Keywords: *Nickel Laterite*, *Pit Limit*, *Safety Factor*, *Reserves*

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil nikel terbesar di dunia, mempunyai peran sangat penting dalam penyediaan bahan baku industri logam terutama mengingat persyaratan industri modern. Karena permintaan yang meningkat untuk aplikasi baterai lithium-ion dan baja tahan karat, nikel menjadi fokus utama eksplorasi dan pengembangan sumber daya mineral. Sebagai negara berkembang, Indonesia dipandang perlu manajemen pengelolaan sumber daya mineral yang baik agar dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran rakyat dan bangsa Indonesia.

Perseroan Terbatas (PT) Bintang Sinar Perkasa merupakan salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang pertambangan dan energi dengan luas IUP ±1.867 Ha. Salah satu tujuan dari perusahaan ini adalah untuk mengeksplorasi endapan nikel di wilayah Desa Lamontoli, Kabupaten Morowali. Eksplorasi regional yang dilakukan kemudian diikuti dengan eksplorasi lebih lanjut terhadap suatu wilayah Izin Usaha Pertambangan di Kabupaten Morowali, yang memungkinkan keterdapatan endapan nikel yang ekonomis untuk dilakukan penambangan.

Pit *limit* atau dikenal sebagai batas penambangan, merupakan komponen penting dalam perencanaan tambang terbuka. Rancangan bukaan akhir tambang *(pit limit)* menentukan seberapa besar potensi pengembangan tambang dengan mempertimbangkan faktor teknis, ekonomi, dan lingkungan. Untuk nikel laterit, rancangan bukaan akhir tambang *(pit limit)* yang baik memungkinkan perusahaan untuk memaksimalkan nilai ekonomis dari sumber daya yang ada dengan mempertimbangkan faktor geoteknik untuk memastikan stabilitas lereng dan keselamatan operasional tambang.

Perseroan Terbatas (PT) Bintang Sinar Perkasa telah melakukan kegiatan eksplorasi dan belum melakukan perancangan *pit limit* penambangan khususnya pada Blok B, maka untuk menunjang kegiatan penambangan yang tepat, akan dilakukan kegiatan penambangan dengan menerapkan Sistem Tambang Terbuka *(surface mining)* yang membutuhkan suatu rancangan bukaan tambang *(design pit)* untuk memberikan gambaran mengenai bentuk bukaan akhir tambang *(pit limit).* Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian terkait rancangan desain batas akhir penambangan *(pit limit)* penambangan bijih nikel laterit dengan mengangkat judul "Rancangan Desain *Pit Limit* Penambangan Bijih Nikel Laterit pada Blok B PT. Bintang Sinar Perkasa Kecamatan Bungku Selatan kabupaten Morowali".

2. LOKASI PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama kurun waktu ±1 bulan di PT. Bintang Sinar Perkasa. Daerah penelitian berada pada wilayah administratif, Kecamatan Bungku Selatan, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasi penelitian Secara spesifik dapat dilihat pada **Gambar 1**. Perjalanan Kesampaian daerah untuk menuju lokasi penelitian adalah jarak dari Kota Kendari ke Kecamatan Bungku Selatan sejauh ±250 km dan dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua atau roda empat dengan melalui rute jalan trans provinsi Sulawesi Tenggara-Sulawesi Tengah, dalam waktu tempuh ± 5jam.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian

2.2 Jenis Penelitian

Penelitian mengenai rancangan *pit* penambangan nikel laterit ini menggunakan jenis penelitian 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* penambangan bijih nikel. 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 Serta Kegunaanya

No.	Nama Alat	Kegunaan
1	Buku Lapangan	Untuk mencatat data-data pada saat melakukan penelitian di lapangan.
2	Kamera Hp Vivo Y21	Untuk dokumentasi kegiataan pada saat di lapangan.
4	Tabung Besi	Untuk mengambil dan penyimpan sampel tanah.
5	*Global Positioning System* (GPS)	Untuk mengetahui koordinat pada saat di lokasi penelitian
6	*Software Rocscience Slide*	Untuk menganalisa kestabilan lereng dalam penentuan geometri lereng yang akan digunakan

7	*Software Surpac*	Untuk melakukan perancangan pemodelan geologi dan desain *pit limit.*
8	*Software Arcgis*	Untuk membuat peta dan *layout* rancangan teknis penambangan.
9	*Software Microsoft Office*	Untuk menyusun, dan menyajikan laporan hasil penelitian

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dibagi menjadi beberapa beberapa tahap yaitu, tahap pengumpulan data penelitian, pengolahan data, dan analisis data. Berikut adalah tahapan kegiatan penelitian yang di maksud:

2.4.1. Pengumpulan data

Data yang dikumpulkan meliputi data pendukung untuk terselesaikannya permasalahan yang diangkat pada penelitian ini, data tersebut terdiri atas data primer dan sekunder.

Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari lapangan pada saat turun penelitian, yang meliputi sampel tanah untuk dilakukan pengujian sifat fisik tanah dan juga sifat mekanika tanah sehingga memperoleh (bobot isi, kohesi, dan sudut geser dalam. Sampel tanah tersebut diambil pada *coring* pengobaran lapisan limonit dan juga saprolit, sampel yang telah diambil segera dimasukan pada tabung besi bertujuan agar menjaga sampel tidak terkontaminasi dengan pengotor lainnya.

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari perusahaan atau sumber-sumber yang sudah ada. Data sekunder dikumpulkan berdasarkan litertur dan berbagai referensi yang diperoleh dari pihak perusahaan, antara lain data topografi, data blok model *pit*, data *cutt off grade* (COG), data nilai ekonomis *(stripping ratio)*, dan data blok penambangan.

2.4.2 Pengolahan data dan analisis data

Data yang telah didapatkan dilapangan dan telah terkumpul baik itu data primer dan sekunder, kemudian akan dilakukan rancangan *pit* pada penambangan bijih nikel dengan mempertimbangkan stripping ratio, bentuk endapan, dan nilai COG, serta geometri jenjang yang ditentukan untuk menjadi parameter perancangan. Pengolahan dan analisa data ini menggunakan bantuan program komputer berupa *Software* untuk perancangan *pit* penambangan bijih nikel. Adapun pengolahan data dan analisis yang dilakukan antara lain sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian sampel tanah untuk menentukan parameter geoteknik berupa sifat fisik tanah yaitu bobot isi (γ), dan sifat mekanika tanah yang meliputi kohesi (c), dan sudut geser dalam (φ). Melalui analisis uji sampel tanah pada lokasi penelitian dengan mengunakan parameter tegangan normal(σ), dan tegangan geser (τ) berdasarkan uji laboratorium.
2. Membuat geometri lereng dan menentukan faktor keamanan (FK) dengan menggunakan parameter geoteknik berdasarkan Kepmen ESDM No. 1827/K/30/MEM/2018 dalam penentuan kestabilan lereng yang akan digunakan dalam perancangan desain *pit* dengan mengunakan *software Rockscience Slide.*
3. Memasukkan data blok model ke dalam *Software surpac* dan mengelompokkan data blok model dengan membedakan warna yang telah ditentukan oleh perusahaan berdasarkan *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.*
4. Membuat rancangan desain *pit* dengan bantuan *Software Surpac* dilakukan dengan melihat parameter geometri jenjang yang telah ditentukan berdasarkan hasil perhitungan faktor keamanan (FK) jenjang. Selain faktor keamanan untuk membuat desain *pit* juga harus mempertimbangkan parameter *cut off grade*, dan *stripping ratio*. Desain *pit* dimulai dari batas kedalaman maksimum hingga batas atas maksimum mengikuti bentuk endapan.
5. Melakukan analisis perhitungan cadangan tertambang berdasarkan hasil dari rancangan desain *pit limit* yang telah dibuat.

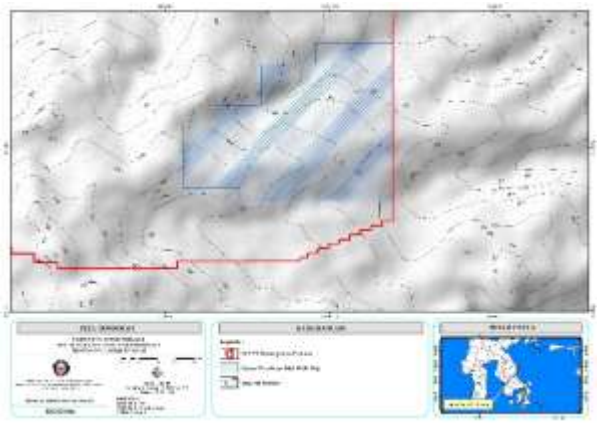
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Daerah Penelitian

Setiap daerah termasuk area pertambangan umumnya memiliki kondisi atau karakteristik lahan yang berbeda-beda seperti kondisi topografi dan morfologi

Berdasarkan analisis dari data topografi yang diberikan oleh pihak perusahaan, bentuk lahan pada blok B dijumpai memiliki kondisi morfologi perbukitan landai, agak curam sampai dengan perbukitan curam dengan ketinggian bervariasi mulai dari 230 mdpl – 530 mdpl. Analisis ini tidak mencangkup seluruh area, melainkan hanya

difokuskan pada blok B. Peta topografi lokasi penelitian dapat diamati pada **Gambar 2**.



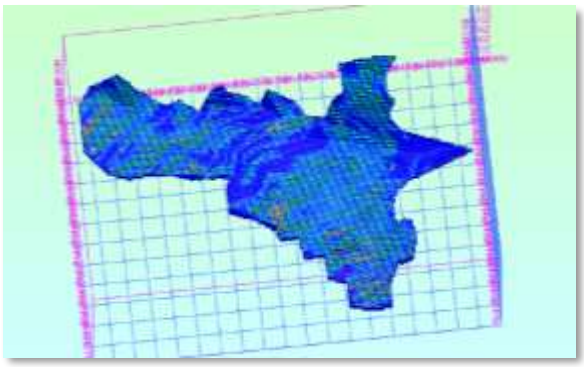
Gambar 2 Peta topografi lokasi penelitian

3.2 Blok Model Endapan

Blok model digunakan untuk mengestimasi sumber daya dan cadangan yang selanjutnya menjadi dasar dalam rancagan desain *pit.* Data topogarafi dimanfaatkan untuk memvalidasi blok model yang diperoleh dari perusahaan, karena terdapat keterkaitan antara topografi dengan sebaran blok model endapan.

3.2.1 Blok model sumber daya

Sumber daya dimodelkan menjadi kumpulan blok-blok yang memiliki ukuran dan nilai atribut tertentu. Ukuran blok yang telah diperoleh dari perusahaan di tempat penelitian yaitu 5 m × 5 m × 1 m. Atribut tiap blok diisi berdasarkan data hasil data bor dan proses estimasi. Perhitungan cadangan dilakukan dengan menggunakan *Software* pemodelan untuk mengetahui volume serta tonase endapan nikel tersebut, blok model sumber daya dapat dilihat pada **Gambar 3.**



Gambar 3 Blok model sumber daya

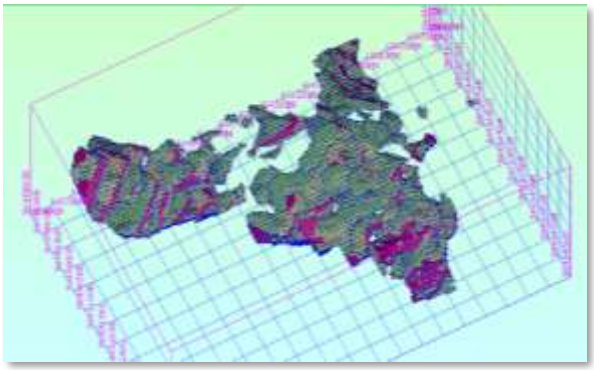
Rincian lebih lanjut terkait hasil estimasi blok model sumber daya pada blok B PT. Bintang Sinar Perkasa dapat dilihat pada **Tabel 2.**

Tabel 2 Hasil estimasi sumberdaya

Litologi	Range Ni (%)	Volume (m^3)	Tonase (ton)	Ni (%)
Limonit	0,0 - 0,5	61.825	92.738	0,26
	0,5 – 1,0	70.150	105.225	0,78
	1,0 – 1,5	76.075	114.113	1,24
	1,5 – 2,0	41.700	62.550	1,69
	2,0 – 2,5	91.25	13.688	2,2
	2,5 – 3,0	1.600	2.400	2,66
Subtotal		**260.475**	**390.713**	**1,0**
Saprolit	0,0 - 0,5	838.475	1.257.713	0,29
	0,5 – 1,0	622.875	934.313	0,76
	1,0 – 1,5	773.075	1.159.613	1,26
	1,5 – 2,0	595.575	893.363	1,7
	2,0 – 2,5	122.075	183.113	2,2
	2,5 – 3,0	361.00	54.150	2,69
	3,0 – 3,5	600	900	3,06
Subtotal		**2.988.775**	**4.483.163**	**1,03**
Grand total		**3.249.250**	**4.873.875**	**1,02**

3.2.2 Blok model cadangan

Perusahaan PT. Bintang Sinar Perkasa menetapkan kadar ambang batas ekonomi atau *Cut-of Grade* (COG) untuk penambangan sebesar 1,2% Ni. Distribusi kadar nikel dalam blok model divisualisasikan melalui perbedaan warna, yang mempresentasikan kalsifikasi kadar nikel dalam beberapa kategori. Dalam pemodelan cadangan, bijih nikel *(ore)* dikelompokan menjadi tiga kelas berdasarkan kandungan kadar nikelnya, yaitu *High Grade Ore* (HGO) dengan kadar Ni lebih dari 1,70%, *Medium Grade Ore* (MGO) dengan kadar Ni berkisar 1,50 % sampai 1,70 %, dan *Low Grade Ore* (LGO) dengan kadar Ni berkisar 1,20 % sampai 1,50%, Sementara untuk kadar Ni yang berada dibawah 1,20 % tidak dikategorikan sebagai *ore*, karena tidak memenuhi nilai ekonomi untuk di tambanga berdasarkan ketetapan dari perusahaan. Blok model cadangan dapat dilihat pada **Gambar 4.**



Gambar 4 Blok model cadangan

Rincian lengkap hasil estimasi blok model cadangan terkira pada blok B PT. Bintang Sinar Perkasa secara rinci dapat dilihat pada **Tabel 3**

Tabel 3 Hasil estimasi cadangan

Litologi	Range (%)	Volume (m^3)	Tonase (ton)	Ni (%)

Limonit	1,2 – 1,5	47.675	71.513	1,33
	1,5 – 1,7	23.850	35.775	1,6
	>1,7	28.075	42.113	2,0
Subtotal		**99.600**	**149.400**	**1,58**
Saprolit	1,2 – 1,5	515.325	772.988	1,34
	1,5 – 1,7	321.475	482.213	1,61
	>1,7	425.825	638.738	2,01
Subtotal		**1.262.625**	**1.893.938**	**1,63**
Grandtotal		**1.362.225**	**2.043.338**	**1,63**

3.3 Analisis Faktor keamanan Lereng

Berdasarkan hasil perhitungan geometri jenjang penambangan pada lampiran tinggi jenjang yang diperoleh yaitu 5 meter dengan pertimbangan nilai maksimum *cutting/dumping height* pada alat gali yang digunakan. Adapun nilai jenjang penangkap *(catch bench)* merupakan nilai sepertiga dari tinggi jenjang, sehingga lebar jenjang penangkap yaitu 2 meter, dan lebar *ramp* yakni 9 meter dengan dua jalur. Nilai sudut *single slope* untuk geometri lereng adalah 65°.

Faktor keamanan lereng dianalisa dengan menggunakan material properti dari sampel tanah hasil analisa laboratorium berupa nilai sifat fisik dan sifat mekanik tanah untuk memperoleh nilai kritis potensi longsor yang mungkin terjadi. Sifat fisik dan juga sifat mekanik tanah tersebut berupa data bobot isi tanah (ϒ), kohesi (c), dan sudut geser dalam (ϕ). Setelah hasil analisa laboratorium didapatkan, maka nilai-nilai tersebut perlu dilakukan konversi dalam satuan masing-masing sesuai dengan kebutuhan software pendukung yaitu *software Rockscience Slide*. Parameter masukan yang digunakan untuk analisis faktor keamanan dapat dilihat pada **Tabel 4** berikut.

Tabel 4 Parameter Masukan Untuk Analisis FK

Zona	Parameter Statistik	Bobot isi (kN/m^3)	Kohesi (kN/m^2)	Sudut geser dalam (◦)
LIM	Distribusi	Normal	Lognormal	Normal
	Rata-rata	15,14	22,05	37,66
	Standar deviasi	0,07071	0,8315575	0,1590
	Rel. min	0,5	1,274	0,3375
	Rel. max	0,5	0,588	0,1125
SAP	Distribusi	Normal	Normal	Normal
	Rata-rata	14,455	22,589	34,387
	Standar deviasi	0,20506	0,4850752	0,1725
	Rel. min	0,245	1,029	0,368
	Rel. max	0,145	0,343	0,122

Analisis dan simulasi faktor keamanan dilakukan menggunakan *software Rockscience Slide*, dengan metode irisan *(method of slice)* dengan pendekatan *bishop simplified* yang diterapkan pada masing masing zona yaitu zona limonit dan zona saprolit. Simulasi faktor keamanan baik dalam kondisi statis maupun dinamis dilakukan untuk lereng tunggal *(single slope), inter-ramp* dan lereng keseluruhan *(overall slope).*

Tabel 5 Rincian hasil analisis faktor keamanan lereng

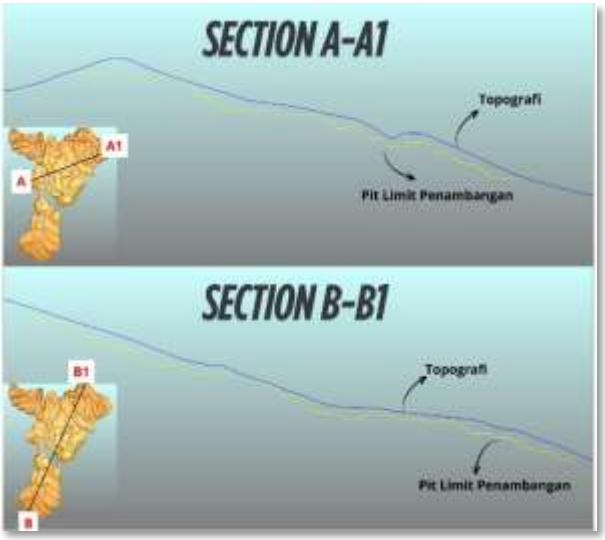
Jenis lereng	Faktor kemanan		POF (%)	
	Statis	Dinamis	Statis	Dinamis
Single slope Limonit	2,55	1,48	0,00	0,00
Single slope Saprolit	2,57	1,44	0,00	0,00
Inter-ramp Limonit	1,98	1,48	0,00	0,00
Inter-ramp Saprolit	1,93	1,47	0,00	0,00
Overall Slope	1,89	1,62	0,00	0,00

3.4 Rancangan Desain *Pit Limit*

Rancangan desain *pit* dilakukan menggunakan *software surpac* dengan memasukkan komponen geometri jenjang yang telah di analisis. Model rancangan desain *pit limit,* dan *cross section* dapat dilihat pada **Gambar 5** dan **Gambar 6**.



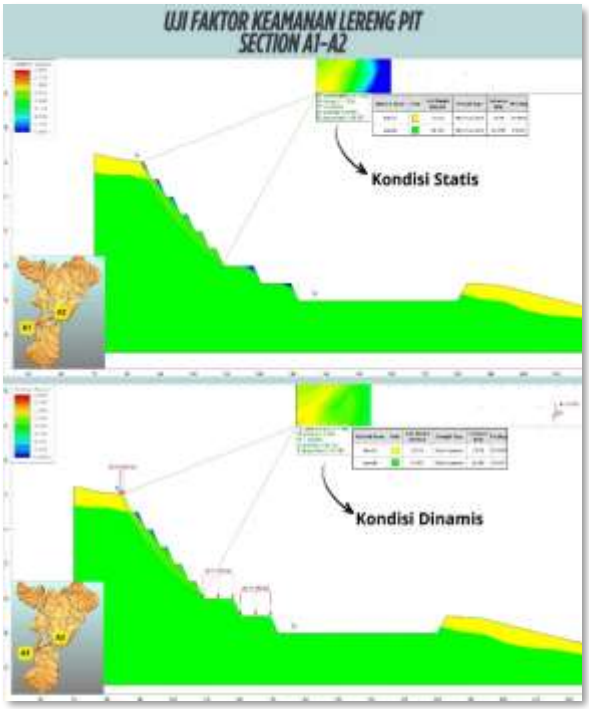
Gambar 5 Rancangan desain *pit limit*



Gambar 6 *Cross section pit* penambangan

Desain *pit limit* penambangan pada area Blok B memiliki luas area *pit* sekitar ±22,4 hektar, dengan

elevasi tertinggi *pit* mencapai 499 meter di atas permukaan laut dan elevasi terendah berada pada ketinggian 274 meter di atas permukaan laut. Setelah desain *pit limit* selesai dibuat, perlu dilakukannya analisis kestabilang lereng *pit* untuk mengetahui seberapa aman lereng tersebut, yaitu dengan menghitung nilai faktor keamanan (FK) dan kemungkinan terjadinya longsor (POF).



Gambar 7 Uji faktor keamanan lereng *pit*

Hasil dari analisis diketahui faktor kemanan (FK) *pit* pada *section* A1-A2 dengan tinggi lereng 5 meter, lebar jenjang 2 meter, dan *ramp* 9 meter dan sudut kemiringan lereng tunggal 65° pada bagian dalam kondisi statis sebesar 1,51 dengan *probability of failure* (POF) sebesar 0,00 % dan kondisi dinamis sebesar 1,44 dengan *probability of failure* (POF) sebesar 0,00 %.

3.5 Cadangan Tertambang Berdasarkan *Pit Limit*

Cadangan tertambang adalah bagian dari sumber daya mineral yang telah diperhitungkan menggunakan parameter *cut off grade* serta rancangan *pit limit*. Parameter *cut off grade* yang digunakan oleh perusahaan yaitu sebesar 1,2 %, menghasilkan total cadangan bijih nikel dengan volume mencapai 1.362.225 m³, tonase sebesar 2.043.388 ton, dan kadar rata-rata nikel (Ni) sebesar 1,63%. Rincian jumlah cadangan tertambang dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Tabel 4.7 Jumlah cadangan tertambang

Material	Range Ni (%)	Volume (m^3)	Tonase (ton)	Ni (%)
Waste	<1,2	1.887.025	2.830.538	0,59
Ore	1,2 – 1,5	47.675	71.513	1,33
	1,5 – 1,7	23.850	35.775	1,6
	>1,7	28.075	42.113	2,0
		1.362.225	**2.043.338**	**1,63**
***Mining Recovery Ore* 90%**		**1.226.003**	**1.839.004**	**1,63**
Striping Ratio			**1,54**	

Dalam perancangan *plan* penambagan 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)* berdasarkan Kepmen ESDM 1827 sebesar 90%, hal ini bertujuan untuk mencegah *over estimate* terhadap perhitungan yang dilakukan. Jumlah cadangan yang dapat ditambang dengan memasukkan parameter mining recovery adalah sebesar 1.226.003 m^3 dengan tonase sebesar 1.839.004 ton.

Berdasarkan perolehan material *ore* dan *overburden/waste* yang telah didapatkan, selanjutnya dapat dihitung nilai *stripping ratio* dengan membagi total material *overburden* dan material *ore* yang telah dimasukkan parameter mining recovery, sehingga didapatkan nilai *stripping ratio* sebesar 1,54 : 1. Artinya dibutuhkan mengupas sebesar 1,54 ton *overburden* untuk mendapatkan 1 ton *ore*. Nilai *stripping ratio* ini dibawah dari *economic stripping ratio* yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 3 : 1.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan uraian di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Desain *pit* penambangan pada Blok B PT Bintang Sinar Perkasa, disusun berdasarkan pertimbangan terhadap blok model cadangan serta hasil analisis geoteknik yang telah dilakukan sebelumnya. Analisis tersebut mencakup parameter kestabilan lereng, dengan rancangan geometri lereng meliputi tinggi lereng sebesar 5 meter, lebar jenjang 2 meter, dan sudut kemiringan lereng sebesar 65°. Batas akhir penambagan *(pit limit)* dirancang dengan elevasi tertinggi mencapai mencapai 499 meter di atas permukaan laut dan elevasi terendah berada pada ketinggian 274 meter di atas permukaan laut, dengan total luas area bukaan pit sebesar ±22,4 hektar. Selain itu, rancangan pit juga mencakup desain ramp dua lajur dengan lebar total 9 meter, yang disesuaikan dengan spesifikasi teknis alat angkut *(dump*

truck) yang digunakan di lokasi. Desain jalan tambang dua lajur ini bertujuan untuk mendukung kelancaran dan efisiensi mobilitas alat angkut selama kegiatan produksi berlangsung.

2. Berdasarkan hasil perancangan batas akhir penambangan *(pit limit)* pada Blok B, dan dengan mengacu pada standar *cut-off grade* yang ditetapkan oleh perusahaan, diperoleh total cadangan sebesar 2.043.338 ton. Dengan mempertimbangkan asumsi *mining recovery* sebesar 90%, maka total tonase *ore* yang dapat diambil secara ekonomis diperkirakan mencapai 1.839.004 ton, dengan kadar rata-rata nikel (Ni) sebesar 1,63%. Dalam proses penambangan, volume material pengupasan (*waste*) yang harus dipindahkan diperkirakan sebesar 2.830.538 ton, sehingga diperoleh nilai *stripping ratio* sebesar 1 : 1,54. Rasio ini menunjukkan bahwa untuk setiap 1 ton bijih yang ditambang, diperlukan pemindahan sebesar 1,54 ton tanah penutup. Nilai *stripping ratio* yang relatif moderat tersebut menunjukkan bahwa rancangan pit memiliki efisiensi pengupasan yang cukup baik, sehingga berpotensi mendukung kelayakan teknis dan ekonomi dalam kegiatan produksi jangka menengah hingga panjang. Selain itu, kadar nikel rata-rata sebesar 1,63% berada di atas ambang batas *cut-off*, yang menandakan bahwa cadangan ini layak untuk ditambang secara ekonomis.
3. Secara keseluruhan, desain *pit* ini memberikan manfaat strategis bagi perusahaan, antara lain dalam bentuk peningkatan efisiensi operasional, pengurangan risiko ketidakstabilan lereng, serta optimalisasi produksi tambang. Perancangan yang sesuai dengan kondisi geoteknik dan karakteristik cadangan juga berkontribusi terhadap perencanaan tambang yang lebih aman, terukur, dan ekonomis, sehingga dapat mendukung keberlangsungan operasional jangka panjang serta peningkatan profitabilitas perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Panduan untuk daftar pustaka merupakan modifikasi dari Internasional Standards Organization (ISO) documentation system and American Psychological Association (APA) style dan IEEE transcation, Jurnal. Template ini juga mengacu pada panduan yang dibuat oleh Journal MEV.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems*. 2nd ed., R. M. Osgood, Jr., Ed. Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 23–35.
[2] G. O. Young, “Synthetic structure,” in *Plastics*, 2nd ed., vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15–64.
[3] J. U. Duncombe, “Infrared navigation—Part I: An assessment of feasibility,” *IEEE Trans. Electron Devices*, vol. ED-11, pp. 34–39, Jan. 1959.
[4] E. P. Wigner, “Theory of traveling-wave optical laser,” *Phys. Rev*., vol. 134, pp. A635–A646, Dec. 1965.
[5] E. H. Miller, “A note on reflector arrays,” *IEEE Trans. Antennas Propagat*., to be published.
[6] D. B. Payne and J. R. Stern, “Wavelength-switched passively coupled single-mode optical network,” in *Proc. IOOC-ECOC*, 1985, pp. 585–590
[7] D. Ebehard and E. Voges, “Digital single sideband detection for interferometric sensors,” presented at the 2nd Int. Conf. Optical Fiber Sensors, Stuttgart, Germany, 1984
[8] G. Brandli and M. Dick, “Alternating current fed power supply,” U.S. Patent 4 084 217, Nov. 4, 1978.
[9] E. E. Reber, R. L. Mitchell, and C. J. Carter, “Oxygen absorption,” Aerospace Corp., Los Angeles, CA, Tech. Rep. TR-0200 (4230-46)-3, Nov. 1968
[10] J. Jones. (1991, May 10). *Networks Architechture*. (2nd ed.) [Online]. Available: http://www.atm.com/
[11] R. J. Vidmar. (1992, Aug.). On the use of atmospheric plasmas. *IEEE Trans Plasma Sci*. [Online]. *21(3)*, pp. 876–880. Available: http://www.halcyon.com/pub/jos/
[12] PROCESS Corp., MA. Intranets: Internet technologies deployed. Presented at INET96 Annu. Meeting. [Online]. Available: http://home.process.com/wp2.htp
[13] S. L. Talleen. (1996, Apr.). The Intranet Architecture. Amdahl Corp., CA. [Online]. Available: http://www.amdahl.com/infra/