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

RANCANGAN SEQUENCE PENAMBANGAN NIKEL LATERIT PADA PIT 1 BLOK C BARAT PT ALASKA DWIPA PERDANA KECAMATAN WITAPONDA KABUPATEN MOROWALI

Farid Abdillah[1], Deniyatno[1], Irfan Saputra[1], Muhammad Suriyaidulman Rianse[1]

[1)]Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Halu Oleo
Kampus Bumi Hijau Tri Dharma Anduonohu, Kendari, Indonesia 93231
ferytambang19@gmail.com

Intisari

Perseroan Terbatas (PT) Alaska Dwipa Perdana merupakan perusahaan yang bergerak diindustri pertambangan bijih nikel laterit yang memiliki wilayah izin usaha pertambangan (IUP) dengan luas sebesar 271 Ha. Dalam melakukan aktivitas penambangannya PT. Alaska Dwipa Perdana menerapkan system tambang terbuka (*surface mining*) dengan cara *open cast* dengan metode *selective mining*. Perseroan Terbatas (PT) Alaska Dwipa Perdana telah malakukan kegiatan eksplorasi pada *Pit* 1 Blok C Barat dengan luas ± 7,5 Ha. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan rancangan *sequence* penambangan pada *Pit* 1 Blok C Barat dengan memperhatikan parameter dari rekomendasi geometri lereng, sebaran endapan *ore* yang telah di estimasi serta melakukan rancangan *sequence* penambangan yang didasari oleh bentuk *pit limit* dengan mempertimbangkan *cut off grade* perusahaan yaitu sebesar 1,3% dan berpatokan pada target produksi perusahaan sebesar 100.000 ton/bulan serta memperhatikan parameter *mining recovery* 90 %. Berdasarkan hasil estimasi cadangan tertambang pada *Pit* 1 dengan memasukkan parameter *mining recovery* sebesar 90% maka didapatkan jumlah cadangan (*ore*) yang dapat ditambang adalah sebesar 686.745 ton dengan total volume material *overburden (OB)*/*waste* sebesar 1.313.085 m^3 dan dengan density material *overburden (OB)*/*waste* yang perlu dikupas sebesar 1,45 ton/m^3, maka didapatkan tonase sebesar 1.881.081,75 ton dengan nilai *stripping ratio* sebesar 1 : 2,74. Dari hasil estimasi tersebut dengan mengacu pada target produksi bulanan maka dapat diperkirakan umur tambang yaitu kurang lebih 7 bulan. Rancangan *sequence* penambangan dengan pertimbangan target produksi bulanan dibagi menjadi 7 tahapan yang dimulai dari elevasi 510 sampai 419 mdpl.

Kata kunci: nikel laterit, rancagan *pit limit*, rancangan *sequence*

ABSTRACT

Limited Liability Company (PT) Alaska Dwipa Perdana *is a company operating in the laterite nickel ore mining industry which has a mining business permit* (IUP) *area of 271 hectare. In carrying out its mining activities,* PT. Alaska Dwipa Perdana *implements an open mining system (surface mining) using an open cast method using selective mining. Limited Liability Company* (PT) Alaska Dwipa Perdana *has carried out exploration activities in Pit 1 Block C West with an area of ± 7,5 hectare. his research aims to design a mining sequence in Pit 1 Block C West by taking into account the parameters from the results of geotechnical analysis, the distribution of ore deposits that have been estimated and carrying out a mining sequence design based on pit limits that meet the company's standard cut off grade of 1,3% and based on the company's production target of 100.000 tons/mounth and including mining recovery of 90%. From the results of the estimated mineable reserves based on the pit limit design, the amount of reserves (ore) that can be mined by entering the mining recovery parameter of 90% is 686.745 tons. Apart from ore material, it is also known that the total volume of overburden material (OB)/waste is 1.313.085 m3 and the density of overburden material (OB)/waste is 1,45 tons/m3 with a stripping ratio value of 1: 2,74. From the estimation results, referring to the production target, it can be estimated that the mine life is approximately 7 months. The mining sequence design based on production targets is divided into 7 stages starting from an elevation of 510 to 419 meters above sea level.*

Keywords: *nickel laterite, pit limit design, sequence design*

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya Indonesia adalah negara yang kaya akan sumberdaya alam, khususnya pada bahan tambang yang merupakan salah satu sumberdaya alam yang tidak terbarukan. Mineral yang menjadi bahan baku dalam industri pertambangan merupakan salah satu jenis sumberdaya alam tersebut yang paling berharga.

Untuk memenuhi kebutuhan industri, nikel

menjadi suatu sumberdaya mineral berharga di planet ini yang harus ditemukan karena mempunyai sifat ketahanan terhadap karat. Meskipun nikel bersifat lunak saat keadaan murni, namun saat dipadukan (*alloy*) dengan besi, krom, dan logam lainnya dapat menghasilkan baja tahan karat yang keras. Nikel, krom dan besi dipadukan untuk menciptakan baja tahan karat (*stainless steel*), dapat digunakan secara luas dalam berbagai komponen industri, ornamen rumah dan bangunan serta peralatan dapur seperti sendok, peralatan memasak dan lainnya.

Semua operasi penambangan yang dilakukan di permukaan bumi atas sangat dekat dengan permukaan tanah, dan lokasi kerja yang berhubungan langsung dengan udara terbuka sering dikenal sebagai metode tambang terbuka (*Surface Mining*), sebelum melakukan proses penambangan dibutuhkan perencanaan yang sangat rinci mulai dari awal penambangan sampai dengan pernutupan tambang (*mine clousure*), Salah bentuk dari perencanaan tambang yaitu rancangan sequence penambangan.

Perseroan Terbatas (PT) Alaska Dwipa Perdana merupakan perusahaan yang bergerak diindustri pertambangan bijih nikel laterit, dimana perusahaan ini telah malakukan kegiatan eksplorasi dan belum melakukan perancangan *pit limit* dan sequence penambangan khususnya pada Pit 1 Blok C Barat dengan luas ± 7,5 Ha, maka dari itu diperlukan perancangan pit limit dan sequence penambangan untuk menunjang proses pelaksanaan penambangan yang tepat.

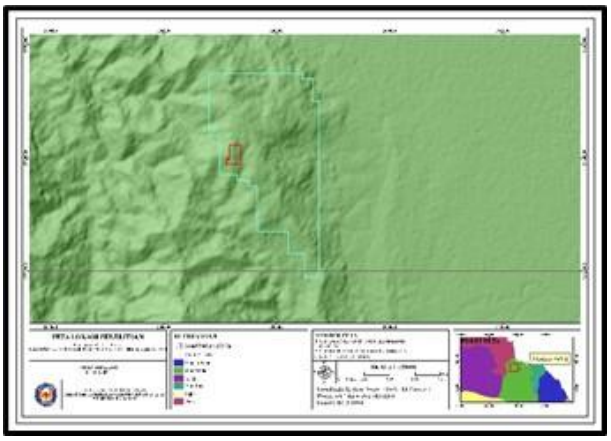
Berdasarkan permasalahan tesebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penlitian dengan judul "Rancangan *Sequence* Penambangan Nikel Laterit Pada Pit 1 Blok C Barat PT, Alaska Dwipa Perdana, Kecamatan Witaponda, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah".

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama kurang lebih 1 bulan, kegiatan diawali dari pengumpulan dan pengambilan data penelitian di bulan September pada Pit 1 Blok C Barat PT. Alaska Dwipa Perdana, kemudian dilakukan pengolahan dan analisis data serta penyusunan hasil penelitian yang akan dilakukan di Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Halu Oleo yang akan dilakukan pada bulan Oktober tahun 2024.

Penelitian telahh dilakukan di PT. Alaska Dwipa Perdana yang berlokasi di wilayah administratif Desa Ungkaya, Kecamatan Witaponda, Kabupaten Morwowali, Provinsi Sulawesi Tengah. Lokasi penelitian dapat ditempuh dengan akses jalur darat menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat dengan jarak ± 386 Km dari Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, Waktu yang ditempuh dalam perjalanan menuju lokasi penelitian ± 9 jam perjalanan. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Peta Batas IUP penelitian

2.2 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan pada Rancangan Teknis *Sequance* Penambangan menggunakan penelitian kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang melibatkan pengumpulan data yang dapat diukur dengan metode statistik, matematika atau komputasi. Teori, hipotesis, desain penelitian, memilih subjek, mengumpulkan data, memproses data, menganalisis data, dan menuliskan Kesimpulan adalah bagian dari proses penelitian ini.

2.3 Instrumen Penelitian

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

Tabel 1. Alat dan bahan penelitian beserta kegunaanya

No	Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Kamera	Untuk mengambil dokumentasi saat penelitian
4	Laptop	Untuk membuat laporan
5	*Software* Pemetaan	Untuk membuat peta dan layout rancangan *pit* dan *Sequence* penambangan
6	*Software Microsoft Excel*	Untuk pengolahan dan membuat rencana dari rancangan *Sequence* penambangan
7	*Software* Desain Tambang	Untuk membuat desain *pit* dan rancangan *Sequence* penambangan

2.4 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahap diawali dari proses perizinan, studi literatur, observasi lapangan, tahapan pengumpulan

data, serta pengolahan data. Berikut adalah tahapan dalam prosedur penelitian yang dilaksanakan dalam penelitian ini:

2.4.1. Perizinan

Proses perizinan meliputi pembuatan surat izin penelitian oleh jurusan Teknik Pertambangan yang kemudian diserahkan kepada pihak perusahaan tempat penelitian ini dilakukan.

2.4.2. Studi literatur

Pada tahapan ini kegiatan yang dilakukan berupa mencari literatur yang akan mendukung dalam kegiatan penelitian ini yang diperoleh dari buku-buku, jurnal dan penelitian sebelumnya yang relevan dengan desain *pit* dan sequence penambangan sehingga dapat dijadikan sebagai dasar dan acuan saat dilaksanakannya penelitian ini.

2.4.3. Observasi Lapangan

Observasi lapangan dilakukan melalui pengamatan langsung di lokasi *Pit* 1 Blok C Barat PT. Alaska Dwipa Perdana, yang mencakup pengamatan terhadap kondisi topografi, morfologi daerah penelitian, serta mengamati berbagai aktivitas yang berkaitan dengan rancangan sequence penambangan, Dimana pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan kondisi lereng pada Blok C Barat, dan pengamatan kegiatan penambangan.

2.4.4. Pengumpulan Data

Rancangan sequence penambangan dilakukan dengan pemodelan endapan nikel, membuat desain *pit*, menghitung volume *overburden* dan *ore* nikel hingga perancangan bentuk *sequence* penambangan untuk setiap bulannya, Adapun data yang dikumpulkan merupakan data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

1) Data primer

Data primer merupakan data yang diambil langsung di lapangan yaitu berupa pengukuran lebar alat angkut, Lebar alat angkut yang diambil dengan melakukan pengukuran pada bagian terlebar dari alat angkut terbesar yang akan melewati jalan pada Pit 1 Blok C Barat yang kemudian digunakan sebagai salah satu parameter dalam menentukan lebar jalan angkut didalam pit yang akan di desain.

2) Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari pihak perusahaan yang telah melaui serangkaian proses atau kegiatan yang nantinya akan diolah kembali sesuai kebutuhan penelitian, Data sekunder pada penelitian ini berupa:

a) Data blok model pit 1 yang diberikan oleh perusahaan yang selanjutnya akan diolah berdasarkan parameter *pit limit* penambangan pada pit 1.
b) Data topografi *pit* 1 digunakan untuk mengetahui elevasi daerah penelitian serta digunakan untuk memvalidasi data blok model yang telah diberikan perusahaan.
c) Data *cut off grade* (COG) merupakan parameter yang digunakan untuk membedakan *waste* dan *ore* dalam suatu cebakan mineral serta untuk membagi kelompok kadar *ore* berdasarkan perbedaan warna pada blok model untuk menunjukkan penyebaran nikel dengan variasi kadar sesuai warna yang ditampilkan.
d) Data *density* material adalah parameter yang digunakan dalam menghitung nilai tonase dari suatu cadangan yang diperoleh dari hasil perkalian antara volume dan *density* material.
e) Data *economic stripping ratio* yang berfungsi dalam menentukan batas penambangan optimal (*ultimate pit limit*) yang akan menghasilkan cadangan tertambang yang maksimal, dengan membandingkan volume tanah penutup yang perlu dikupas agar mendapatkan satu ton cadangan di area yang akan ditambang, dengan perbandingan toleransi *stripping ratio* yang ditentukan oleh perusahaan.
f) Data target produksi yang digunakan untuk mendapatkan umur tambang yang dengan menggunakan persamaan 2.3.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi daerah penelitian

Setiap daerah termasuk area penambangan tentunya mempunyai kondisi atau karakteristik geologi yang berbeda-beda. Perbedaan kondisi ini akan mempengaruhi metode penambangan yang akan digunakan. Berikut merupakan data karakteristik dan kondisi geologi lokasi penelitian.

3.1.1. Situasi Lahan

Tutupan lahan pada PT. Alaska Dwipa Perdana terdiri dari daerah bukaan tambang dan sebagian daerah terdiri oleh tutupan hutan dan semak belukar, sementara itu tutupan lahan pada daerah penelitian yaitu pada Pit 1 Blok C Barat terdiri dari hutan yang sadah dilaksanakan proses eksplorasi. Peta situasi lahan pada daerah penelitian

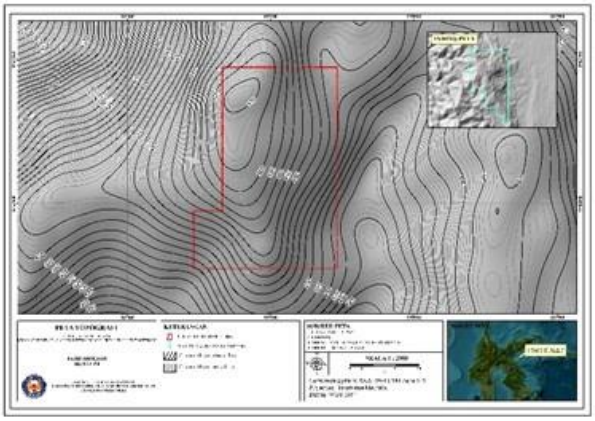
dapat dilihat pada **Gambar 2.**



Gambar 2. Peta Situasi Lahan

3.1.2. Topografi dan Morfologi

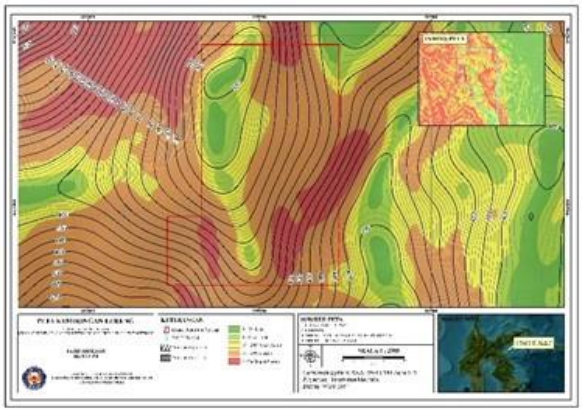
Setiap area penambangan tentunya mempunyai kondisi topografi dan morfologi yang berbeda-beda, hal ini akan mempengaruhi proses penambangan suatu deposit bijih nikel. Topografi adalah data yang menggambarkan tinggi dan rendah suatu permukaan bumi. Berdasarkan relief ketinggian dan analisis data topografi yang diberikan oleh pihak perusahaan pada area penelitian *Pit* 1 Blok C Barat memiliki kondisi morfologi perbukitan yang dimulai dari elevasi 438 mdpl dan hingga elevasi 510 mdpl. Peta Topografi daerah penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.**



Gambar 3. Peta Topografi

3.1.3. Kemiringan Lereng

Salah satu data penting yang dibutuhkan dalam proses eksplorasi nikel laterit adalah data kemiringan lereng atau *slope*, karena berdasarkan proses pembentukannya, pada daerah daerah-daerah yang mempunyai kemiringan lereng landai hingga agak curam akan menghasilkan endapan nikel laterit yang lebih optimal. Berdasarkan klasifikasi kemiringan lereng menurut undang-undang tata ruang dari departemen permukiman dan prasarana wilayah, *Pit* 1 Blok C Barat terdiri dari kemiringan datar sampai sangat curam yang dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng

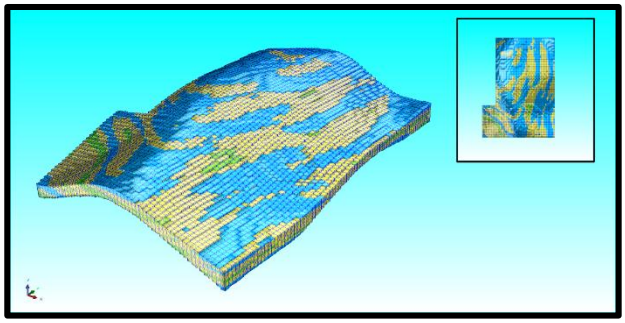
3.2 Blok Model Endapan

Blok model membantu dalam proses estimasi sumber daya dan cadangan yang yang berfungsi menjadi dasar saat melakukan desain pit.

Data blok model yang telah berikan dari perusahaan akan divalidasi dengan data topografi, dimana hubungan blok model endapan dengan topografi saling berkaitan, Proses laterisasi sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi dimana pada topografi daerah yang curam yang cenderung menghasilkan endapan nikel laterit yang lebih tipis sedangkan kondisi topografi yang landai akan menunjukan proses laterisasi yang cukup baik sehingga menghasilkan endapan nikel laterit yang cenderung lebih tebal.

3.2.1. Blok Model Sumberdaya

Sumber daya dimodelkan dengan bantuan *software* desain tambang kedalam suatu blok model tiga dimensi yang akan menggambarkan bentuk geometri disitribusi endapan nikel laterit diarea lubang bor. Blok model memuat koordinat serta informasi mengenai volume, tonase, density, litologi, dan kadar rata-rata dari setiap blok. Perusahaan di lokasi penelitian memberikan ukuran blok, yaitu 5 x 5 meter (x, y) untuk jarak horizontal dan (z) 1 meter yaitu jarak vertical setiap pengambilan sampel. Dalam perhitungan tonase sumberdaya, *density* material menggunakan nilai *update density* yang diperoleh dari perusahaan dimana untuk nilai *density* material *overburden/waste* sebesar 1,45 ton/m^3 dan nilai *density* material *ore* sebesar 1,50 ton/m^3. Model blok sumberdaya pada *pit* 1 Blok C Barat dapat dilihat pada **Gambar 5** sebagai berikut.



Gambar 5. Blok Model Sumberdaya

Gambar model blok di atas menunjukan distribusi sebaran endapan nikel yang disajikan dalam beberapa warna sesuai perbedan kadar. Dari hasil estimasi model blok sumber daya tertunjuk dengan bantuan perangkat lunak desain tambang didapatkan total jumlah volume sumber daya tertunjuk sebesar 1.412.925 m^3 dengan jumlah tonase sebesar 2.074.356,3 ton dan memiliki rata-rata 1,21% kadar Ni. Rincian dari estimasi model blok sumber daya tertunjuk pada *Pit* 1 Blok C Barat dapat dilihat pada **Tabel 2** sebagai berikut.

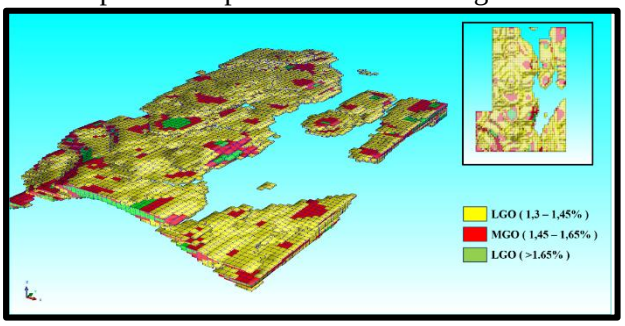
Tabel 2. Rincian Jumlah Sumberdaya Pit 1 Blok C Barat

Interval Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata-Rata (%)
Ni <1,30%	900.625	1.305.906,3	1,05
Ni 1,30% - 1,45%	234.550	351.825	1,37
Ni 1,45% - 1,65%	181.300	271.950	1,53
Ni ≥1,65%	96.450	144.675	1,80
Jumlah Total	1.412.925	2.074.356,3	1,21

3.2.2. Blok Model Cadangan

Setelah melakukan pemodelan dan perhitungan sumberdaya tertunjuk maka dapat dilakukan tahapan selanjutnya yaitu pemodelan dan perhitungan cadangan terkira dengan cara memasukan parameter nilai *cut off grade* (COG) yang telag ditetapkan oleh perusahaan yaitu sebesar 1,3% Ni.

Dalam pemodelan cadangan pada Pit 1 Blok C Barat *ore* nikel akan dikelompokan berdasarkan kadar nikelnya, Dimana kadar ore yang berkisar dari 1,3% Ni sampai dengan 1,45% Ni dikelompokan menjadi *low grade ore* (LGO), kadar *ore* yang berkisar 1,45% Ni sampai dengan 1,65% Ni di kelompokan mejadi *medium grade ore* (MGO), dan kadar ore lebih dari 1,65 % Ni akan dikelompokan menjadi *high grade ore* (HGO), sementara untuk kadar nikel dibawah dari 1,45% dikategorikan menjadi *waste/overburden* yang sudah tidak masuk dalam kategori *ore* oleh ketetapan perusahaan. Model blok Cadangan terkira pada Pit 1 Blok C Barat dapat dilihat pada **Gambar 6** sebagai berikut.



Gambar 6. Blok Model Cadangan

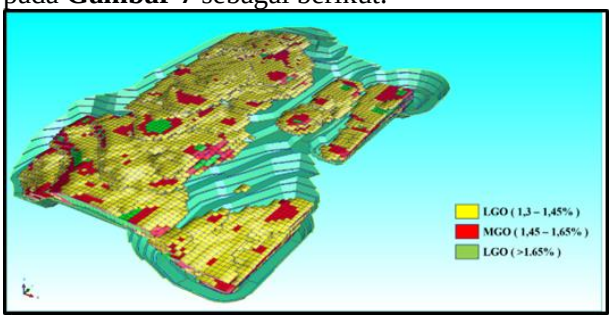
Berdasarkan hasil estimasi cadangan terkira menggunakan *software* desain tambang maka didapatkan suatu cadangan terkira dengan volume sebesar 512.300 m^3 dan tonase sebesar 768.450 ton dan memiliki rata-rata 1,51% kadar Ni. Rincian hasil dari estimasi cadangan terkira pada *Pit* 1 Blok C Barat dapat dilihat pada **Tabel 3** sebagai berikut.

Tabel 3. Rincian jumlah Cadangan pit 1 Blok C Barat

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	247.575	371.362,50	1,37
	MGO	174.075	261.112,50	1,54
	HGO	90.650	135.975	1,81
Total *Ore*		512.300	768.450	1,51
OB/Waste		900.625,0	1.305.906,3	1,05
Mining Recovery (90%)		461.070	691.605	1,51

3.3 Cadangan Tertambang dan Umur Tambang

Sumber daya mineral yang telah diolah dengan memperhatikan parameter *cut off grade* dan parameter desain *pit limit* akan berubah menjadi cadangan tertambang. *Cut off grade* yang ditetapkan oleh PT. Alaska Dwipa Perdana yaitu ≥ 1,3 %. Adapun cadangan tertambang berdasarkan *pit limit* pada **Gambar 7** sebagai berikut.



Gambar 7. Cadangan tertambang *Pit* 1 Blok C Barat

Berdasarkan sebaran endapan pada blok model cadangan tertambang pada **Gambar 7** maka didapatkan suatu cadangan tertambang dengan volume sebesar 508.700 m^3 dengan tonase sebesar 763.050 ton dan memiliki rata rata 1,51% kadar Ni, dengan *density ore* sebesar 1,5 ton/m^3. Rincian hasil

perhitungan cadangan tertambang dapat dilihat pada **Tabel 4** sebagai berikut.

Tabel 4. Rincian cadangan tertambang Pit 1 Blok C Barat

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	246.200	369.300	1,37
	MGO	172.875	259.312,5	1,54
	HGO	89.625	134.437,5	1,81
Total Ore		508.700	763.050	1,51
OB/Waste		1.313.085	1.881.081,75	1,05
Mining Recovery (90%)		457.830	686.745	1,51

Dalam proses perencanaan penambangan, sering kali ditemukan terjadinya perbedaan antara perencanaan (*plan*) dengan fakta di lapangan (*actual*) setelah proses rekonsiliasi. Hal terseut dapat diakibatkan dari beberapa faktor, seperti *tools factors* (faktor alat), *human factors* (manusia atau pekerja) serta *environment factors* (lingkungan), sehingga dalam penelitian ini digunakan parameter perolehan tambang (*mining recovery*) berdasarkan Kepmen ESDM 1827 sebesar 90% dari jumlah *ore*, dengan memasukkan parameter *mining recovery* sebesar 90% maka didapatkan jumlah cadangan (*ore*) yang dapat ditambang adalah sebesar 686.745 ton dengan total volume material *overburden (OB)/waste* sebesar 1.313.085 m^3 dan dengan density material *overburden (OB)*/*waste* yang perlu dikupas sebesar 1,45 ton/m^3, maka didapatkan tonase sebesar 1.881.081,75 ton.

Berdasarkan perolehan material *ore* dan *overburden/waste* yang telah didapat kan, selanjutnya dapat dihitung nilai *stripping ratio* dengan membagi total volume material *overburden/waste* dan tonase material *ore* yang telah dimasukkan parameter *mining recovery*, sehingga didapatkan nilai *stripping ratio* sebesar 2,74 BCM/Ton yang berarti dibutuhkan pengupasan sebesar 2,74 BCM *overburden/waste* untuk mendapatkan 1 ton *ore*. Nilai *stripping ratio* ini lebih rendah dari perhitungan *break even SR / economic stripping ratio* yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 5 BCM/Ton. Hal ini menandakan bahwa *Pit* 1 Blok C Barat layak untuk di lakukan proses penambangan.

Perhitungan tambang dimaksudkan untuk mengetahui batas waktu untu operasi penambangan pada suatu *front* hingga suatu *front* dalam suatu tambang tersebut dapat dinyatakan *mine out* atau sepenuhnya selesai ditambang. Dari hasil estimasi pada blok model cadangan tertambang didapati jumlah cadangan tertambang dengan memasukan *mining recovery* 90 % sebesar 686.745 ton dan target produksi bulanan yang didapatkan dari perusahaan adalah sebesar 100.000 ton setiap bulannya. Selanjutnya perlu dilakukan perhitungan umur tambang, dengan membagi total cadangan tertambang dan target produksi bulanan dapat diperoleh perkiraan umur tambang, sehingga diperkirakan umur tambang pada *Pit* 1 Blok C Barat PT. Alaska Dwipa Perdana kurang lebih berlangsung selama 7 bulan.

3.4 *Sequence* Penambangan

Sequence penambangan yang dirancang bertujuan untuk menggambarkan bagaimana perubahan suatu *pit* ketika dibuka dari titik awal masuk hingga bentuk batas akhir *pit* tersebut dengan membagi semua volume dalam *pit* ke dalam bentuk-bentuk perencanaan yang lebih kecil agar mempermudah saat proses pegerjaan. Desain *sequence* penambangan dirancang dengan mempertimbangkan parameter target produksi yang didapatkan dari perusahaan yaitu sebesar 100.000 ton perbulan, *sequence* penambangan yang didesain akan menggambarkan progres bukaan tambang atau tahapan kemajuan tambang yang berguna dalam menganalisis lokasi, perubahan penurunan *level* penambangan, tonase cadangan tertambang serta batas penambangan yang telah ditetapkan dalam satu *sequence* penambangan. Rancangan *sequence* penambangan bulanan terbagi jadi 7 tahapan yang disesuaikan dengan target produksi dan proses penambangan ini dilakukan dengan mengikuti level penggalian atau *level plan system*, proses penambangan ini akan diawali dari elevasi paling tinggi yaitu 506 mdpl sampai dengan elevasi paling rendah yaitu 419 mdpl.

3.4.1. *Sequence Penambangan* Bulan Ke-1

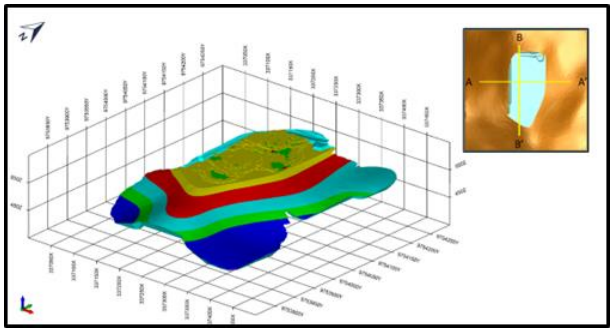
Sequence penambangan bulan ke-1 adalah tahap awal penambangan yang akan dibuka pada *Pit* 1 Blok C Barat PT. Alaska Dwipa Perdana, Pada *Sequence* ke-1 dilakukaan proses penambangan yang dimulai dari ketinggian 506 mdpl hingga ketinggian 492 mdpl, dan memiliki area bukaan yaitu seluas 2,82 Ha, Rincian material yang digali pada *sequence* bulan pertama bisa terlihat pada **Tabel 5** sebagai berikut.

Tabel 5. Rincian *Sequence* Penambangan Bulan Ke-1

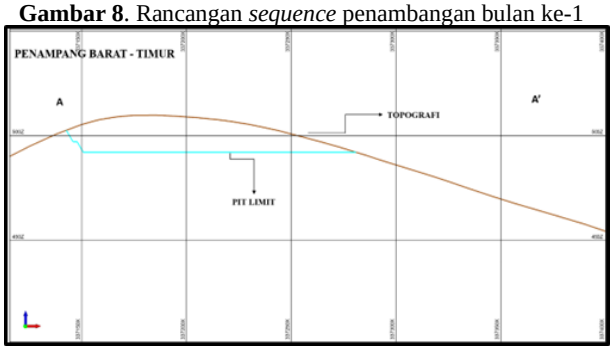
Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	47.375	71.062,5	1,37
	MGO	31.150	46.725	1,54
	HGO	11.025	16.537,5	1,78

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Total *Ore*		89.550	134.325,	1,48
OB/Waste		271.488	389.627,85	1,05
Mining Recovery (90%)		80.595	120.892,50	1,48

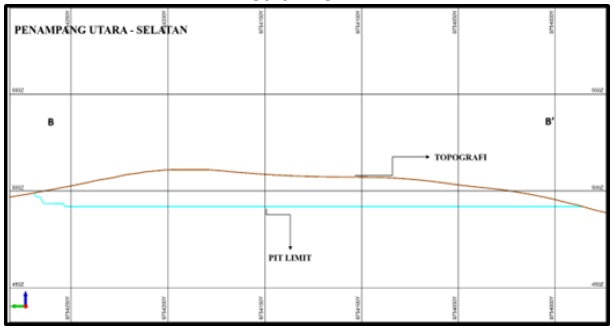
Berdasarkan tabel **Tabel 5** diatas didapati bahwa pada *sequence* bulan ke-1 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 89.550 m^3 dan tonase sebesar 134325 ton yang memiliki rata-rata 1,48% kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang dikupas memiliki volume sebesar 80.595 m^3 dan tonase sebesar 120.892,5 ton dan nilai nisbah pengupasan dibulan ke-1 yaitu sebesar 1:3,22. Hasil desain *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 8** dan penampang pada bulan ke-1 bisa terlihat pada **Gambar 9** dan **Gambar 10** sebagai berikut.



Gambar 8. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-1



Gambar 9. *Cross section* barat timur *sequence* penambangan bulan ke-1



Gambar 10. *Cross section* utara selatan *sequence* penambangan bulan ke-1

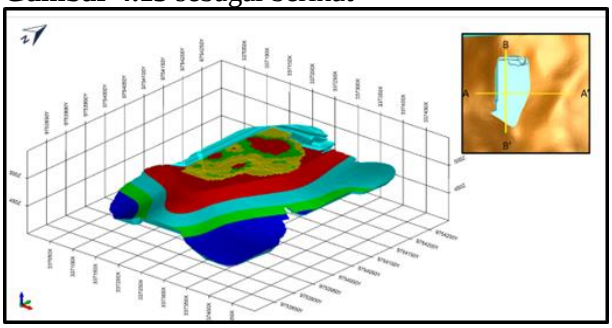
3.4.2. *Sequence* Penambangan Bulan Ke-2

Sequence bulan ke-2 dilakukaan proses penambangan yang dimulai pada elevasi 492 mdpl hingga elevasi 487 mdpl, dengan area bukaan yaitu seluas 3,46 Ha. Rincian material yang digali pada *sequence* bulan kedua bisa terlihat pada **Tabel 6** sebagai berikut.

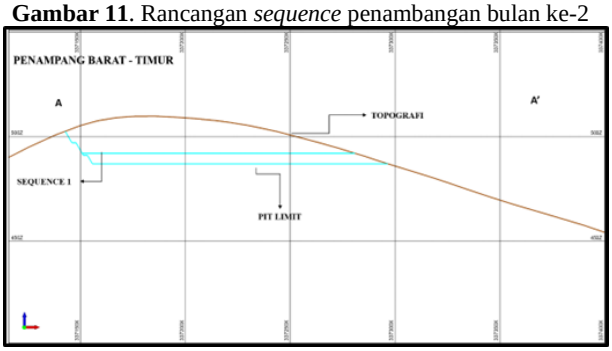
Tabel 6. Rincian perolehan *sequence* penambangan bulan ke-2

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	36.100	54.150	1,38
	MGO	29.150	43.725	1,54
	HGO	12.050	18.075	1,8
Total *Ore*		77.30	115.950	1,51
OB/Waste		88.106	124.275,2	1,06
Mining Recovery (90%)		69.570	104.355	1,51

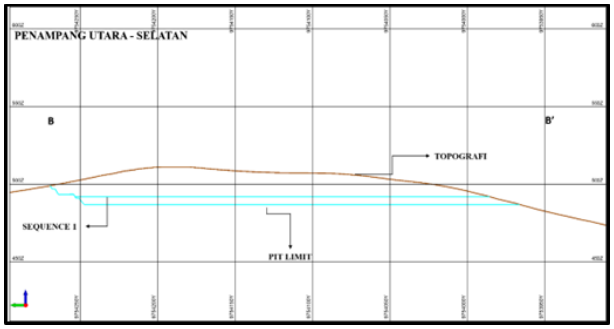
Berdasarkan **Tabel 6** diatas dapati bahwa pada *sequence* bulan ke-2 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 69.570 m^3 dan tonase sebesar 104.355 ton yang memiliki rata-rata 1,51% kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang kupas memiliki volume sebesar 88.106 m^3 dan tonase sebesar 124.275,2 ton dan nilai nisbah pengupasan pada bulan ke-2 yaitu sebesar 1:1,19. Hasil desain *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 4.11** dan penampang pada bulan ke-2 bisa terlihat pada **Gambar 4.12** dan **Gambar 4.13** sebagai berikut



Gambar 11. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-2



Gambar 12. *Cross section* barat timur sequence penambangan bulan ke-2



Gambar 13. *Cross section* utara selatan sequence penambangan bulan ke-2

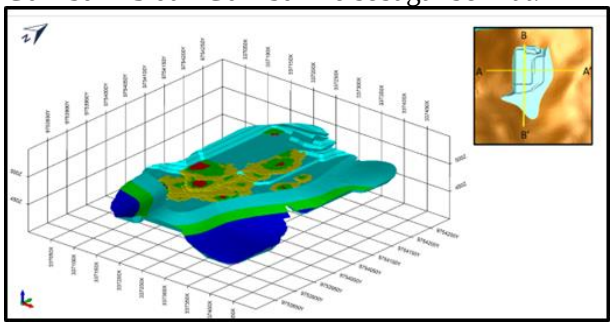
3.4.3. *Sequence* Penambangan Bulan Ke-3

Sequence ke-3 dilakukaan proses penambangan yang dimulai dari elevasi 487 mdpl hingga elevasi 475 mdpl, dengan area bukaan yaitu seluas 4,08 Ha. Rincian material yang digali pada *sequence* bulan ketiga bisa terlihat pada **Tabel 7**.

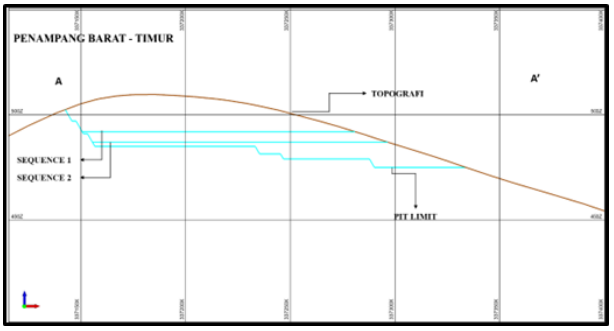
Tabel 7. Rincian *Sequence* Penambangan Bulan Ke-3

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	41.250	61.875	1,37
	MGO	28.525	42.787,5	1,54
	HGO	8.950	13.425	1,77
Total *Ore*		78.725	118.087,5	1,48
OB/Waste		233.847,5	335.536,25	1,06
Mining Recovery (90%)		70.852,5	106.278,75	1,48

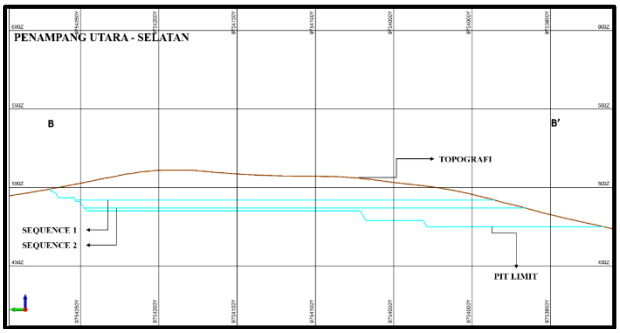
Berdasarkan **Tabel 7** diatas didapati bahwa pada *sequence* bulan ke-3 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 70.852,5 m^3 dan tonase sebesar 106.278,75 ton yang memiliki rata-rata 1,48% kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang dikupas memiliki volume sebesar 233.847,50 m^3 dan tonase sebesar 335.536,25 ton dan nilai nisbah pengupasan dibulan ke-3 yaitu sebesar 1:3,16. Hasil desain *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 14** dan penampang pada bulan ke-3 bisa terlihat pada **Gambar 15** dan **Gambar 16** sebagai berikut.



Gambar 14. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-3



Gambar 15. *Cross section* barat timur *sequence* penambangan bulan ke-3



Gambar 16. *Cross section* utara selatan *sequence* penambangan bulan ke-3

3.4.4. *Sequence* Penambangan Bulan Ke_4

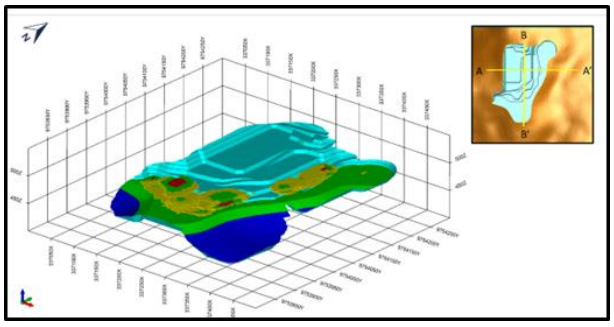
Sequence bulan ke-4 dilakukaan proses penambangan yang dimulai dari elevasi 475 mdpl hingga elevasi 464 mdpl, dengan area bukaan seluas 5,12 Ha. Rincian material yang digali pada *sequence* bulan keempat bisa terlihat pada **Tabel 8** sebagai berikut.

Tabel 8. Rincian *Sequence* Penambangan Bulan Ke-4

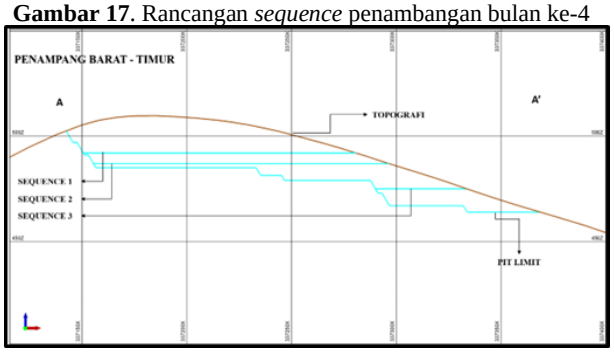
Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	44.450	66.675	1,36
	MGO	23.875	35.812,5	1,54
	HGO	11.050	16.575	1,83
Total *Ore*		79.375	119.062,5	1,48
OB/Waste		232.602,5	333.701,75	1,06
Mining Recovery (90%)		71.437,5	107.156,25	1,48

Berdasarkan **Tabel 8** diatas didapati bahwa pada *sequence* bulan ke-4 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 71.437,5 m^3 dan tonase 107.156,25 ton sebesar yang memiliki rata-rata 1,48 % kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang dikupas memiliki volume sebesar 232.602,5 m^3 dan tonase sebesar 333.701,75 ton dan nilai nisbah pengupasan dibulan ke-4 yaitu sebesar 1:3,11. Hasil desain *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 17** dan

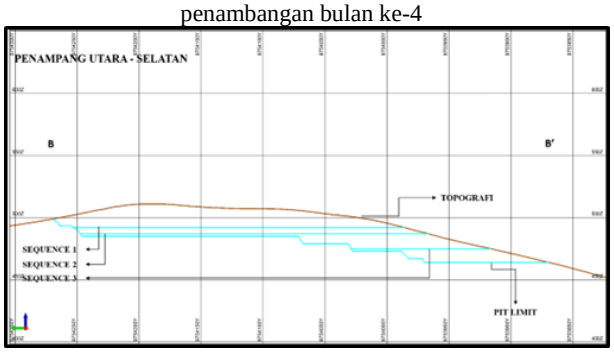
penampang pada bulan ke-4 bisa terlihat pada **Gambar 18** dan **Gambar 19** sebagai berikut.



Gambar 17. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-4



Gambar 18. *Cross section* barat timur *sequence* penambangan bulan ke-4



Gambar 19. *Cross section* utara selatan *sequence* penambangan bulan ke-4

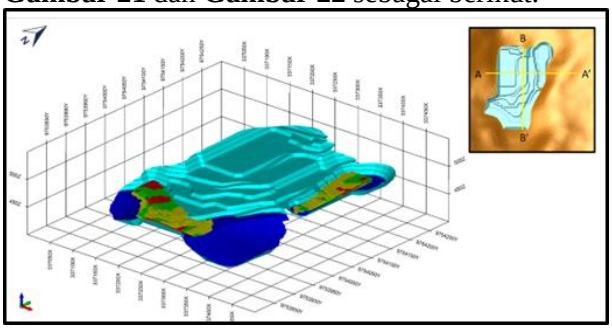
3.4.5. *Sequence* Penambangan Bulan Kelima

Sequence ke-5 dilakukaan proses penambangan yang dimulai dari elevasi 464 mdpl hingga elevasi 455 mdpl, dengan area yang dibuka seluas 6,37 Ha. Rincian material yang digali pada *sequence* bulan kelima bisa terlihat pada **Tabel 9** sebagai berikut.

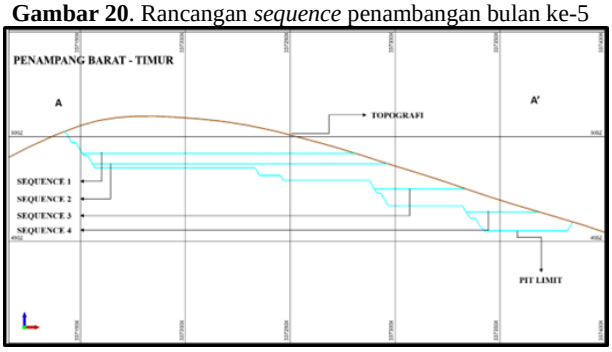
Tabel 9. Rincian *Sequence* Penambangan Bulan Ke-5

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	19.975	29.962,5	1,38
	MGO	27.050	40.575	1,56
	HGO	35.125	52.687,5	1,82
Total *Ore*		82.150	123.225	1,62
OB/Waste		175.635	250.974	1,06
Mining Recovery (90%)		73.935	110.902,5	1,62

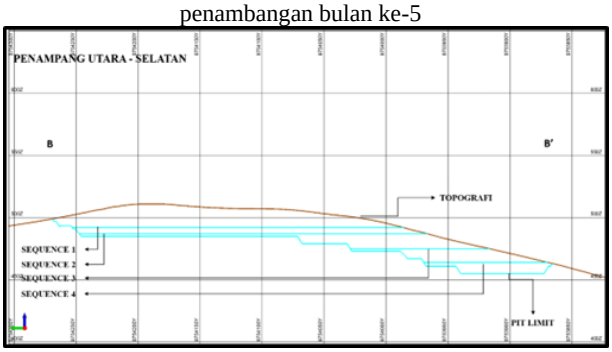
Berdasarkan **Tabel 9** diatas didapati bahwa pada *sequence* bulan ke-5 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 73.935 m^3 dan tonase sebesar 110.902,50 ton yang memiliki rata-rata 1,62% kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang dikupas memiliki volume sebesar 175.635 m^3 dan tonase sebesar 250.974 ton dan nilai nisbah pengupasan dibulan ke-5 yaitu sebesar 1:2,6. Hasil desain *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 20** dan penampang pada bulan ke-5 dapat bisa terlihat pada **Gambar 21** dan **Gambar 22** sebagai berikut.



Gambar 20. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-5



Gambar 21. *Cross section* barat timur *sequence* penambangan bulan ke-5



Gambar 22. *Cross section* utara selatan *sequence* penambangan bulan ke-5

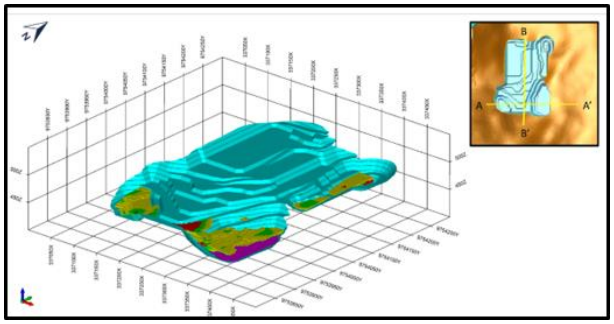
3.4.6. *Sequence* Penambangan Bulan Ke-6

Sequence ke-6 dilakukaan proses penambangan yang dimulai dari elevasi 455 mdpl hingga elevasi 430 mdpl, dengan area yang dibuka seluas 7,79 Ha. Rincian galian material pada *sequence* bulan keenam bisa terlihat pada **Tabel 10** sebagai berikut.

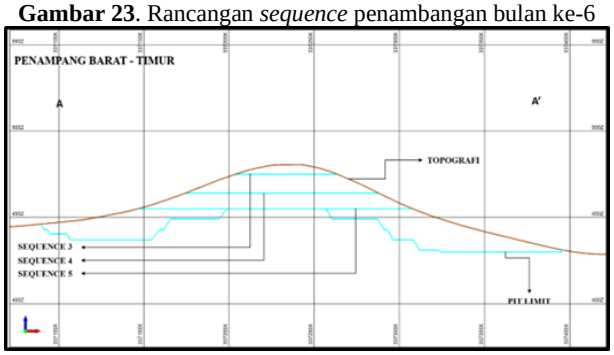
Tabel 10. Rincian *Sequence* Penambangan Bulan Ke-6

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	43.275	64.912,5	1,37
	MGO	25.700	38.550	1,54
	HGO	10.175	15.262,5	1,81
Total *Ore*		79.150	118.725	1,48
OB/Waste		262.767	377.450,4	1,06
Mining Recovery (90%)		71.235	106.852,5	1,48

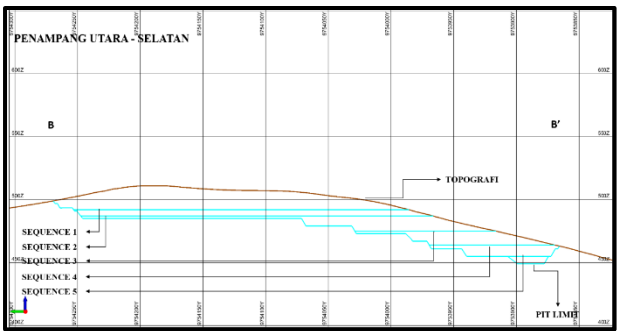
Berdasarkan **Tabel 10** diatas dapati bahwa pada *sequence* bulan ke-6 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 71.235 m^3 dan tonase sebesar 106.852,5 ton yang memiliki rata-rata 1,48% kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang dikupas memiliki volume sebesar 262.767 m^3 dan tonase sebesar 377.450,4 ton dan nilai nisbah pengupasan dibulan ke-6 yaitu sebesar 1: 3,53. Hasil desain *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 23** dan penampang pada bulan ke-6 bisa terlihat pada **Gambar 24** dan **Gambar 25** sebagai berikut.



Gambar 23. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-6



Gambar 24. *Cross section* barat timur *sequence* penambangan bulan ke-6



Gambar 25. *Cross section* utara selatan *sequence* penambangan bulan ke-6

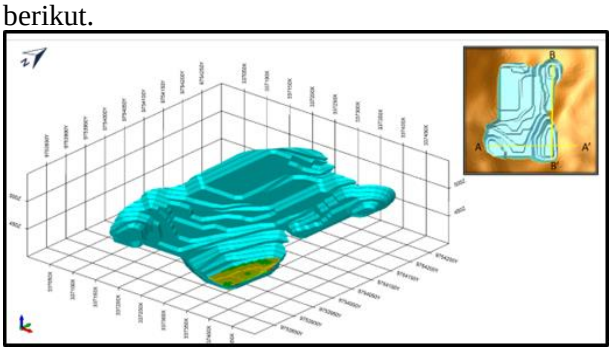
3.4.7. *Sequence* Penambangan Bulan Ke-7

Sequence bulan ke-7 dilakukaan proses penambangan yang dimulai dari elevasi 430 mdpl hingga elevasi 419 mdpl, dengan area bukaan seluas 8,65 Ha. Rincian hasil galian material pada *sequence* bulan ketujuh bisa terlihat pada **Tabel 4.11**.

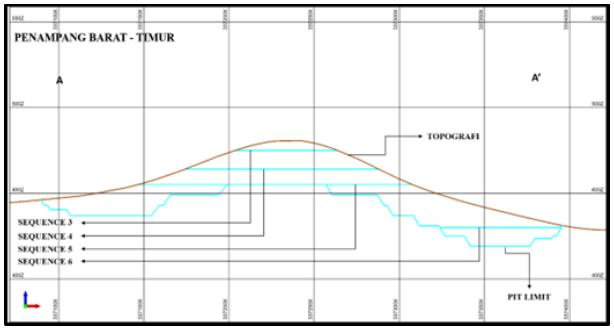
Tabel 11. Rincian *sequence* penambangan bulan ke-7

Material	*Ore Class* Ni	Volume (m^3)	Tonase (Ton)	Ni Rata Rata (%)
Ore	LGO	13.775	20.662,5	1,37
	MGO	7.425	11.137,5	1,53
	HGO	1.250	1.875	1,75
Total *Ore*		22.450	33.675	1,45
OB/Waste		48.638	69.514,85	1,06
Mining Recovery (90%)		20.205	30.307,5	1,45

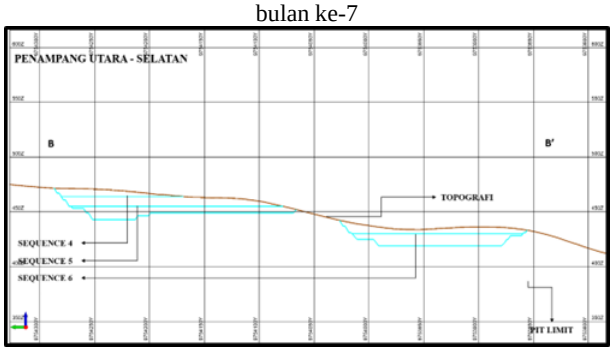
Berdasarkan **Tabel 4.10** diatas dapati bahwa pada *sequence* bulan ke-7 yang telah dimasukan parameter *mining recovery* 90%, didapatkan material *ore* dengan jumlah volume sebesar 74.543 m^3 dan tonase sebesar 111.814 ton yang memiliki rata-rata kadar 1.45% kadar Ni. Selain itu material *waste/overburden* yang dikupas memiliki volume sebesar 98.200 m^3 dan tonase sebesar 138.248,25 ton dan nilai nisbah pengupasan dibulan ke-7 yaitu sebesar 1:1.23. Hasil rancangan *sequence* penambangan bisa terlihat pada **Gambar 4.26** dan penampang pada bulan ke-7 bisa terlihat pada **Gambar 4.27** dan **Gambar 4.28** sebagai berikut.



Gambar 26. Rancangan *sequence* penambangan bulan ke-7



Gambar 27. *Cross section* barat timur *sequence* penambangan bulan ke-7



Gambar 25. *Cross section* utara selatan *sequence* penambangan bulan ke-7

4 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan rancangan *sequence* penambangan nikel laterit pada *Pit* 1 Blok C Barat PT. Alaska Dwipa Perdana Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Ternggara disimpulkan sebagai berikut:

1) Rancangan *pit limit* pada Pit 1 Blok C Barat PT. Alaska Dwipa Perdana Kecamatan Witaponda Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tenggara yang dirancang dengan mempertimbangkan sebaran bijih pada blok model cadangan dan rekomendasi geometri jenjang yang diberikan perusahaan yaitu tinggi *bench* 6 m lebar *berm* 2 meter dan sudut kemiringan bench 60º serta memperhatikan faktor keekonomisan yaitu *stripping ratio*, dimana batas *stripping ratio* yang direkomendasikan perusahaan adalah 5:1 dengan perbandingan antara material *overburden/waste* dan material *ore*. Desain *ramp* pada *pit limit* dirancang dua lajur yang memiliki lebar 9 meter dan ditambahkan area untuk *safety bund* selebar 1 meter sehingga total lebar *ramp* adalah 10 meter, hal ini disesuaikan dengan lebar alat angkut yang telah diukur di lokasi penelitian. Desain *ramp* dengan dua lajur bertujuan agar mempermudah transportasi pemindahan material sedangkan area *safety bund* dimaksudkan untuk memperhatikan keamanan dalam proses produksi.
2) Berdasarkan *pit limit* yang didesain dan mempertimbangkan parameter *mining recovery* sebesar 90% maka didapatkan jumlah cadangan tertambang adalah sebesar 686.745 ton. Selain material *ore*, diketahui pula total volume material *overburden (OB)*/*waste* sebesar 1.313.085 m^3 dan dengan density material *overburden (OB)*/*waste* sebesar 1,45 ton/m^3. maka didapatkan tonase sebesar 1.881.081,75 ton. Berdasarkan perolehan material *ore* dan *overburden/waste* yang telah didapat kan, selanjutnya dapat dihitung nilai *stripping ratio* dengan membagi total volume material *overburden/waste* dan tonase material *ore* yang telah dimasukkan parameter *mining recovery*, sehingga didapatkan nilai *stripping ratio* sebesar 2,74 BCM/Ton yang berarti dibutuhkan pengupasan sebesar 2,74 BCM *overburden/waste* untuk mendapatkan 1 ton *ore*. Nilai *stripping ratio* ini lebih rendah dari perhitungan *break even SR / economic stripping ratio* yang telah ditetapkan oleh perusahaan sebesar 5 BCM/Ton. Hal ini menandakan bahwa *Pit* 1 Blok C Barat layak untuk di lakukan proses penambangan.
3) Rancangan *sequence* penambangan bulanan terbagi menjadi 7 tahap yang disesuaikan dengan target produksi dan proses penambangan dilakukan dengan mengikuti *level* penggalian atau *level plan system*, proses penambangan nantinya akan dimulai dari elevasi tertinggi yaitu 506 mdpl sampai dengan elevasi terendah yaitu 419 mdpl.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak PT. Alaska Dwipa Perdana yang telah bersedia menjadi lokasi penelitian penulis serta banyak membantu selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. Ahmad Zainassolihin, A., dan Pulungan, L. (2015). Prosiding Teknik Pertambangan Penjadwalan Tambang (Mine Scheduling) untuk Mencapai Target Produksi Batubara 25.000 Ton/Bulan di PT Milagro Indonesia Mining Desa. *Prosiding Teknik Pertambangan*, *1*(2), 51–57. ISSN: 2460-6499

[2]. Araya, A. S., Nehring, M., Vega, E. T., & Miranda, N. S. (2020). The impact of equipment productivity and pushback width on the mine planning process. *The Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, *120*. https://doi.org/10.17159/2411. ISSN: 2225-6253

[3]. Aryanda, D., Ramli, M., & Djamaludin, H. (2014). Perancangan Sequence Penambangan Batubara Untuk Memenuhi Target Produksi Bulanan. *GEOSAISNS*, *10*.

[4]. Aswandi, D., dan Yulhendra, D. (2019). Redesain Rancangan Ultimate Pit Dengan Menggunakan Software Minescape 4.118 Di Pit S41 PT. Energi Batu Hitam Kecamatan Muara Lawa dan Siluq Ngurai, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. *Jurnal Bina Tambang*, *4*(1). ISSN: 2302-3333

[5]. Bai, X., Marcotte, D., Gamache, M., Gregory, D., dan Lapworth, A. (2018). Automatic generation of feasible mining pushbacks for open pit strategic planning. *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, *118*(5), 515–530. https://doi.org/10.17159/2411-9717/2018/v118n5a8. ISSN: 2225-6253

[6]. Bargawa, W. S. (2018). *Perencanaan Tambang (Edisi Kedelapan)*. Kilau Book. ISBN: 978-623-7594-31-4.

[7]. Breed, M. F., dan Van Heerden, D., 2016, Post-Pit Optimization Strategic Alignment, *Journal of the Southern African Institute of Mining and Metallurgy*, Vol. 116, No. 2, Hal. 109-114. ISSN: 225-6253.

[8]. Buelga Díaz, A., Diego Álvarez, I., Castañón Fernández, C., Krzemień, A., & Iglesias Rodríguez, F. J. (2021). Calculating ultimate *pit limit*s and determining pushbacks in open-pit mining projects. *Resources Policy*, *72*. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102058. ISSN: 0301-4207

[9]. Dasa, A., Anshari, E., Zam Mili, M., & Ido, I. (2023). Rancangan Pit Penambangan Nikel Pada Pit 1 Blok Pullumea Pt Keinz Ventura Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Riset Teknologi Pertambangan* , *03*(1).

[10]. Ersyad, F., Yulhendra, D., dan Prabowo, H. (2018). Kajian Teknis dan Ekonomis Perancangan Design Kemajuan Penambangan Quarry Batukapur pada Bulan April-Agustus 2017 di Front III B-IV B Bukit Karang Putih PT. Semen Padang. *Jurnal Bina Tambang*, *3*(3). ISSN: 2302-3333

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

[12]. Hustrulid, W., Kuchta, M., dan Martin, R. (2013). *Open Pit Mine Planning and Design* (3rd ed.). Taylor dan Francis Group. ISBN-10: 978-1-4665- 7512-7.

[13]. Keputusan Menteri Republik Indonesia. (2018). K*eputusan Menteri Sumber Daya Energi danMineral Republik Indonesia Nomor 1827 K/30/MEM*. Menteri Energi Sumberdaya Mineral Republik Indonesia.

[14]. Komite Cadangan Mineral Indonesia. (2017). *Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi Sumberdaya Mineral dan Cadangan Bijih Indonesia*. Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia dan Ikatan Ahli Geologi Indonesia 2.

[15]. Kurniadi, A., Rosana, M. F., Yuningsih, E. T., dan Pambudi, L. (2017). Karakteristik Batuan Asal Pembentukan Endapan Nikel Laterit Di Daerah Madang Dan Serakaman Tengah. *Padjadjaran Geoscience Journal*, *01*(02), 149–163. ISSN: 2597-4033

[16]. Puspita, R., Ninasafitri, N., dan Ente, Moh. R. (2022). Karakteristik Batuan Ultramafik Dan Penyebaran Nikel Laterit Pada Daerah Siuna Kecamatan Pagimana Kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Geocelebes*, *6*(1), 93–107. https://doi.org/10.20956/geocelebes.v6i1.18523. ISSN: 2579-5821

[17]. Putri, N. T., dan Heriyadi, B. (2020). Analisis Kestabilan Lereng Pada Penambangan Batu Andesit PT. Ansar Terang Crushindo 1, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*, *5*(3), 39–48. ISSN: 2302-3333

[18]. Rahmi, F., dan Yulhendra, D. (2019). Optimalisasi *Pit Limit* Penambangan Mineral Nikel Laterit PT ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Di Site Pomalaa Sulawesi Tenggara Di Front X. *Jurnal Bina Tambang*, *4*(3), 294–305. ISSN: 2302-3333

[19]. Revuelta, M., B., 2018, *Mineral Resources*,

Springer, Complutense University. Spanyol. ISBN-10: 978-3-319-58760-8.

[20]. Rusydy, I., Al-Huda, N., Jamaluddin, K., Sundary, D., dan Nugraha, G. S. (2017). Analisis Kestabilan Lereng Batu Di Jalan Raya Lhoknga Km 17,8 Kabupaten Aceh Besar. *Riset Geologi Dan Pertambangan*, *27*(2), 145–155. https://doi.org/10.14203/risetgeotam2017.v27.452. ISSN: 0125-9849

[21]. Sarfin.L, W., Anshari, E., & Rizky Awaliah N, Wd. (2024). Rancangan Sequence Penambangan Pada Blok A4 Pt. Adhi Kartiko Pratama Desa Lameruru Kecamatan Langgikima Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Locus Penelitian Dan Pengabdian*, *2*(12), 1163–1180. https://doi.org/10.58344/locus.v2i12.2336

[22]. Simanjuntak, T. O. dan Supandjono. (1993). Peta Geologi Lembar Bungku, Sulawesi. Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi.

[23]. Standar Nasional Indonesia 4726, 2019, *Pedoman pelaporan hasil eksplorasi Sumber daya dan cadangan mineral*.

[24]. Yarmuch, J. L., Brazil, M., Rubinstein, H., & Thomas, D. A. (2020). Optimum ramp design in open pit mines. *Computers and Operations Research*, *115*. ISSN: 0305-0548

[25]. Yulanda, YA., Toha, MT., Sjarkowi, F., 2020. Optimasi *Stripping Ratio* Dengan Metode Discounted Cash Flow Pada Project PLTU Mulut Tambang, *Jurnal Pertambangan.* Vol.2, No. 3, Hal. 28-133. ISSN: 2549-1008.

[26]. Yusuf Imana, M., Ilham Kadar, M., & Mustofa, M. (2023). Perancangan Pit Dan Sequence Penambangan Nikel Pt Adhikara Cipta Mulia Desa Marombo Pantai Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. In *Jurnal Riset Teknologi Pertambangan (J-Ristam* (Vol. 3, Issue 2).

[27]. Zainassolihin, A. A., Maryanto, dan Pulungan, L., 2015. Penjadwalan Tambang (*Mine Scheduling*) untuk Mencapai Target Produksi Batubara 25.000 Ton/Bulan di Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur. *Prosiding Teknik Pertambangan,* Hal. 51-57, ISSN: 2460-6499