



Rancangan Teknis Penambangan dan Penjadwalan Produksi Jangka Pendek (*Short Term Scheduling*) pada Penambangan Bijih Nikel PT. Gerbang Multi Sejahtera

Technikal Design of Mining and Short Term Production Scheduling in Nickel Ore Mining in PT. Gerbang Multi Sejahtera

Aprilia¹, Rina Rembah¹ dan Nurfasiha¹

¹ Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka.
e-mail penulis: eppiaprilia2@gmail.com

ABSTRAK

Blok U8 merupakan salah satu *front* pada PT. Gerbang Multi Sejahtera yang masih dalam kondisi *virgin* dengan luas 14,5 ha. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengestimasi cadangan, merancang teknis penambangan, serta membuat penjadwalan produksi berdasarkan hasil rancangan. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data log bor. Data dari hasil estimasi cadangan nikel laterit dengan metode *Kriging* menggunakan *Software Serpac 6.5.1* diketahui jumlah tonase *ore* adalah 1.063.919 ton dengan kadar rata-rata Ni 1,80 %. Geometri jenjang yang digunakan sesuai dengan rekomendasi geoteknik perusahaan yaitu tinggi jenjang 5 m, lebar jenjang 2 m, dan kemiringan jenjang tunggal 50°. lebar jalan angkut pada jalan lurus 12,63 m, dan lebar jalan angkut pada tikungan yaitu 13,97 m, *grade* jalan yang digunakan adalah 12%. Metode penambangan yang direncanakan yaitu *open pit* yang dibagi menjadi 3 *sequence* dan terdiri dari 21 *pushback pit* penambangan dengan umur tambang yaitu 21 bulan. Kebutuhan alat gali-muat *Excavator Doosan DX 200A* pada kemajuan tambang dari bulan ke-1 hingga bulan ke-21 konstan. Alat gali OB 1 unit, alat gali *Ore* 1 unit, dan alat muat 1 material *Ore* 1 unit. Alat angkut yang dibutuhkan yaitu pada *Pit 1* dan *Pit 2* yaitu 3 unit, sedangkan pada *Pit 3* yaitu 4 unit.

Kata kunci : cadangan, rancangan tambang, jangka pendek.

How to Cite:

Aprilia, A., Rembah, R., Nurfasiha, N. 2024. Rancangan Teknis Penambangan dan Penjadwalan Produksi Jangka Pendek (*Short Term Scheduling*) pada Penambangan Bijih Nikel PT. Gerbang Multi Sejahtera. *Mining Science and Technology Journal*, 3(1): 11-19.

Aprilia, A., Rembah, R., Nurfasiha, N. 2024. *Technikal Design of Mining and Short Term Production Scheduling in Nickel Ore Mining in PT. Gerbang Multi Sejahtera*. *Mining Science and Technology Journal*, 3(1): 11-19.

Published By:

Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

Address:

Jl. Kapt. Piere Tendean, No. 109, Baruga, Kota
Kendari, Provinsi Sulawesi Tenggara

Article History:

Submit 23 Desember 2023
Received in from 23 Desember 2023
Accepted 30 April 2024



ABSTRACT

Block UB is one of the front of PT. Gerbang Multi Sejahtera which is still virgin condition with an area 14,5 ha. The aim of this research is to estimate reserves, design mining techniques, and make production cheduling based on the design result. The data needed in this research is drill logs. Data from the result of estimating laterite nikel reserve using the Kriging method using Surpac 6.5.1 software shows that the one tonnage is 1.063.919 tons with an average Ni content of 1,80%. The tier geometry used is in accordance with the company's geotechnical records, namely a tier height of 5 m, a tier depth of 2 m and a single tier slope of 50°. The width of the haul road on a straight road is 12,63 m dan the width of the haul road on bends is 13,97 m, the road grade used is 12%. The planned mining method is open pit which is divided into 3 sequences and consists of 21 ming pushback with a minr life 21 month. The need for Excavator Doosan DX 200A must-dig tools for the progress of the mine from the 1st moth to the 21st month are constant. 1 unit OB digging tool, 1 unit of Ore digging tool, and 1 unit of mush material Ore. The mean of transportation killed were 3 unit in Pit 1 and Pit 2, while in Pit 3 it was 4 units.

Keyword : *reserve, mine design, short term.*

PENDAHULUAN

Nikel merupakan unsur logam yang terbentuk secara alami dan memiliki ciri mengkilap (*lustrous*) serta berwarna putih keperak-perakkan (*silver white*). Akan tetapi unsur ini jarang sekali ditemukan dalam keadaan murni logam di alam. Endapan nikel yang ditemukan di Indonesia berupa endapan nikel laterit. Endapan nikel laterit merupakan suatu endapan yang terbentuk karena adanya proses konsentrasi mineral-mineral berharga yang mengandung nikel yang berasal dari pelapukan batuan asal (*host rock*) oleh gaya-gaya eksogen, seperti pelapukan (*weatering*) akibat sinar matahari, curah hujan, dan lain-lain.

Pertambangan merupakan suatu ilmu pengetahuan, teknologi, dan bisnis yang berkaitan dengan industri pertambangan yang kegiatannya terdiri dari prospeksi, eksplorasi, evaluasi, penambangan, pengolahan, pemurnian hingga pemasaran. Sedangkan penambangan adalah kegiatan untuk memproduksi mineral dan/atau batubara dan mineral ikutannya.

PT. Gerbang Multi Sejahtera merupakan sebuah perusahaan pertambangan swasta yang menggunakan sistem penambangan terbuka dan menggunakan metode *open pit* dan *open cut*. Tambang terbuka merupakan sistem penambangan yang umum digunakan oleh tambang-tambang nikel di Indonesia.

Tambang terbuka (*surface mining*) adalah suatu sistem penambangan yang mana seluruh aktivitasnya berhubungan langsung dengan udara luar. Tambang terbuka membutuhkan perencanaan rinci mulai dari tahapan awal hingga penutupan tambang. Bentuk dari perencanaan tambang salah satunya adalah rancangan bentuk penambangan. Rancangan atau desain berperan sebagai penentu persyaratan, spesifikasi, dan kriteria teknik untuk mencapai sasaran serta urutan teknis pengerjaannya. Salah satu hasil rancangan pada perencanaan tambang adalah batas akhir penambangan (*ultimate pit limit*).

Faktor penting dalam perencanaan penambangan yaitu perancangan teknis penambangan yang mengharuskan dapat memenuhi target produksi (50.00 ton/bulan) setiap periodenya dan aspek teknis penambangan sebagai acuan dalam proses penambangan. Untuk setiap periodenya, diperlukan rencana penambangan sehingga dapat mengontrol secara optimal laju produksi dalam jangka pendek berdasarkan target produksi. Hal ini sesuai dengan tujuan perencanaan tambang terbuka khususnya perencanaan produksi yaitu mempertimbangkan alternatif skenario tingkat produksi dan *COG (cut off grade)* yang ekonomis. Blok yang akan dilakukan penelitian yaitu di Blok UB, sedangkan untuk simulasi perancangan dilakukan di Pit



sebelumnya atau Pit yang telah di tambang yaitu di Pit W. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukannya perancangan teknis penambangan dan penjadwalan produksi jangka pendek sehingga dapat tercapainya target produksi secara optimal.

Pada penelitian ini, rancangan teknis penambangan dan penjadwalan jangka pendek dilakukan diawal sebelum dilakukan kegiatan penambangan. Blok U8 merupakan lokasi yang masih dalam kondisi *virgin* atau belum dilakukan kegiatan penambangan. Pembuatan rancangan teknis dan penjadwalan produksi bertujuan untuk memperoleh *ore* semaksimal mungkin dalam kondisi aman dan tersistematis sehingga dapat memaksimalkan profit yang akan diperoleh, maka dibutuhkan rancangan teknis yang baik mulai dari geometri akses jalan angkut, rancangan *ultimate pit limit*, pentahapan penambangan (*sequence*), kemajuan tambang, dan penjadwalan produksi penambangan (*mine scheduling*). Hal inilah yang melatar belakangi penulis memilih judul mengenai "Rancangan Teknis Penambangan dan Penjadwalan Produksi Jangka Pendek (*Short Term Scheduling*) Pada Penambangan Bijih Nikel PT. Gerbang Multi Sejahtera".

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang akan dilakukan di lapangan yaitu, metode kualitatif yang dimana pelaksanaannya dilakukan pendekatan atau pengamatan langsung (*observasional*) dengan cara pengumpulan data menggunakan teknik observasi (mengumpulkan data hasil pengamatan secara langsung di lokasi penelitian) teknik *interview* atau wawancara untuk melengkapi data hasil observasi lapangan. Metode kuantitatif yang dimana pelaksanaannya yaitu dengan mengumpulkan data numerik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Gerbang Multi Sejahtera yang orientasinya adalah melakukan rancangan teknis penambangan dan penjadwalan produksi jangka pendek (*short term scheduling*).

ESTIMASI CADANGAN

Berdasarkan pengolahan cadangan tertambang melalui *software Surpac 6.5.1* menggunakan metode *Kriging*, pada rancangan *pit* penambangan yang telah dibuat dengan *cut off grade* (COG) Ni $\geq 1,40\%$ yang telah direkomendasikan dari perusahaan (Sumber : Surat Rekomendasi PT. Gerbang Multi Sejahtera) diperoleh besar estimasi cadangan yaitu dapat dilihat pada tabel 4.1, untuk data lengkapnya dapat dilihat pada lampiran 5 halaman 191. Klasifikasi *Ore* yang digunakan adalah klasifikasi *ore* yang telah ditetapkan oleh perusahaan yaitu *waste* $< 1,40\%$, *Low Grade Saprolite Ore* (LGSO) $\geq 1,41\% - 1,70\%$, dan *High Grade Saprolite Ore* (HGSO) $\geq 1,71 - 2,50\%$.

Tabel 1. Estimasi Cadangan

Ore Class	Volume (m³)	Tonase (mT)	Rata-rata Ni (%)
<i>Low Grade Saprolite</i>	531.775	797.664	1,55
<i>High Grade Saprolite</i>	177.500	266.255	1,95
Total Ore	709.275	1.063.919	1,80
Waste	283.609	1.214.098	0,70

Sumber : Aprilia, 2023

RANCANGAN TEKNIS PENAMBANGAN

a. Rancangan *Ultimate Pit Limit*

Rancangan geometri penambangan merupakan faktor utama yang harus ditentukan terlebih dahulu, karena geometri penambangan sangat menentukan kegiatan penambangan yang efektif dan aman. Geometri lereng yang diterapkan dalam merancang *ultimate pit limit* pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Rekomendasi Geoteknik

No	Komponen Dasar Jenjang	Rekomendasi Geoteknik
1	Tinggi Jenjang	5 m
2	Lebar Jenjang	2 m
3	Sudut Jenjang Tunggal	50°

Sumber : PT. Gerbang Multi Sejahtera

b. Rancangan *Sequence* Penambangan

Rancangan *Sequence* dirancang berdasarkan penyebaran cadangan nikel, nilai *Stripping Ratio*, metode penambangan dan elevasi. Tujuan utama dari rancangan tahapan (*sequence*) penambangan adalah untuk memudahkan penambangan dengan menyederhanakan seluruh volume yang ada dalam *overall pit* ke dalam unit-unit penambangan yang lebih kecil sehingga memudahkan kegiatan penanganannya. Dari rancangan *ultimate pit limit* pada blok U8 dibagi menjadi 3 *sequence* atau 3 unit *Pit* dengan mempertimbangkan nilai *stripping ratio* (SR), nilai kadar Ni sehingga dibagi menjadi beberapa *Sequence* yaitu *Pit 1 (Sequence 1)*, *Pit 2 (Sequence 2)*, dan *Pit 3 (Sequence 3)*.

c. Rancangan *Pushback* Penambangan

Rancangan kemajuan tambang merupakan rancangan untuk menentukan berapa besar penurunan level dan tonase material yang tertambang. Rancangan kemajuan tambang pada Blok U8 yang digunakan adalah rancangan jangka pendek (per bulan) dimana *Pit* akan dibagi dalam bentuk bulanan hingga umur tambang habis. Pentahapan jangka pendek akan membagi keseluruhan *pit limit* menjadi beberapa bagian, pada penelitian ini pada Blok U8 dibagi menjadi 3 *Sequence (3 Pit)* yang terdiri dari 21 rancangan *pushback*. Rancangan ini disesuaikan dengan target produksi.

d. Rancangan Geometri Jalan Angkut

Jalan angkut dalam sebuah kegiatan penambangan merupakan hal yang sangat vital, karena rancangan dimensi jalan angkut yang baik akan menunjang kegiatan penambangan yang dilakukan. Dimensi jalan angkut yang dirancang dari jalan utama ke lokasi yang akan dilakukan penambangan yaitu di Blok U8 menyesuaikan dengan lebar alat angkut terbesar yang digunakan di PT. Gerbang Multi Sejahtera yaitu *Dump Truck Axor 2528 C*. Jalan angkut yang dirancang pada Blok U8 pada kegiatan produksi dari *front* penambangan ke *stockpile* terdiri dari 2 jalan angkut, yang mana untuk jalan angkut 1 digunakan untuk kegiatan Produksi pada *Pit 1*, *Pit 2*, pada *Pit 3*. Sedangkan jalan angkut 2 yaitu jalan untuk menuju *stockpile* dan *waste dump*.

Blok U8 merupakan lokasi yang masih virgin dan belum tersedia akses jalan angkut, berikut ini komponen rancangan jalan angkut pada Blok U8:

Tabel 3. Komponen Rancangan Geometri Jalan Angkut

No	Komponen	Jumlah	Satuan
1	Lebar jalan angkut pada jalan lurus :		
	a. Lebar minimum	8,72 12,63	m m
	b. Lebar Total		
2	Lebar jalan angkut pada tikungan		
	a. Lebar minimum	10,06 13,97	m m
	b. Lebar total		
3.	<i>Superelevasi</i>	0,04	m/m
4	Radius tikungan	23	m
5	Kemiringan permukaan jalan angkut	13,08	cm
6	Tanggul pengaman :		
	a. Tinggi tanggul pengaman	0,66	m
	b. Lebar tanggul pengaman	1,43	m
7	Kemiringan jalan	12	%

Sumber : Aprilia, 2023

e. Peralatan Mekanis

Pemilihan alat mekanis didasarkan pada jenis bahan galian, metode penambangan, dan target produksi. Berdasarkan hasil kajian dan perhitungan oleh PT. Gerbang Multi Sejahtera diketahui bahwa, jenis alat yang digunakan pada lokasi penelitian adalah sebagai berikut :

1. Alat gali bijih nikel/*ore* dan batuan penutup/*overburden* menggunakan *Excavator Backhoe Doosan DX 200A* dengan kapasitas bucket 0,95 m³.
2. Alat angkut yang digunakan adalah *Dump Truck Axor 2528 C*.

Dalam penentuan kebutuhan alat angkut mempertimbangkan beberapa parameter yakni pencapaian target produksi serta faktor keserasian alat (*match factor*). Keserasian kerja alat merupakan keserasian kerja antara alat gali muat dan alat angkut.

Tabel 4. Rekomendasi Jumlah Alat Terhadap Rancangan Penambangan

Lokasi	Kegiatan	Jenis alat	Jumlah alat
	<i>Stripping overburden (OB)</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	Penggalian <i>Ore (Ore getting)</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	Pemuatan <i>Low Grade Saprolite Ore</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	Pemuatan <i>High Grade Saprolite Ore</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
Pit 1	Pengangkutan <i>Low Grade Saprolite Ore</i>	<i>Dump Truck Axor 2528C</i>	3
	Pengangkutan <i>High Grade Saprolite Ore</i>	<i>Dump Truck Axor 2528C</i>	3
	<i>Stripping overburden</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1

	(OB)		
	Penggalian <i>Ore (Ore getting)</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	Pemuatan <i>Low Grade Saprolite Ore</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
<i>Pit 2</i>	Pemuatan <i>High Grade Saprolite Ore</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	Pengangkutan <i>Low Grade Saprolite Ore</i>	<i>Dump Truck Axor 2528C</i>	3
	Pengangkutan <i>High Grade Saprolite Ore</i>	<i>Dump Truck Axor 2528C</i>	3
	<i>Stripping overburden</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	(OB)		
	Penggalian <i>Ore (Ore getting)</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	Pemuatan <i>Low Grade Saprolite Ore</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
<i>Pit 3</i>	Pemuatan <i>High Grade Saprolite Ore</i>	<i>Excavator Doosan DX 200A</i>	1
	<i>Low Grade Saprolite Ore</i>	<i>Dump Truck Axor 2528C</i>	4
	Pengangkutan <i>High Grade Saprolite Ore</i>	<i>Dump Truck Axor 2528C</i>	4

Sumber : Aprilia, 2023

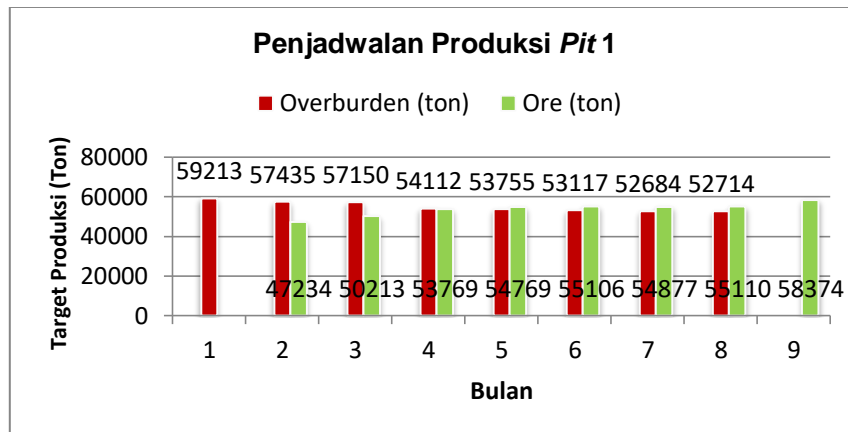
Dari hasil perhitungan keserasian kerja alat ini, dapat dirancang kebutuhan alat untuk tiap *Pit* dengan alat muat 1 unit yaitu, pada *Pit 1* untuk material LGSO membutuhkan 3 unit alat angkut dan untuk material HGSO membutuhkan 3 alat angkut. Untuk *Pit 2* dengan alat muat 1 unit membutuhkan 3 unit alat angkut untuk material LGSO dan 3 unit alat angkut untuk material HGSO. Sedangkan untuk *Pit 3* dengan alat muat 1 membutuhkan 4 unit alat angkut untuk material LGSO dan HGSO.

PENJADWALAN PRODUKSI

Penjadwalan produksi merupakan salah satu elemen penting dalam perencanaan penambangan. Hal ini suatu keharusan dibuat adanya penjadwalan produksi setelah membuat perancangan penambangan. Dengan mengetahui beberapa elemen penting seperti total estimasi cadangan dan tonase *overburden* serta target produksi yang telah ditetapkan perusahaan. Pada penelitian ini, akan dijelaskan penjadwalan produksi yang dibuat dalam tiga tahapan (*pushback*) penambangan dengan waktu pengerjaan selama ± 21 bulan.

a. Penjadwalan Produksi Pada *Pit 1*

Penjadwalan produksi pada *Pit 1* dimulai sejak bulan pertama sampai dengan bulan kesembilan. Kegiatan *stripping overburden* dilakukan pada bulan pertama sampai bulan kedelapan, tonase *overburden* yang diproduksi tiap bulannya berbeda-beda, sedangkan total tonase *Overburden* yang diproduksi sebesar 440.180 ton (dari bulan pertama sampai bulan kedelapan). Kegiatan *Ore getting* dimulai dari bulan kedua sampai bulan kesembilan, dengan total *Ore* yaitu 440.180 ton

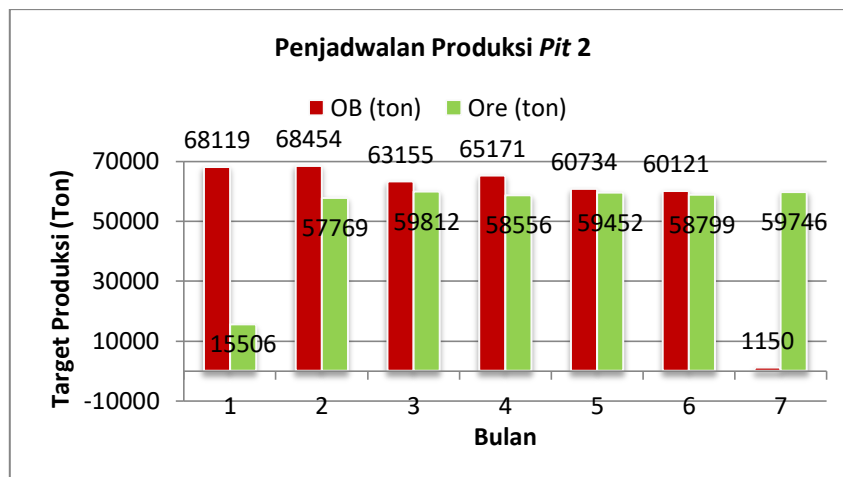


Sumber : Aprilia, 2023

Gambar 1. Grafik Penjadwalan Produksi *Pit 1*

b. Penjadwalan Produksi Pada *Pit 2*

Penjadwalan produksi pada *Pit 2* dimulai sejak bulan pertama sampai dengan bulan ketujuh. Kegiatan *stripping overburden* dilakukan pada bulan pertama sampai bulan ketujuh, tonase *overburden* yang diproduksi tiap bulannya berbeda-beda, sedangkan total tonase *Overburden* yang diproduksi sebesar 386.904 ton (dari bulan pertama sampai bulan kedelapan). Kegiatan *Ore getting* dimulai dari bulan pertama sampai bulan ketujuh dengan total *Ore* yaitu 369.640 ton.

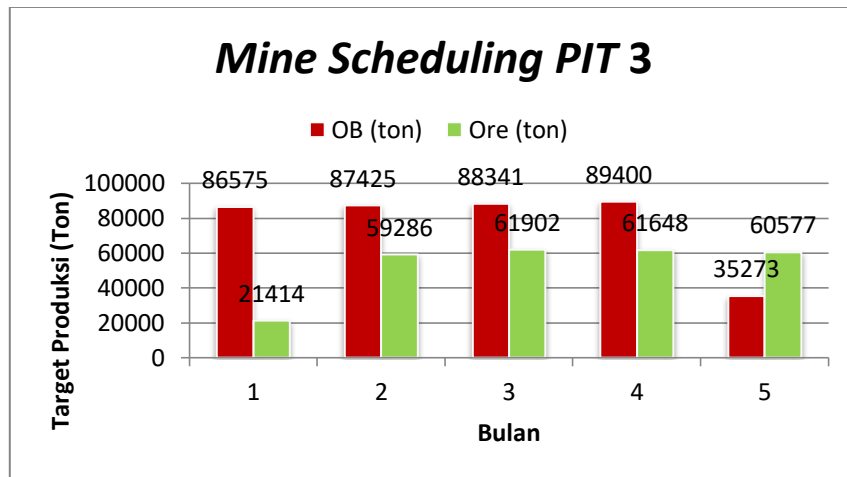


Sumber : Aprilia, 2023

Gambar 2. Grafik Penjadwalan Produksi *Pit 2*

c. Penjadwalan Produksi Pada *Pit 3*

Penjadwalan produksi pada *Pit 3* dimulai sejak bulan pertama sampai dengan bulan kelima. Kegiatan *stripping overburden* dilakukan pada bulan pertama sampai bulan kelima, tonase *overburden* yang diproduksi tiap bulannya berbeda-beda, sedangkan total tonase *Overburden* yang diproduksi sebesar 387.014 ton (dari bulan pertama sampai bulan kedelapan). Kegiatan *Ore getting* dimulai dari bulan pertama sampai bulan kelima dengan total *Ore* yaitu 264.827 ton.



Sumber : Aprilia, 2023

Gambar 3. Grafik Pejadwalan Produksi *Pit 3*

KESIMPULAN

1. Estimasi cadangan yang dihasilkan dari hasil pengolahan cadangan tertambang melalui *software Surpac 6.5.1* dengan metode *Kriging* pada rancangan *pit* penambangan yang telah dibuat dengan *Cut Off Grade (COG)* $Ni \geq 1.4\%$, diperoleh *Overburden* 1.214.098 ton dan *material Ore* sebesar 1.063.915 ton.
2. Rancangan teknis penambangan :
 - a. Rancangan *pit* penambangan di Blok U8 berdasarkan pertimbangan teknis dengan geometri tinggi jenjang 5 meter dan lebar *berm* 2 meter dengan kemiringan 50° menghasilkan luas cadangan tertambang material *ore* sebesar 1.063.919 ton, dan *overburden* sebesar 1.214.098 ton.
 - b. Rancangan tahapan (*sequence*) *pit* penambangan bijih nikel di Blok U8, berdasarkan pertimbangan teknis geometri jenjang menghasilkan 3 rancangan tahapan (*sequence*) *pit* penambangan, dengan kemajuan tambang (*pushback*) sebanyak 21 *pushback pit*.
 - c. Rancangan geometri jalan angkut pada Blok U8 yaitu, lebar jalan angkut pada jalan lurus yaitu 12,63 meter atau 13 meter, lebar jalan angkut pada tikungan yaitu 13,97 meter atau 14 meter, *superelevasi* yaitu 40 cm, radius tikungan yaitu 23 meter, kemiringan permukaan jalan angkut (*cross slope*) yaitu 13,08 cm, tanggul pengaman yaitu tinggi 0,66 meter dan lebar 1,43 meter, dan kemiringan jalan 12 %.
 - d. Untuk ketersediaan alat yang dihasilkan dari perhitungan keserasian kerja alat untuk tiap *sequence* dengan alat muat 1 unit yaitu, pada *Pit 1* alat angkut untuk material LGSO yang dibutuhkan 3 unit dan untuk material HGSO yaitu 3 unit, pada *Pit 2* alat angkut yang dibutuhkan untuk material LGSO yaitu 3 unit dan untuk material HGSO yaitu 3 unit, sedangkan pada *Pit 3* dibutuhkan alat angkut masing-masing 4 unit untuk material LGSO dan material HGSO.
3. Penjadwalan produksi yang dirancang adalah penjadwalan produksi jangka pendek yaitu rencana perbulan. Berdasarkan rancangan tahapan (*pushback*) *pit* penambangan, sehingga diperoleh umur tambang yaitu 21 bulan, pada *Pit 1* umur tambang 9 bulan, *Pit 2* sekitar 7 bulan, dan untuk *Pit 3* yaitu sekitar 5 bulan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat, dalam penelitian ini, terumta kepada pembimbing saya :

1. Ibu Ir. Rina Rembah, S.T., M.T., IPM., CPHCM
2. Ibu Nurfasiha, S.T., M.T



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. Sistem Penambangan, Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
- Arif, I. 2018. *Nikel Indonesia*. Bandung.
- Arif, I. 2021. *Good Mining Practice Indonesia*. Jakarta.
- Arif, I & Adisoma, G.S. 2002. *Perencanaan Tambang*. Bandung : Departemen Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung.
- Cahyo. 2018. *Laporan Tugas Akhir "Analisis Kelayakan Ekonomi"*. Yogyakarta : Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Hustrulid W, Kutcha M, & Martin R. 2012 *Open Pit Mine Planning & Design 3rd Edition CRC Press*, New York.
- Kuniadi, A. 2017. *Nikel Laterit*. Sorowako : PT. Vale Indonesia.
- Melati, S. 2010. *Bahan Kuliah Perencanaan & Pemodelan Tambang*. Banjarmasin & Banjarbaru : Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat.
- Sahrul dkk., 2017. *Rancangan Tahapan (Pushback) Penambangan Endapan Biji Nikel Pada PT. Hengjaya Mineralindo (HM) Kecamatan Bungku Pesisir Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah*. Jurnal. Kolaka : Teknik Pertambangan. Universitas Sembilanbelas November Kolaka.
- Sulistiyana, W.B. 2018. *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta.
- Silaban, R. 2022. *Laporan Tugas Akhir "Rancangan Teknis Penambangan dan Penjadwalan Jangka Pendek (Short Term Scheduling) pada Penambangan Biji Nikel Berdasarkan Target Produksi pada Blok A PT. Trinusa Dharma Utama Kabupaten Morowali Utara"*. Kolaka : Teknik Pertambangan Universitas Sembilanbelas November Kolaka.
- Suwandi , A. 2004 *Diklat Perencanaan Tambang Terbuka Universitas Islam Bandung*, Bandung.
- Suwandi, A. 2004. *Perencanaan Jalan Tambang*. Bandung : Universitas Islam Bandung.
- Zulkifli, A. S. 2022. *Laporan Tugas Akhir "Evaluasi Perencanaan Geometri Bukaan Tambang Pit Anoa Untuk Perencanaan Bukaan Pit Harimau Proyek Penambangan PT. Lamario Celebes Perkasa Site Morowali Sulawesi Tengah"*. Kolaka : Teknik Pertambangan Universitas Sembilanbelas November Kolaka.
- Waterman, S., 2018. *Buku Perencanaan Tambang Edisi Kedelapan*. Yogyakarta.