

DESAIN PUSHBACK BLOK X PADA PT IFISHDECO SULAWESI TENGGARA

I Gede Nata Negara¹⁾, Ricardo O. M. Hutapea²⁾

¹⁾²⁾ Jurusan Teknik Pertambangan, Faskultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan Universitas Papua
¹⁾²⁾ Jl. Gunung Salju Amban Manokwari
Email: ¹⁾gedenatanegara@gmail.com, ²⁾ricardo.hutapea@gmail.com

Abstract

Surface mine is a mining system where all the mining activities are carried out on the planet surface or on open air environment. In the open mining system there are several methods, one of which is the open pit/cut. PT. Ifishdeco is one of the mining companies engaged in nickel ore mining and applies open mining system with open pit/cut method. PT. Ifishdeco Block X pit design is carried out with the help of Surpac 6.5.1 software. The design process starts with estimating reserves using the Inverse Distance Weighting (IDW) method then using the company recommendation to design levels geometry with bench dimension of 5 m high, 6 m width, 45° slope, overall slope of $\leq 25^{\circ}$, catch bench width of 1 m and mine road width 8 m with 8% slopes. Furthermore, proceed with designing a pushback or progress of the mine based on the elevation with 5 months mining operation plan.

Keywords: *pit design, reserve, geometry, level, pushback*

Abstrak

Tambang terbuka adalah sistem penambangan yang segala kegiatan penambangannya dilakukan di atas permukaan bumi/berhubungan dengan udara luar. Dalam sistem tambang terbuka terdapat beberapa metode penambangan salah satunya ialah *open pit/cut*. PT Ifishdeco merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak dalam penambangan bijih nikel dan menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode penambangan yang digunakan ialah *open pit/cut*. Pembuatan desain *pit* yang berlokasi pada blok X PT Ifishdeco dilakukan dengan bantuan software Surpac 6.5.1 yang dimulai dengan melakukan estimasi cadangan dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) serta Geometri jenjang yang digunakan untuk merancang desain *pit* berasal dari anjuran perusahaan yaitu dengan tinggi bench 5 m, lebar bench 6 m, kemiringan single slope 45°, kemiringan *overall slope* $\leq 25^{\circ}$, lebar *catch bench* 1 m dan lebar jalan tambang sebesar 8 m dengan kemiringan 8 %. Kemudian dilanjutkan dengan membuat *pushback* atau kemajuan tambang berdasarkan elevasi yang penambangannya dilakukan selama 5 bulan.

Kata kunci : *desain pit, cadangan, geometri, jenjang, pushback*

PENDAHULUAN

Tambang terbuka adalah sistem penambangan yang segala kegiatan penambangannya dilakukan di atas permukaan bumi/berhubungan dengan udara luar. Dalam sistem tambang terbuka terdapat beberapa metode penambangan salah satunya ialah *open pit/cut*. PT. Ifishdeco merupakan salah satu perusahaan tambang yang bergerak dalam penambangan bijih nikel dan menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode penambangan yang digunakan ialah *open pit/cut*.

Lokasi penambangan terletak pada Provinsi Sulawesi Tenggara Kecamatan Tinanggea Kabupaten Konawe Selatan. Pada Blok X ini memiliki kadar yang tinggi dengan rata-rata kadar 2,62 % Ni. Pada Blok X belum dibuat rancangan desain penambangan seperti bagaimana bentuk akhir dari hasil penambangannya dan bagaimana bentuk rancangan *pushback* sebelum dilakukan kegiatan penambangan. Pembuatan rancangan desain penambangan berguna sebagai fungsi kontrol dan sebagai bahan evaluasi terhadap jalannya kegiatan penambangan. Pada Blok X ini sudah dilakukan proses penambangan dan berdasarkan observasi lapangan pada Blok ini terjadi masalah pada sistem penirisan tambang yang ditemukan adanya genangan air pada area penambangan yang dapat menghambat kegiatan produksi perusahaan. Berdasarkan masalah di atas maka perlu adanya rancangan pembuatan desain penambangan dan penirisan guna melancarkan kegiatan penambangan.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif. Menurut Sukandarrumidin (2006), metode penelitian deskriptif bertujuan untuk memberikan gambaran atau lukisan secara sistematis, faktual dan akurat mengenai fakta-fakta, sifat-sifat serta hubungan antar fenomena yang diselidiki.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi langsung dan data-data historikal dengan macam-macam data sebagai berikut:

1. Data utama berupa data topografi, data bor, data geoteknik, data curah hujan, *cut off grade*, spesifikasi alat.
2. Data penunjang berupa batas IUP, vegetasi dan gambaran umum perusahaan.

Variabel Penelitian

Variabel pengamatan pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bentuk topografi
2. Struktur geologi yang ada pada Blok X PT. Ifishdeco
3. Bentuk endapan bijih sehingga didapatkan estimasi block model
4. Curah hujan dalam pembuatan desain pit dan penirisan tambang.

Teknik Analisis Data

1. Perancangan Tambang

Rancangan tambang (*mine design*) mencakup kegiatan yang ada pada perancangan tambang, tetapi semua data dan informasi sudah rinci (pemodelan geologi, pit potensial, *pit limit*, geoteknik, *stripping ratio* dan data pendukung lainnya). Pada umumnya ada dua tingkat rancangan, yaitu rancangan konsep (*conceptual design*) dan rancangan rekayasa atau rekayasa (*engineering design*). Rancangan konsep pada umumnya digunakan untuk perhitungan teknis dan penentuan urutan kegiatan sampai tahap studi kelayakan (*feasibility study*), sedangkan rancangan rekayasa dipakai sebagai dasar acuan atau pegangan dari pelaksanaan kegiatan sebenarnya dilapangan yang meliputi rancangan batas tambang, tahapan penambangan, penjadwalan produksi dan material buangan (*waste*). Rancangan rekayasa tersebut biasanya juga diperjelas menjadi rancangan bulanan, mingguan dan harian. Suatu perancangan tambang mengacu pada beberapa parameter desain, seperti SR (*Stripping Ratio*), *pit limit*, geoteknik (beberapa geometri rancangan yang harus sesuai dengan rekomendasi geoteknik serta RAMP (*Road Acces Mining Pit*) yang digunakan di pit penambangan (*bench*) dan akan digunakan sesuai dengan kemajuan tambang.

2. Parameter Perancangan Tambang

- a. *Stripping Ratio* (SR)

Secara umum, *Stripping Ratio* (SR) didefinisikan sebagai "Perbandingan jumlah volume tanah penutup yang harus dipindahkan untuk mendapatkan 1 ton bijih".

$$SR_{\text{insitu}} = \frac{\text{Tonase Waste}}{\text{Tonase Ore}} \quad (1)$$

- b. Batas Penambangan (*Pit Limit*)

Pit limit adalah batas akhir atau paling luar dari suatu tambang terbuka yang masih diperbolehkan dengan kemiringan lereng yang masih aman. Metode untuk merancang sebuah batas tambang terbuka (*ultimate open pit*)

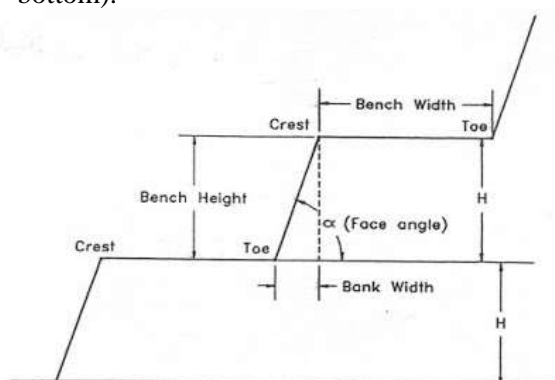
dibedakan oleh ukuran deposit, kuantitas dan kualitas data, kemampuan analisis, dan asumsi dari seorang *engineer*.

Langkah pertama untuk perencanaan jangka panjang atau pendek adalah menentukan batas dari tambang (baik terbuka maupun bawah tanah). Batas ini menunjukkan jumlah batubara yang dapat ditambang, dan jumlah material buangan (overburden) yang harus dipindahkan selama operasi penambangan berlangsung. Ukuran, geometri, dan lokasi dari tambang utama sangat penting dalam perencanaan tempat penimbunan tanah penutup (overburden), jalan masuk, *stockpile*, dan semua fasilitas lain pada tambang tersebut. Pengetahuan tambahan dari rancangan batas tambang juga berguna dalam membantu pekerjaan eksplorasi mendatang.

c. Geoteknik

Didalam kajian geoteknik untuk perancangan tambang, terdapat beberapa geometri rancangan yang harus sesuai dengan rekomendasi geoteknik, yaitu:

- Tinggi jenjang, yaitu maksimum tinggi dari jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian geoteknik sehingga jenjang menjadi stabil/aman.
- Kemiringan jenjang, yaitu sudut kemiringan jenjang yang diperbolehkan untuk didesain sesuai dengan hasil kajian geoteknik.
- Lebar *berm*, yaitu jarak antara kaki jenjang atas (toe) dengan kepala jenjang bawah (crest) yang didesain pada elevasi yang sama.
- Tinggi lereng keseluruhan (Overall Bench Height), adalah tinggi total dari jenjang dari permukaan topografi sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (pit bottom).
- Kemiringan lereng eseluruhan (Overall Slope), adalah sudut total dari jenjang sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (pit bottom).



Gambar 1. Geometri Lereng Tambang

d. RAMP (Road Acces Mining Pit)

RAMP adalah jalan yang digunakan di dalam daerah pit penambangan (bench) dan akan digunakan sesuai dengan kemajuan tambang. Untuk penentuan lebar jalan lurus dan tikungan dapat menggunakan rumus di bawah.

$$L_{min} = n \cdot Wt + (n+1) \left(\frac{1}{2} Wt \right) \tag{2}$$

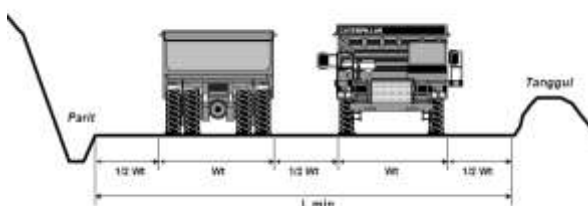
Dimana L_{min} adalah lebar jalan minimum (m), n adalah jumlah jalur dan Wt merupakan lebar *dump truck*.

$$W = n(U + Fa + Fb + Z) + C \tag{3}$$

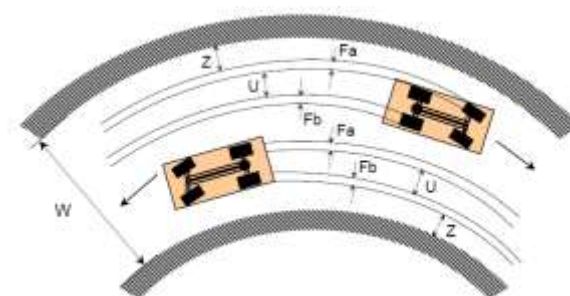
Dengan,

$$C = Z = 0,5 (U + Fa + Fb) \tag{4}$$

Dimana W adalah lebar jalan angkut pada belokan (m), U adalah lebar jejak roda (center to center tires) (m), Fa adalah lebar jantai (overhang) depan (m), Fb adalah lebar jantai belakang (m), Z adalah lebar bagian tepi jalan (m) dan C adalah jarak antara kendaraan (total lateral clearance) (m).



Gambar 2. Lebar Jalan Lurus

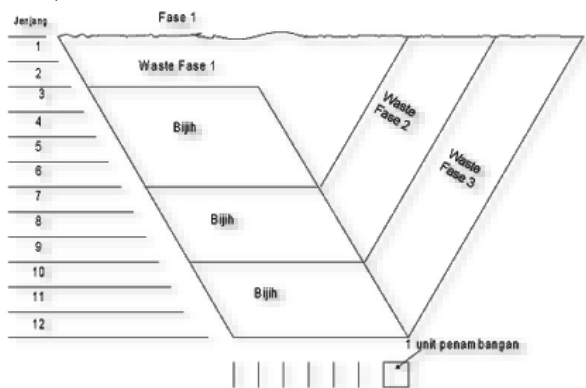


Gambar 3. Lebar Jalan Pada Tikungan

3. Design Pushback

Pushback merupakan bentuk-bentuk penambangan (mineable geometris) yang menunjukkan bagaimana suatu *Pit* akan ditambang dari titik awal masuk hingga bentuk akhir *Pit*. *Push back* disebut juga *sequence*, *phase*, *slice*, dan *stage*. Tujuan umum dari pentahapan (push back) adalah untuk membagi seluruh volume yang ada dalam

overall Pit ke dalam unit-unit Pit perencanaan yang lebih kecil, sehingga memudahkan penanganannya. Adanya *pushback* penambangan akan memudahkan perancangan tambang yang amat kompleks menjadi lebih sederhana. Dalam merancang tahapan penambangan parameter waktu harus diperhitungkan, karena waktu merupakan parameter yang sangat berpengaruh dalam suatu penjadwalan tambang (*mine scheduling*) untuk mengoptimalkan target produksi (Sulistiyana W., 2010).



Gambar 4. *Push Back* Penambangan per Fase

Kondisi Geologi

1. Geomorfologi

Berdasarkan relief, ketinggian, batuan penyusun Wilayah Kabupaten Konawe Selatan secara umum dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) satuan morfologi yaitu:

a. Satuan Perbukitan Tinanggea

Satuan ini menempati 60 % perbukitan dari lokasi blok IUP dan tersebar di beberapa lokasi yaitu daerah Palangga, Kolono, Konda, Landono serta Tinanggea yang memiliki ketinggian di atas 75 m dari permukaan air laut. Satuan ini secara umum tersusun oleh batuan dari “Malasa Sulawesi” yang tersebar di bagian utara, tengah hingga selatan. Satuan ini tertutup oleh lahan perkebunan seperti kakao, cengkeh, mente, vanili dan tanaman lainnya dan sebagian masih merupakan hutan yang bervegetasi sedang - lebat.

b. Satuan Pedataran Tinanggea

Satuan ini menempati 20 % pedataran dari lokasi blok IUP, pedataran ini tersebar cukup luas disekitar daerah Tinanggea, pesisir pantai, Kolono, Roda, Landono, Palangga, Lainea, Konda dan Ranomeeto dengan ketinggian di bawah 75 m dari permukaan air laut. Satuan morfologi pedataran dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai lahan persawahan, pertambangan, perkebunan dan pemukiman.

2. Stratigrafi dan Struktur Geologi

Stratigrafi pada PT Ifishdeco terdiri dari batugamping, batupasir perselingan Batu Lempung, zona Laterit, Serpentin dan Dunit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Desain Pit Penambangan

1. Geometri Jenjang

Untuk keamanan jenjang pada PT Ifishdeco menetapkan tinggi bench 5 m, lebar bench 6 m, kemiringan *single slope* 45 °, kemiringan *overall slope* ≤ 25° serta lebar *catch bench* 1 m.



Gambar 5. *Section Pit* dengan *Single Slope* 45°



Gambar 6. *Section Pit* dengan *Overall Slope* ≤ 26°

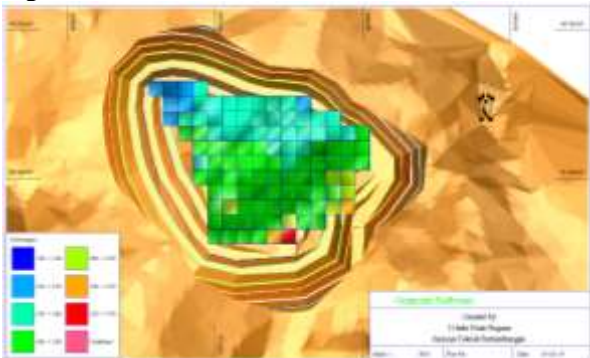
2. Geometri Jalan Angkut (*Ramp*)

Selain geometri jenjang, yang harus diperhatikan dalam suatu desain pit yaitu lebar jalan angkut. Berhubung pada PT Ifishdeco menggunakan *dumptruck* dengan merek hino yang memiliki lebar 2,46 m dan panjang 8,48 m. sehingga penentuan geometri jalan angkut yang efisien untuk kegiatan operasi produksi alat di dasarkan atas pertimbangan berikut :

$$\begin{aligned}
 L_{min} &= n \cdot Wt + (n-1) \cdot (1/2 \cdot Wt) \\
 &= 2(2,46 \text{ m}) + (2-1) \cdot (1/2 \cdot 2,46 \text{ m}) \\
 &= 4,92 \text{ m} + 1(1,23 \text{ m}) \\
 &= 6,15 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka untuk lebar jalan dapat dibulatkan sekitar 8 m dengan menambah jarak aman sekitar 0.8 m dari kiri dan kanan jalan dan juga sebagai tempat saluran

penirisan tambang serta kemiringan jalan yang digunakan sebesar 8%.



Gambar 7. Desain Pit pada Penambangan Bijih Nikel

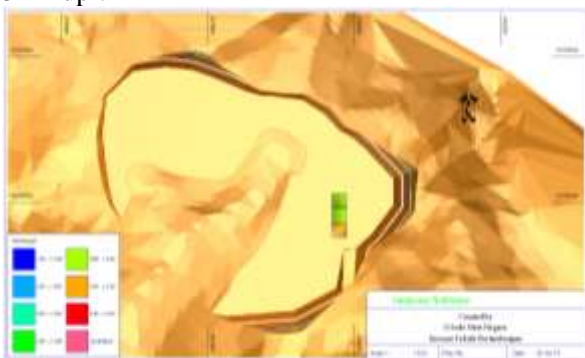
Berdasarkan hasil report *cut and fill* dari desain Pit dan Blok model cadangan didapatkan volume *overburden* sebesar 287260.47 m³ sementara volume *ore* sebesar 71100 m³ dengan demikian *Striping Ratio* 1: 4.04

Desain Pushback Penambangan

Umur tambang bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu produksi untuk menentukan umur tambang pada blok X direncanakan selama 5 bulan dengan penambangan mengikuti elevasi. *Pushback* penambangan atau disebut juga dengan kemajuan tambang merupakan bentuk – bentuk perubahan dari tahap awal *pit* sampai tahap akhir *pit* sesuai dengan yang direncanakan.

1. *Pushback* 1

Pushback 1 (tahap penambangan 1) dilakukan pada elevasi 68.966 mdpl hingga elevasi 54 mdpl.



Gambar 8. Pushback Bulan ke-1

Berdasarkan *report cut and fill* bulan 1 didapatkan volume *overburden* sebesar 87477.58 m³ dengan *ore* sebesar 450 m³ dan kadar 2.92%. pada bulan 1 direncanakan akan dilakukan pengupasan *overburden* terlebih dahulu agar memudahkan penambangan.

Tabel 1. *Report* Hasil Tambang Bulan ke-1

Ni	Volume	Tonnes	Ni
1.5 -> 1.7	0	0	0
1.7 -> 1.9	0	0	0
1.9 -> 2.1	0	0	0
2.1 -> 2.3	0	0	0
2.3 -> 2.5	0	0	0
2.5 -> 2.7	0	0	0
2.7 -> 2.9	300	495	2.85
2.9 -> 3.1	200	330	3.01
3.1 -> 3.3	0	0	0
Grand Total	500	825	2.92
Faktor Koreksi (10%)	450	742.5	2.92

2. *Pushback* 2

Pushback 2 (tahap penambangan 2) dilakukan pada elevasi 54 mdpl hingga elevasi 49 mdpl.



Gambar 9. Pushback Bulan ke-2

Berdasarkan *report cut and fill* bulan 2 didapatkan volume *overburden* sebesar 85368.69 m³ dengan *ore* yang ditambang sebesar 4680 m³ dengan kadar 2.73%.

Tabel 2. *Report* Hasil Tambang Bulan ke-2

Ni	Volume	Tonnes	Ni
1.5 -> 1.7	0	0	0
1.7 -> 1.9	0	0	0
1.9 -> 2.1	0	0	0
2.1 -> 2.3	0	0	0
2.3 -> 2.5	0	0	0
2.5 -> 2.7	1400	2310	2.65
2.7 -> 2.9	3600	5940	2.75
2.9 -> 3.1	200	330	2.91
3.1 -> 3.3	0	0	0
Grand Total	5200	8580	2.73
Faktor Koreksi (10%)	4680	7722	2.73

3. *Pushback 3*

Pushback 3 (tahap penambangan 3) dilakukan pada elevasi 49 mdpl hingga elevasi 44 mdpl.



Gambar 10. *Pushback* Bulan ke-3

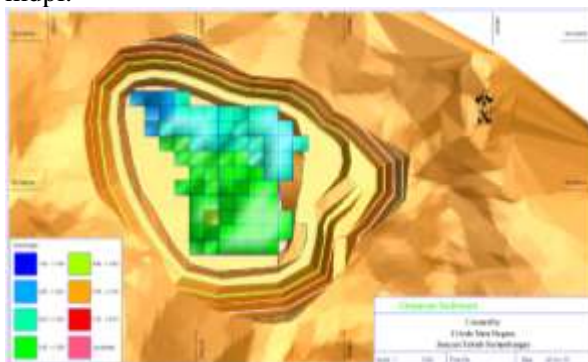
Berdasarkan *report cut and fill* bulan 3 didapatkan volume *overburden* sebesar 74691 m³ dengan *ore* yang diperoleh 13680 m³ dan kadar Ni 2.64%.

Tabel 3. *Report Hasil Tambang Bulan ke-3*

Ni	Volume	Tonnes	Ni
1.5 -> 1.7	0	0	0
1.7 -> 1.9	0	0	0
1.9 -> 2.1	0	0	0
2.1 -> 2.3	200	330	2.27
2.3 -> 2.5	3400	5610	2.44
2.5 -> 2.7	5300	8745	2.63
2.7 -> 2.9	5600	9240	2.73
2.9 -> 3.1	500	825	2.99
3.1 -> 3.3	200	330	3.17
Grand Total	15200	25080	2.64
Faktor koreksi (10%)	13680	22572	2.64

4. *Pushback 4*

Pushback 4 (tahap penambangan 4) dilakukan pada elevasi 44 mdpl hingga elevasi 39 mdpl.



Gambar 11. *Pushback* Bulan ke-4

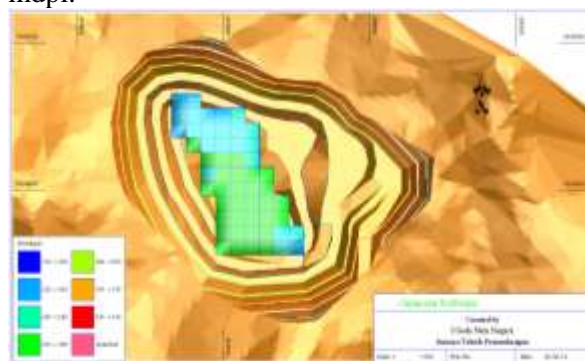
Berdasarkan *report cut and fill* bulan 4 didapatkan volume *overburden* sebesar 29709.77 m³ dengan *ore* yang diperoleh 26010 m³ dan kadar Ni 2.58%.

Tabel 4. *Report Hasil Tambang Bulan ke-4*

Ni	Volume	Tonnes	Ni
1.5 -> 1.7	0	0	0
1.7 -> 1.9	0	0	0
1.9 -> 2.1	0	0	0
2.1 -> 2.3	900	1485	2.26
2.3 -> 2.5	9600	15840	2.44
2.5 -> 2.7	14300	23595	2.64
2.7 -> 2.9	4100	6765	2.76
2.9 -> 3.1	0	0	0
3.1 -> 3.3	0	0	0
Grand Total	28900	47685	2.58
Faktor Koreksi (10%)	26010	42916.5	2.58

5. *Pushback 5*

Pushback 5 (tahap penambangan 5) dilakukan pada elevasi 39 mdpl hingga elevasi 29 mdpl.



Gambar 12. *Pushback* Bulan ke-5

Berdasarkan *report cut and fill* bulan 5 didapatkan volume *overburden* sebesar 10013.45 m³ dengan *ore* yang diperoleh 26280 m³ dan kadar Ni 2.65%.

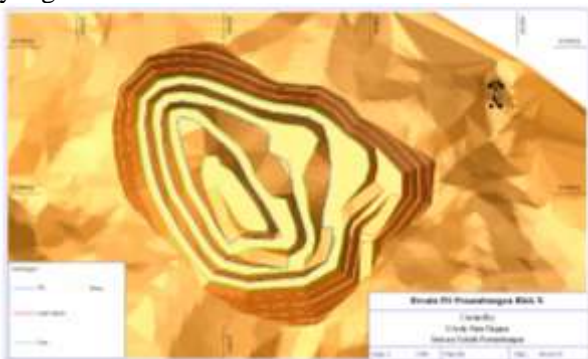
Tabel 5. *Report Hasil Tambang Bulan ke-5*

Ni	Volume	Tonnes	Ni
1.5 -> 1.7	0	0	0
1.7 -> 1.9	0	0	0
1.9 -> 2.1	0	0	0
2.1 -> 2.3	1400	2310	2.24
2.3 -> 2.5	2900	4785	2.4
2.5 -> 2.7	10800	17820	2.62
2.7 -> 2.9	14100	23265	2.77
2.9 -> 3.1	0	0	0
3.1 -> 3.3	0	0	0
Grand Total	29200	48180	2.65
Faktor Koreksi (10%)	26280	43362	2.65

Pembahasan

Desain Pit Penambangan

Dalam pembuatan desain *Pit* penambangan ada beberapa parameter yang perlu dipertimbangkan yaitu tinggi *bench*, lebar *bench*, kemiringan *single slope*, kemiringan *overall slope*, lebar *catch bench* dan lebar jalan tambang. Pada penelitian ini ada beberapa parameter yang sudah ditetapkan oleh perusahaan yaitu tinggi *bench* 5 m, lebar *bench* 6 m, kemiringan *single slope* 45°, kemiringan *overall slope* $\leq 25^\circ$, dan lebar *catch bench* 1 m. sementara untuk lebar jalan tambang sebesar 8 m yang diperoleh dari hasil perhitungan. Dalam pembuatan desain Pit terdapat beberapa kemiringan *bench* yang dibuat lebih landai hal ini bertujuan untuk menyesuaikan bentuk dari *ore* yang telah dimodelkan.



Gambar 13. Desain *Pit* Penambangan Blok X

Desain *Pushback* Penambangan

Desain *pushback* penambangan sering juga disebut dengan kemajuan tambang dimana *pushback* ini akan menampilkan bentuk rona awal sampai rona akhir penambangan. Desain *pushback* ini juga bertujuan sebagai fungsi kontrol terhadap jalannya kegiatan penambangan apakah penambangan yang telah dilakukan sesuai dengan apa yang direncanakan. Pada *pushback* Blok X ini tidak terikat terhadap target produksi perusahaan karena Blok X ini hasilnya akan digunakan sebagai pencampur (*Blending*).

Pushback pada Blok X ini direncanakan selama 5 bulan, dengan bulan ke-1 diperoleh 450 m³ dengan kadar 2,92% Ni, bulan ke-2 diperoleh 4680 m³ dengan kadar 2,73% Ni, bulan ke-3 diperoleh 13680 m³ dengan kadar 2,64% Ni, bulan ke-4 diperoleh 26010 m³ dengan kadar 2,58% Ni dan pada bulan ke-5 diperoleh 26280 m³ dengan kadar 2,65% Ni hasil ini sudah dikurangi dengan faktor koreksi 10 % (*Lose Mining*). Faktor koreksi 10 % diperoleh dari asumsi bahwa dalam setiap penambangan akan terjadi *lose mining* yang berasal dari proses pembongkaran dan pengangkutan.

KESIMPULAN

Rancangan desain pit penambangan yang akan dibuat memiliki tinggi *bench* 5 m, lebar *bench* 6 m, kemiringan *single slope* 45°, kemiringan *overall slope* $\leq 25^\circ$, lebar *catch bench* 1 m dan lebar jalan tambang sebesar 8 m dengan kemiringan 8 %.

Rancangan *pushback* direncanakan memiliki waktu 5 bulan. Pada bulan 1 volume *overburden* yang harus dikupas 87477,58 m³ dan volume *ore* sebesar 450 m³ dengan kadar Ni 2,92 %. Pada bulan 2 volume *overburden* yang harus dikupas 85368,69 m³ dan volume *ore* sebesar 4680 m³ dengan kadar Ni 2,73%. Pada bulan 3 volume *overburden* yang harus dikupas 74691 m³ dan volume *ore* sebesar 13680 m³ dengan kadar Ni 2,64 %. Pada bulan 4 volume *overburden* yang harus dikupas 29709,77 m³ dan volume *ore* sebesar 26010 m³ dengan kadar Ni 2,58 %. Dan pada bulan 5 volume *overburden* yang harus dikupas 10013,45 m³ dan volume *ore* sebesar 26280 m³ dengan kadar Ni 2,65%.

DAFTAR PUSTAKA

- Amperadi, Tri Budi dan Rahman. (2015). *Rancangan Teknis Desain Push Back Penambangan Batubara Pada Pit 1a Di Pt. Nata Energi Resources Job Site PT. Atha Marth Naha Kramo, Kabupaten Malinau, Propinsi Kalimantan Utara*, Jurnal Geologi Pertambangan, Volume 1, :17.
- Hustrulid, W. & Kuchta, M. (1995). *Open Pit Mine Planning And Design*. Netherland. AA Balkema.
- Sulistiyana, Waterman. (2010). *Perencanaan Tambang*. Yogyakarta. UPN "Veteran"
- Suwandhi, Awang. 2004. *Diktat Perencanaan Tambang Terbuka*. Bandung. Unisba