

# Rancangan Pelaksanaan Eksploitasi Nikel pada Blok X PT Paramitha Persada Tama Desa Boenaga Kecamatan Lasolo Kepulauan Kabupaten Konawe Utara Provinsi Sulawesi Tenggara

Hendri Pranata<sup>1\*</sup>, Dedi Yulhendra<sup>1\*\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*prnatahendri@gmail.com

\*\*dediyulhendra@ft.unp.ac.id

**Abstract.** PT. Paramitha Persada Tama is a company engaged in mining, especially nickel mining. PT. Paramitha Persada Tama itself has an IUP area of 175 Ha. PT. Paramitha Persada Tama conducts nickel mining with an open-pit mining system (surface mining) with the Cut and Fill method. To meet the production target of 30,000 tons/month with a Cut Of Grade (COG) value of 1.4% Ni and market demand of 1.8% Ni. The purpose of this study is to determine the amount of reserves in block X that will be exploited and how to design the stages of nickel mining in the company. From the estimation results carried out using the Inverse Distance Weight (IDW) obtained 843,975 tons of Ni. Based on the results of the Pit design that has been designed get the pit limit or the end of mining at elevation 40 masl. And alsodesign pits that have been designed shareover several stages (Sequence). The phasingdone is staging period long(long term). In the first stage, the total mined reserves are 227,370 ton and overburden unloaded was 902,085 bcm. In the second stage, the reserves amounted to 565,950 tons and the overburden unloaded was 732,415 bcm and in the third phase, the reserves amounted to 50.655 tons with an overburden volume of 110,000 bcm.

*Keyword : Mineplan, Pit Design, Reserve, IDW, Sequence*

## 1. Pendahuluan

Pertambangan merupakan serangkaian kegiatan yang memegang peranan strategis dan sangat berpengaruh terhadap banyak aspek pada suatu negara. Hasilnya yang merupakan bahan baku untuk industri lain, keterdapatannya dan sebaran yang tidak mudah untuk diestimasi serta kebutuhan akan modal yang sangat tinggi menjadikan industri pertambangan memegang peranan vital bagi arus ekonomi dan bisnis, baik dalam lingkup regional maupun internasional.

Kualitas kadar bijih nikel yang terdapat di Indonesia pada umumnya cukup untuk memenuhi standar suatu pasar baik di Indonesia maupun di negara-negara lain, dan penyebaran bijih nikel tersebar luas di daerah Indonesia Timur, khususnya pulau Sulawesi. Keterdapatannya bijih nikel di Desa Boenaga, Kecamatan Lasolo Kepulauan, Kabupaten Konawe Utara membuat beberapa perusahaan pertambangan ingin melakukan penambangan di daerah tersebut, salah satunya PT. Paramitha Persada Tama.

PT. Paramitha Persada Tama merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan khususnya pertambangan nikel. PT. Paramitha Persada Tama sendiri memiliki luasan IUP sebesar 175 Ha dan dibagi atas beberapa bagian atau blok-blok. Untuk saat ini, PT. Paramitha Persada Tama sedang melakukan

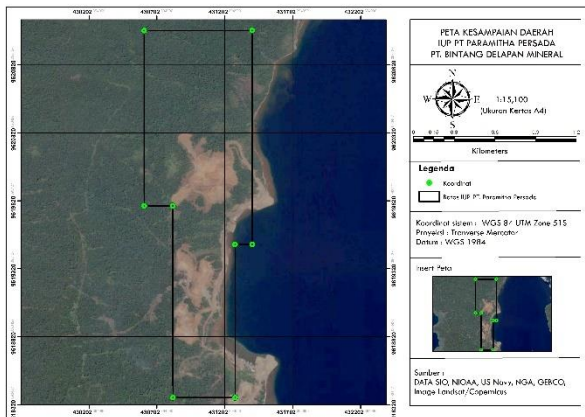
proses penambangan pada blok XX dan akan segera melakukan penambangan pada blok X.

Rancangan pelaksanaan eksploitasi di blok X membutuhkan perhitungan dan perencanaan yang tepat agar tercapainya target produksi serta tidak terjadi *overestimated* terhadap nilai ekonomis suatu kegiatan penambangan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan perhitungan sumberdaya untuk mengetahui jumlah dan sebaran cadangan Nikel serta rancangan desain pit penambangan yang efektif dan efisien.

PT. Paramitha Persada Tama melakukan penambangan nikel dengan sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *Set Cast*. Untuk memenuhi target produksi 40.000 ton/bulan dengan nilai *Cut Of Grade (COG)* 1.4% Ni dan permintaan pasar sebesar 1.8% Ni serta untuk memaksimalkan penambangan, maka diperlukan perhitungan dan perancangan desain pit dalam memenuhi target produksi sehingga memudahkan dalam proses penambangan dan memaksimalkan bijih yang akan ditambang.

## 2. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dan dilaksanakan di PT. Paramitha Persada Tama, Desa Boenaga, Kecamatan Lasolo Kepulauan, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi penelitian bisa dilihat pada gambar 1.



Sumber: Modifikasi PT Paramitha Persada Tama

Gambar 1. Peta lokasi PT. Paramitha Persada Tama

### 3. Teori Dasar

#### 3.1 Metode Invers Distance Weighting (IDW)

Metode *inverse distance weighting* (IDW) adalah salah satu dari metode penaksiran dengan pendekatan blok model yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode ini biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Pemilihan nilai pada *power* sangat mempengaruhi hasil interpolasi. Nilai *power* yang tinggi akan memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi *nearest neighbor* dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data *point* terdekat.

Untuk mendapatkan hasil yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal. Jika sampelnya agak jarang dan tidak merata, hasilnya kemungkinan besar tidak sesuai dengan yang diinginkan (Rafsanjani dkk,2016). Adapun persamaan metode *inverse distance weighting* adalah:

$$WJ = \frac{1}{d_i^n} \quad (1)$$

Keterangan :

WJ = bobot yang ditaksir

di = jarak

n = Pangkat

#### 2.2. Perencanaan Tambang

Rancangan (*design*) adalah penentuan persyaratan, spesifikasi dan kriteria teknik yang rinci dan pasti untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan serta urutan teknis pelaksanaannya. Di Industri pertambangan juga dikenal rancangan tambang (*mine design*) yang

mencakup pula kegiatan-kegiatan seperti yang ada pada perencanaan tambang, tetapi semua data dan informasinya sudah rinci (pemodelan geologi, *pit* potensial, *pit limit*, geoteknik, *stripping ratio*, dan data pendukung lainnya).

Perencanaan tambang merupakan suatu rancangan tambang untuk mencapai batas akhir penambangan dalam jangka waktu tertentu secara aman dan menguntungkan. Dimana di dalamnya mencakup penjadwalan produksi dan rancangan tahapan desain penambangan tahunan/bulanan. Sehingga perencanaan tambang memiliki tujuan membuat suatu rencana produksi tambang untuk menghasilkan tingkat produksi yang telah ditentukan (Adnannst dkk, 2015).

#### 2.3. Sistem Tambang Terbuka

Sistem penambangan terbuka didefinisikan sebagai penggalian yang dimulai dari seluruh permukaan awal alam dan tidak memerlukan pembangunan terowongan (*tunnel*) atau *shaft*. Kebanyakan, model mineralisasi akan berdampak pada metode penambangan permukaan, terutama karakter dan ketebalan lapisan penutup / *overburden*. (Darling, 2011)

Sistem tambang terbuka akan menyebabkan perubahan rona atau bentuk topografi suatu daerah menjadi sebuah *front* penambangan. Tambang terbuka menghasilkan ekstraksi mineralisasi yang dilakukan pada dengan metode panambangan di permukaan tanah, dimana dapat dilakukan ekstraksi mekanis ataupun secara *aqueous extraction*. Ada juga tipe detail yang digunakan dalam tambang terbuka, namun hanya dilakukan dengan beberapa teknik saja dan lebih mudah dipahami.

Berdasarkan hal tersebut, ada empat ekstraksi mekanis utama dalam metode penambangan untuk mendapatkan mineral pada tambang terbuka:

- Metode *open-pit*
- Metode *strip (open cast) mine*
- Metode *quarry mine*
- Metode *auger mine*

Pembagian metode ekstraksi mekanik jelas memiliki keterkaitan dengan komoditas yang ditambang. Metode *open pit* digunakan pada penambangan logam dan intan. *Quarry mine* difokuskan pada insdutri mineral dan batuan, serta metodec *strip mine* dan *auger mine* adalah metode yang sering diterapkan pada endapan batu bara.

Metode *open pit* dan *strip mine* adalah dua metode penambangan permukaan yang paling dominan di dunia, terhitung sekitar 90% dari total tonase mineral di tambang terbuka. Keuntungan dan kerugian dari satu jenis penambangan permukaan dibandingkan yang lain, sering terkait dengan peralatan yang digunakan dan biaya serta manfaat terkait yang berasal dari penggunaannya.

#### 2.4. Umur Tambang

Umur tambang (*life of mine, mine life* ) adalah waktu yang dihitung dari jumlah cadangan dibagi dengan produksi tambang per tahun. Umur tambang sangat dipengaruhi oleh jumlah cadangan yang bisa ditambang

dan tingkat produksi per tahun. Perhitungan umur tambang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Umur Tambang (tahun)} = \frac{\text{cadangan (ton)}}{\text{Produksi (ton/tahun)}} \quad (2)$$

Umur tambang dibuat tidak terlalu cepat ataupun terlalu lama, tergantung dari kemampuan perusahaan dalam menentukan tingkat produksi. Terlalu rendah tingkat produksi berarti keuntungan yang diperoleh akan lama (balik modalnya akan terhitung lama), sedangkan terlalu tinggi tingkat produksinya maka biaya investasi bisa terlalu besar sehingga kemungkinan kemampuan keuangan perusahaan tidak akan sanggup mengatasi (Hustrulid dkk., 2013).

## 2.5. Parameter Desain Pit Penambangan

Proses desain penambangan lebih mengarah pada pertimbangan hasil nilai kadar yang diperoleh pada masing-masing pemboran untuk melakukan penaksiran kedalaman lapisan *ore* sehingga rancangan desain *pit* dilakukan bukan hanya berdasarkan pada kedalaman lapisan namun ukuran jarak antar titik bor. Ketentuan dalam membuat rancangan *pushback pit* penambangan dengan metode *panel*, *strip* dan *block* menurut Hustrulid dkk., (2013) adalah:

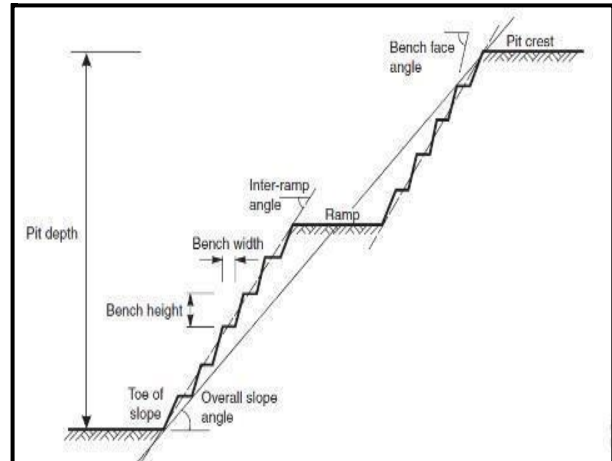
- Penentuan *design pit* total (*ultimate pit limit*).
- Pentahapan penambangan (*sequence pit*) mengacu pada *stripping ratio* dan target tonase produksi, kecenderungan yang digunakan adalah mengacu kepada keseragaman *stripping ratio*, target tonase dan perubahan yang beraturan.
- Pembentukan desain *pushback*. Hal yang harus diperhatikan adalah lebar jenjang kerja minimal, *slope* dan ketinggian jenjang serta lebar jalan. Lebar *pushback* sangat ditentukan oleh ukuran unit operasi yang dipergunakan.

Rancangan *pushback*/tahapan penambangan dalam metode cebakan bijih yang perlu diperhatikan yaitu sebagai berikut:

- Peta penampang horizontal tampak atas (*plan / level map*) memperlihatkan bentuk *pit* pada akhir tiap tahap dengan ditandai setiap perubahannya.
- Peta penampang horizontal yang menunjukkan batas seluruh *pushback* pada satu atau dua elevasi jenjang.
- Peta penampang vertikal tampak samping yang menunjukkan geometri seluruh *pushback*.

## 2.6. Geometri Jenjang

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam membuat rancangan desain *pushback pit* tambang adalah geometri jenjang termasuk di dalamnya kemiringan lereng (*slope*), lebar jenjang (*bench width*, *berm*), tinggi jenjang (*bench height*), dan jalan masuk untuk operasional (*ramp*) dan dapat dilihat pada gambar 1 untuk hubungan antar sudut *pit*. *Pit limit* merupakan batas akhir dari penambangan yang dipengaruhi oleh parameter SR (*Stripping Ratio*), geoteknik (kemantapan lereng) dan kondisi geologi *ore* (Hustrulid dkk., 2013).



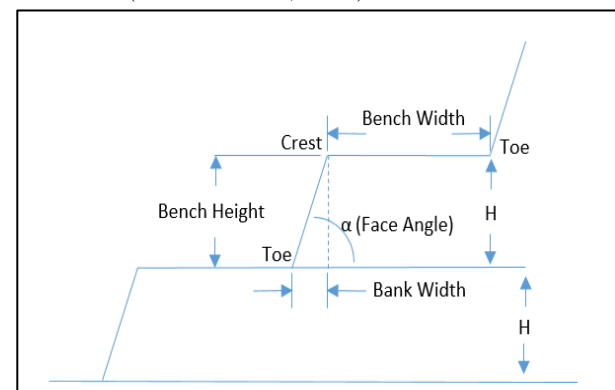
Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

**Gambar 2.** Hubungan sudut pada metode penambangan open pit antara overall slope angle, inter-ramp angle, dan bench face angle

Komponen dasar pada *open pit* adalah jenjang. Beberapa bagian-bagian jenjang adalah sebagai berikut :

### 2.6.1 Crest dan toe

*Crest* dan *toe* merupakan salah satu komponen geometri jenjang dalam pembuatan desain *pit* penambangan. *Crest* adalah titik tertinggi pada suatu jenjang / penampang suatu antiklin yang merupakan titik singgung dengan garis horizontal. Sedangkan *toe* adalah batas bagian bawah/kaki/dasar suatu jenjang penampang. Bagian-bagian jenjang dapat dilihat pada Gambar 3 (Hustrulid dkk., 2013).



Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

**Gambar 3.** Bagian-bagian Jenjang

### 2.6.2 Tinggi Jenjang

Kemiringan jenjang tergantung dari kandungan air material. Material kering biasanya memungkinkan kemiringan jenjang lebih besar, umumnya tinggi jenjang berkisar antara 12 – 15 m. Ukuran tinggi jenjang berdasarkan Hustrulid dkk., (2013) pada endapan mineral dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L = L_m \times SF \quad (3)$$

Keterangan :

L : Tinggi jenjang (m)

$L_m$  : Maksimum *cutting/dumping height* dan tinggi alat muat (m)

SF : *Swell Factor*

2.6.3 Lebar Jenjang

Menurut L., Shevyakov (2009) ukuran dimensi lebar jenjang pada tipe material lunak dapat dilihat pada persamaan 5 berikut ini :

$$B = N + L + L1 + L2 \quad (4)$$

Keterangan :

B : Lebar jenjang (m)

N : Lebar yang dibutuhkan untuk material yang runtuh (m)

L : Jarak antar sisi jenjang (*bench*) (m)

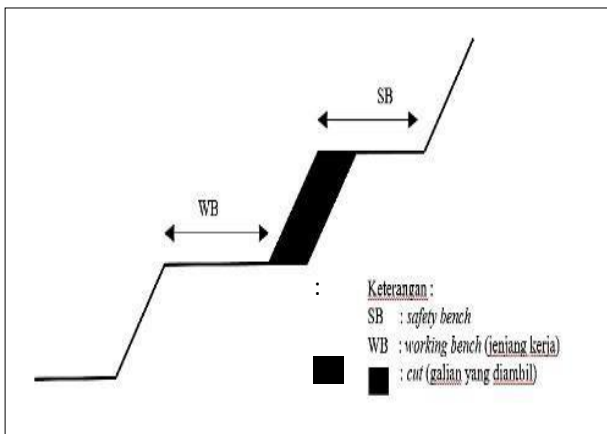
L1 : Lebar alat angkut (m)

L2 : Jarak untuk menjaga agar tidak longsor (m)

2.6.4 Jenjang Kerja

Permukaan jenjang yang tersingkap paling bawah disebut dasar jenjang (*catch bench*), lebarnya adalah jarak antara *crest* dan *toe* yang diukur sepanjang permukaan jenjang bagian atas. Lebar jenjang adalah proyeksi horizontal dari muka kerja. Jenjang kerja adalah suatu jenjang dimana dilakukan proses penambangan. Lebar yang digali dari jenjang kerja disebut *cut*. (Hustrulid dkk., 2013).

Menurut Darling (2011), beberapa jenjang dapat dikerjakan secara bersamaan pada elevasi berbeda. Tinggi jenjang adalah jarak vertikal antara titik tertinggi (*crest*) dan terendah (*toe*). Kemiringan jenjang (*bench slope*) adalah sudut antara garis *horizontal* dan garis muka jenjang, biasanya dinyatakan dalam derajat (°).



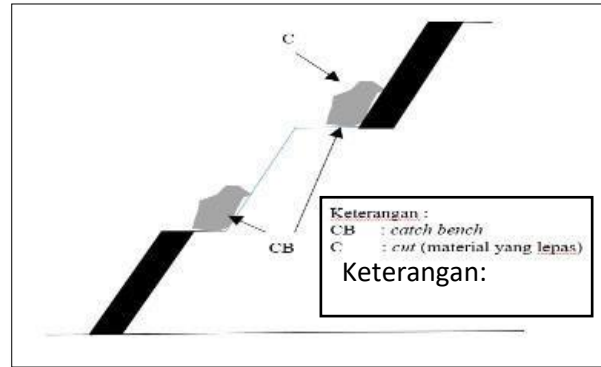
Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

Gambar 4. Working bench dan safety bench

2.6.5 Jenjang Penangkap (*catch bench*)

Muka jenjang biasanya dibuat pada penambangan, setajal mungkin dengan harapan dapat menahan runtuh batuan pada ukuran jenjang yang telah diskalakan. Pengembangan jenjang penangkap (*catch bench*) di lereng tambang diperlukan di daerah-daerah yang rawan terjadi *failure* (runtuhan), jika dirancang

dengan benar, akan mencegah teradinya runtuh dari bagian atas lereng *pit* ke wilayah-wilayah kerja tempat dan peralatan berada (Darling, 2011).



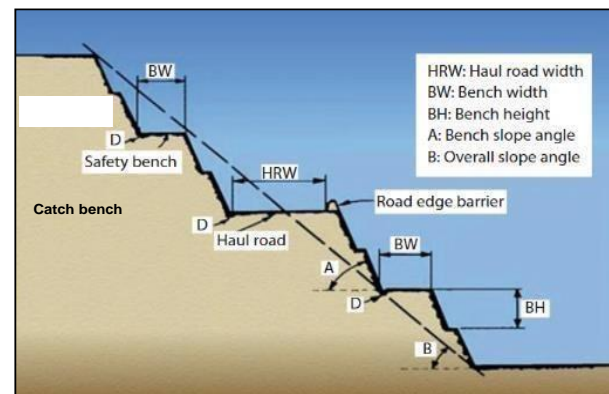
Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

Gambar 5. Jenjang Penangkap (*catch bench*)

2.7. Geometri Kemiringan Lereng

Sudut lereng antar jalan (*inter-ramp slope angle*) adalah sudut lereng gabungan beberapa jenjang diantara dua jalan angkut. Penetapan sudut lereng jenjang tunggal (*face angle*) dan lebar jenjang penangkap (*catch bench*) berdasarkan sudut lereng antar jalan tersebut. Sudut lereng keseluruhan (*overall slope angle*) adalah sudut yang sebenarnya dari dinding *pit* keseluruhan, dengan memperhitungkan lebar jalan angkut, jenjang penangkap dan semua profil lain di *pit wall*.

Kemiringan lereng (*slope*) sangat penting dalam pembuatan rancangan tambang, sangat berpengaruh terhadap besarnya *stripping ratio*, semakin landai lereng semakin banyak material yang harus dikupas, ini berarti *stripping ratio* semakin besar. Bagian – bagian dalam geometri lereng tambang dapat dilihat pada Gambar 6 (Hustrulid dkk., 2013).



Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

Gambar 6. Bagian dalam geometri lereng tambang

2.8. Ramp (*Road Access Mining Road*)

*Ramp* adalah jalan yang digunakan di dalam daerah *pit* penambangan (*bench*) dan akan digunakan sesuai dengan arah kemajuan penambangan. Berikut adalah parameter pembuatan desain *ramp* berdasarkan Hustrulid dkk., (2013)

- a. Lebar *berm*, yaitu jarak antara kaki lereng atas (*toe*) dengan kepala lereng bawah (*crest*) yang didesain

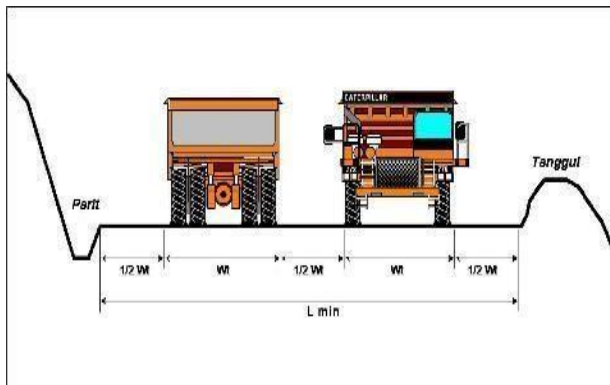
- pada elevasi yang sama.
- b. Tinggi lereng keseluruhan (*overall slope height*), adalah tinggi total dari lereng dari permukaan topografi sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).
- c. Kermiringan lereng keseluruhan (*overall slope*), adalah sudut total dari lereng sampai kedalaman terbawah dari desain tambang (*pit bottom*).

Lebar *ramp* didesain berdasarkan perhitungan geometri jalan menurut Hustrulid dkk., (2013) pada persamaan berikut :

$$L_{min} = n \times W_t + (n + 1) \times \left(\frac{1}{2} \times W_t\right) \quad (5)$$

Keterangan :

- $L_{min}$  = Lebar minimum jalan tambang (*ramp*) (m)
- N = Jumlah jalur
- $W_t$  = Lebar *dump truck* (m)

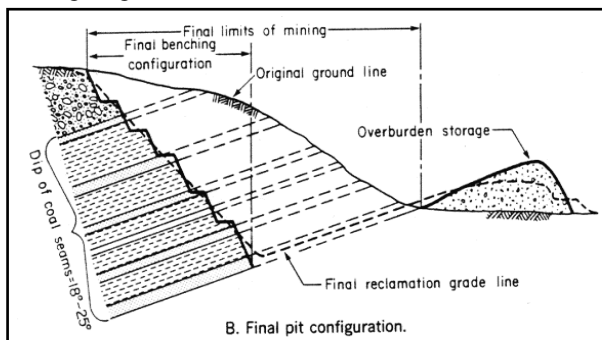


Sumber : Bullock., 2018

**Gambar 7.** Bagian dalam geometri lereng tambang

**2.9. Ultimate Pit Limit**

Untuk merancang sebuah batas tambang terbuka disebut *ultimate open pit*, metodenya dibedakan oleh ukuran deposit, kuantitas dan kualitas data kemampuan analisis, dan asumsi dari seorang *engineer* tersebut. Batas ini menunjukkan jumlah ore yang dapat ditambang dan jumlah material buangan (*overburden*) yang harus dipindahkan selama operasi penambangan berlangsung.



Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

**Gambar 8.** Batasan penambangan pada tambang terbuka

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.

Salah satu cara menggambarkan efisiensi geometri (*geometrical efficiency*) dalam kegiatan penambangan adalah dengan istilah "*Stripping ratio*" atau nisbah pengupasan. *Stripping Ratio* (SR) menunjukkan jumlah *overburden* yang harus dipindahkan untuk memperoleh sejumlah batubara yang diinginkan. Dari nilai *stripping ratio* yang diperoleh dan dibandingkan dengan nilai BESR (*Break Even Stripping Ratio*) yang telah dihitung sebelumnya, maka akan diperoleh bahwa secara teknis batasan kegiatan penambangan dalam *pit* adalah sampai nilai BESR yang dicapai dalam perhitungan *stripping ratio* (Purwaningsih, 2017).

Pengupasan material *waste* dan *overburden* untuk memperoleh bijih dikenal sebagai pengupasan / *stripping*. Oleh karena itu, *stripping ratio* (kunci utama untuk perusahaan pertambangan dan hampir secara *universal* digunakan) merupakan merepresentasikan jumlah material yang tidak ekonomis atau *waste* yang harus dibuang untuk mengekstrak satu unit / (ukuran volume atau ton) bijih. Rasio umumnya dinyatakan sebagai meter kubik / meter kubik, ton / ton, atau bahkan dalam meter kubik / ton untuk beberapa mineral. Jika *waste* dan bijih memiliki kerapatan yang sama untuk memperkirakan rasio pengupasan dalam meter kubik / meter kubik atau ton / ton (Revueita, 2018).

Salah satu cara untuk menguraikan secara geometri *pushback* dengan efisien dalam sebuah produksi penambangan menggunakan "*stripping ratio*". Ini menunjukkan jumlah dari *waste* yang harus dipindahkan dan jumlah secara kuantitas *ore* yang akan ditambang. *Ratio* atau perumusan berdasarkan Hustrulid dkk., (2013) untuk perhitungan *stripping ratio* terlihat pada persamaan berikut :

$$stripping\ ratio = \frac{waste\ (bcm)}{ore\ (ton)} \quad (6)$$

**2.10. Konsep Model Blok**

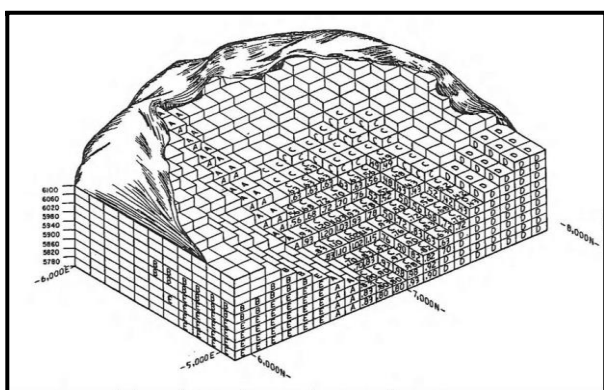
Permodelan dan penaksiran sumberdaya mineral secara komputer didasarkan pada kerangka model blok. Ukuran blok merupakan fungsi geometri mineralisasi di daerah penelitian dan sistem penambangan yang akan digunakan. Sketsa model blok 3D. Variabel yang diperlukan untuk pemodelan adalah topografi daerah penelitian (topo), informasi geologi, kadar mineral, jenis batuan (*rock*), masa jenis (*density*), persentase blok sebagai bagian bijih (% *ore*), dan tonase setiap blok.

Model blok adalah model komputer yang membagi cebakan bijih menjadi blok-blok yang seragam. Permodelan dan penaksiran sumberdaya mineral secara komputer didasarkan pada kerangka model blok. Model berbentuk balok dengan dimensi tertentu yang diperoleh dari data lubang bor. Blok memberi informasi yang diperoleh dari data lubang bor, seperti kadar logam, tipe batuan, *density*, dan nilai blok.

Blok umumnya berbentuk balok dengan panjang sisi  $\frac{1}{2}$  sampai  $\frac{1}{3}$  jarak lubang bor. Blok dapat berukuran 25 x 25 x 1 meter.

Model blok adalah sebuah bentuk referensi database spasial yang menyediakan sarana untuk pemodelan tubuh 3D dari titik dan interval data seperti data sampel *drillhole*. Model blok terdiri dari nilai interpolasi pengukuran yang benar. Model blok menyediakan metode estimasi volume, tonase, dan nilai rata-rata dari tubuh 3D dari data lubang bor.

Pusat dari setiap blok mendefinisikan dimensi geometris di setiap sumbu, yaitu koordinat, Y, X, dan Z. Setiap blok berisi atribut untuk masing-masing properti yang akan dimodelkan. Properti atau atribut mungkin berisi nilai *string numerik* atau karakter. Blok dari berbagai ukuran ditentukan oleh pengguna setelah model blok dibuat.



Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

**Gambar 9.** Tampilan 3D blok matriks

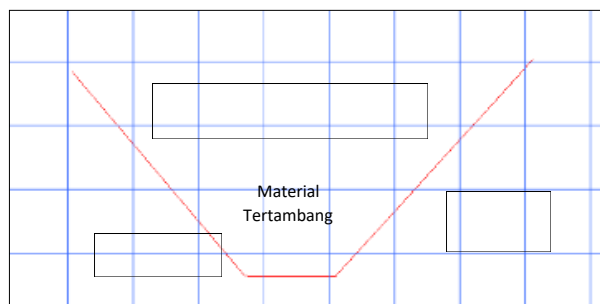
## 2.11. Batas Penambangan (*Pit Limit*)

Batas *pit* / *pit limit* secara jelas memberikan ukuran umur tambang. *Pit limit* pada metode *open pit* harus ditetapkan berdasarkan tahap perencanaan (*pushback*) dan jumlah mineralisasi yang ditambang, kandungan logam, dan jumlah *waste*. Istilah serupa lainnya untuk konsep ini adalah garis besar *pit* atau kontur *pit*.

*Pit* adalah lubang tambang, kuari, atau penggalian yang dikerjakan dengan metode tambang terbuka untuk memperoleh bahan galian berharga. Perancangan *open pit* dilakukan dalam beberapa tahap yang secara teknis terdiri atas perencanaan atau pengaturan rencana alternatif, diikuti dengan evaluasi dan pemilihan rencana optimum. Rancangan batas *pit* tergantung faktor-faktor yang umumnya tidak dapat diatur oleh perancang batas-batas geometri badan bijih, sebaran bijih dalam badan bijih, topografi, sudut lereng maksimum yang aman, dan sebagainya sementara ekonomi rencana penambangan tergantung penentuan rasio penambangan, laju produksi, peralatan, dan hal lainnya yang dapat ditentukan perancang (Hustrulid dkk., 2013).

Desain *pit limit* dapat dilihat pada Gambar 9, dimana tergantung pada analisis awal yang terdiri dari beberapa hal berikut ini:

- Model tubuh bijih dimana *deposit* didiskritisasi ke dalam grid blok, yang masing-masing terdiri dari volume material dan sifat mineral yang sesuai
- Nilai setiap blok, yang ditentukan dengan membandingkan harga pasar bijih dengan biaya ekstraksi dan pengolahan
- Model geometrik dari *deposit*. Model blok yang diproduksi dalam berbagai cara tergantung pada struktur tubuh bijih. Model blok ini dapat mempertimbangkan jutaan blok berdasarkan ukuran badan bijih / endapan (Newman dkk., 2010).



Sumber : Hustrulid Dkk., 2013

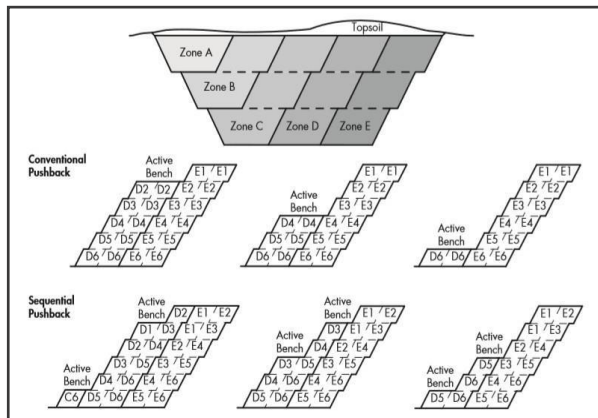
**Gambar 10.** *Pit limit* pada superposisi mineral

## 4. Sequence Penambangan (*Mine Sequence*)

*Mine sequence* merupakan bentuk-bentuk penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu *pit* akan ditambang dari titik awal masuk hingga bentuk akhir *pit*. *Mine sequence* disebut juga *phase*, *slice*, *stage*, dan *pushback*.

Tujuan umum dari *mining sequence* adalah untuk membagi seluruh volume yang ada dalam *pit* ke dalam unit-unit perencanaan yang lebih kecil sehingga mudah ditangani. Adanya *mine sequence* yang direncanakan dengan baik akan memudahkan perancangan tambang yang amat kompleks menjadi lebih sederhana. Penentuan *sequence* atau urutan dalam penambangan ditentukan berdasarkan target produksi yang ingin dicapai dalam waktu tertentu biasa tiap bulan. Hal yang menjadi penentuan dalam menentukan *sequence* adalah kadar persen rata-rata Ni berdasarkan total dari *tonnase* yang diinginkan untuk ditambang dengan menggunakan metode *block model*.

Parameter waktu perlu untuk diperhitungkan dalam perancangan *pushback* karena waktu merupakan parameter yang sangat berpengaruh. Tahapan-tahapan penambangan yang dirancang secara baik akan memberikan akses ke semua daerah kerja dan menyediakan ruang kerja yang cukup untuk operasi peralatan kerja tambang. Ada beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam merencanakan suatu *pushback*, seperti faktor geologi, geoteknik, desain jalan angkut, ekonomi, pemilihan alat berat, hidrologi, target produksi, dan masalah lingkungan (Reza, 2018).



Sumber: Reza, dkk, 2018

Gambar 11. Pushback penambangan

### 3 Metodologi Penelitian

#### 3.1 Jenis Penelitian

Secara umum penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, dengan metode *field research* untuk mencapai tujuan deskriptif. Tujuan penelitian deskriptif disini menyajikan estimasi perhitungan sumberdaya dan menjelaskan *design* rancangan penambangan.

#### 3.2 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini dibagi atas beberapa tahapan pengambilan data. Adapun tahapan dalam pengambilan data pada penelitian ini yaitu tahap studi literatur, tahap pengambilan dan pengumpulan data, serta tahap pengolahan dan analisa data, sebagai berikut:

##### 3.2.1 Studi Literatur

Pada tahapan ini yaitu lebih kepada pendalaman materi yang akan di gunakan dalam penelitian ini. Literatur tentang kondisi geologi lokal daerah penelitian serta hal hal yang terkait dengan nikel laterit. Pada tahap ini juga di lakukan pendalaman tentang hal-hal yang di butuhkan dalam menghitung sumberdaya dan perancangan design pit

##### 3.2.2 Pengamatan Lapangan

Pengamatan lapangan pada tahap ini dilakukan dengan observasi daerah penelitian terhadap kondisi geologi lokal lokasi penelitian serta melakukan pengumpulan data yang menunjang kegiatan penelitian.

##### 3.2.3 Pengambilan dan Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan setelah mempelajari literatur dan orientasi lapangan. Data yang diambil berupa data sekunder. data sekunder didapat dari literatur perusahaan atau laporan perusahaan. Dalam menyelesaikan penelitian ini penulis mengambil data antara lain :

- Data litologi, yaitu berupa data profil nikel laterit titik bor.
- Data assay, merupakan data hasil analisa kadar nikel.

- Data collar, merupakan data koordinat serta elevasi titik bor.
- Data survey, adalah data total kedalaman titik bor
- Data Topografi merupakan data kontur IUP Perusahaan
- Nilai COG merupakan nilai minimal kadar nikel yang akan di tambang
- Data rekomendasi geometri jenjang merupakan data atau batas maksimal daam pembuatan jenjang yang berguna dalam pembuatan design pit.

#### 3.2.4 Pengolahan Data

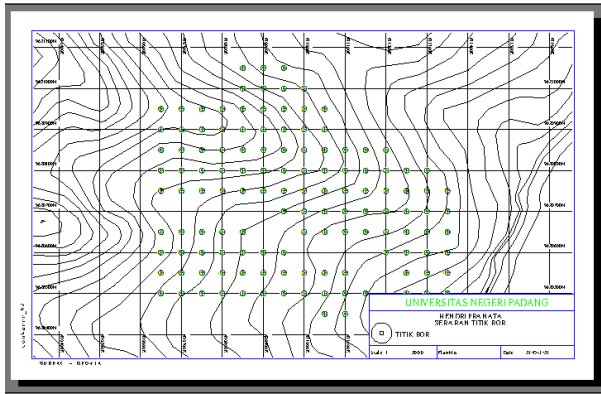
Pengolahan data dilakukan setelah data yang menunjang untuk penyelesaian penelitian ini terkumpul. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan cara membuat desain pit pada blok X di PT. Paramitha Persada Tama dengan mempertimbangkan faktor teknis dan ekonomis agar perencanaan tambang menjadi lebih efisien. Adapun pengolahan dan analisa data pada daerah penelitian ini yaitu :

- Mengolah data topografi untuk melihat kontur daerah yang akan di tambang dan untuk memastikan daerah tersebut adalah daerah penyebaran nikel laterit
- Mengolah data bor yaitu *assay, collar, survei dan lithologi* untuk memunculkan *display* dari titik bor menggunakan software *surpac 6.6.2*
- Mengolah data titik bor yang telah berbentuk lubang bor dan telah jelas zona pada lubang bornya menjadi block model menggunakan *surpac 6.6.2*
- Melakukan analisis perhitungan cadangan tertambang dilakukan dengan mengestimasi cadangan yang tertambangan berdasarkan *pit limit* terhadap cadangan total yang ada. Analisis perhitungan cadangan tertambang ini menggunakan bantuan software *Surpac 6.6.2* dengan acuan data *cut off grade (COG)*
- Pembuatan desain *pit limit* penambangan menggunakan software *Surpac 6.6.2* Kemudian untuk membuat desain *pit* dimulai dari sebaran bijih terendah yang akan menjadi *pit limitnya*. Pembuatan desain dimulai dari batas kedalaman minimum sampai batas atas maksimum yang telah ditentukan.
- Pembuatan pentahapan penambangan dengan mempertimbangkan target produksi dan kondisi di topografi lubang bukaan pit yang akan di lakukan. Tahapan bukaan yang dilakukan adalah tahapan longterm yang di jadwalkan melalui target pertahun untuk menunjang batasan selama penambangan agar tidak terjadinya pelebaran penambangan

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Perencanaan Tambang

PT. Paramitha Persada Tama memiliki 4 blok penambangan dan akan merencanakan pembukaan tambang pada blok X yang telah dilakukan pengeboran eksplorasi sebanyak 137 titik dengan jarak interval 50 meter. Penentuan titik pengeboran yang dilakukan oleh perusahaan berdasarkan eksplorasi awal pada blok X dengan sebaran titik bor yang dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12.** Sebaran Titik Lubang Bor

Perencanaan tambang adalah suatu usaha yang dibutuhkan dalam memulai suatu proses penambangan. Oleh sebab itu dibutuhkan perhitungan dan kesiapan yang matang dalam melaksanakan perencanaan tambang agar tidak terjadi *over* estimasi sumberdaya yang menyebabkan kerugian pada perusahaan tambang. Tujuan yang ingin dicapai dalam perencanaan yang dilakukan oleh penulis adalah menghitung sumberdaya, pembuatan pit desain dan penjadwalan penambangan.

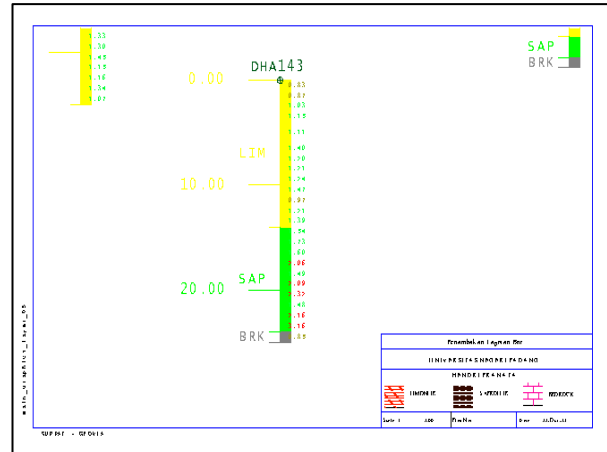
Bentuk perlapisan endapan nikel laterit umumnya mengikuti bentuk dari keadaan morfologinya. Pada blok X PT. Paramitha Persada Tama memiliki geomorfologi berupa bukit melereng. Secara umum, model dan sebaran badan bijih menyebar secara tidak merata pada punggung bukit yang menyebabkan kadar bijih yang tidak merata. Lapisan badan bijih nikel laterit di daerah blok X terdiri atas *top soil*, limonit, saprolit (*ore*) dan *bedrock*.

#### 4.2 Sebaran biji nikel dan model endapan biji nikel laterit

Hasil eksplorasi yang dilakukan oleh PT. Paramitha Persada Tama pada blok X menggunakan pengeboran (*drilling*) pada titik-titik lokasi yang telah dilakukan eksplorasi awal sebelumnya, didapatkan hasil pengujian kadar yang sesuai batas minimum kadar (*break even cut of grade*) yang ditetapkan oleh perusahaan dan ekonomis jika dilanjutkan ke tahapan eksploitasi.

Nilai kadar dari suatu endapan pada satu lubang bor dengan lubang bor lainnya sangat bervariasi, ini terjadi di karenakan pengkayaan (*supergen*) unsur NI berbeda-beda tergantung oleh proses laterisasi lapisan tersebut.

Adapun yang mempengaruhi proses laterisasi pada tiap lapisan yaitu morfologi daerah dan curah hujannya. Berdasarkan data lubang bor dapat diketahui koordinat titik, bentuk sebaran badan bijih nikel laterit, kedalaman lubang, jumlah kadar dan perlapisan geologi dari tiap lubang bor tersebut. Kenampakan lubang bor dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 13.** Penampakan Lapisan Bor

Perlapisan geologi pada blok X terdiri dari endapan limonit yang merupakan endapan paling atas dan ini juga merupakan *overburden* (*OB*) yang nantinya akan di pindahkan ke tempat penampungan atau disposal. Setelah itu ada lapisan saprolite di lapisan inilah keterdapatan ore nikel yang sangat berharga nilainya. Namun tidak semua lapisan saprolite bisa di tambang, hanya saprolite yang memiliki kadar tinggi yang memenuhi syarat lah yang akan diambil dan dijual. *COG* (*cut off grade*) nikel yang ditentukan oleh PT Paramitha Persada Tama adalah NI 1,40%.

Lapisan geologi pada nikel laterit pada umumnya ada tiga lapisan yaitu limonite, saprolite dan bedrock. Pada lapisan limonite keterdapatan nikel laterit tidak memenuhi cog yang oleh perusahaan. Dan pada lapisan saprolite lah keterdapatan kadar nikel nya cukup tinggi dan pada lapisan ini juga akan di eksploitasi keterdapatan ore yang akan di jual. Lalu ada lapisan bedrock yang masih massif dan belum terlaterisasi dan sangat rendah kadar nikel yang ada.

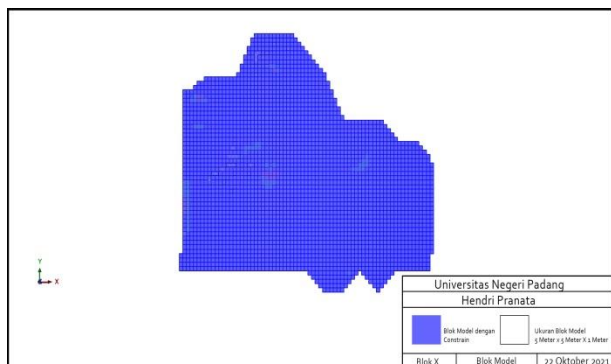
#### 4.3 Blok Model

Block model merupakan pemodelan 3D pada tahapan pemodelan biji. Dimana bagian bagian block yang seragam secara dinamis di modelkan berdasarkan data yang ada. Pada block model juga akan diberi batasan atau *constrain* yang berguna nantinya untuk membatasi pemodelan agar tidak terjadinya pelebaran data yang ada. Untuk pentahapan pembatasan memakai batasan pada data topografi untuk *constrain* atas dan data lapisan bedrock untuk *constrain* bawah ini bertujuan ketika perhitungan sumberdaya tidak akan melebihi litologi lapisan bedrock.

Pada penelitian ini penulis membuat blok model dengan dimensi 5m x 5m x 1m yang artinya panjangnya adalah 5 meter lebarnya 5 meter dan tingginya 1 meter, serta menunjukkan distribusi penyebaran nikel laterit yang di bedakan berdasarkan warna pada tiap block yang mana warna pada tiap block menandakan perbedaan grade pada sebaran nikel laterit. PT. Paramitha Persada Tama menetapkan *COG* pada kadar Ni 1.4% dengan standar penjualan yaitu Ni 1.7%. adapun pengelompokan block model *ORE* pada gambar di atas di bagi atas 4 yaitu *Blue Zone*, *Low Grade Ore*,



Medium Grade Ore, High Grade Ore. Blok model yang dibuat oleh penulis dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Blok Model

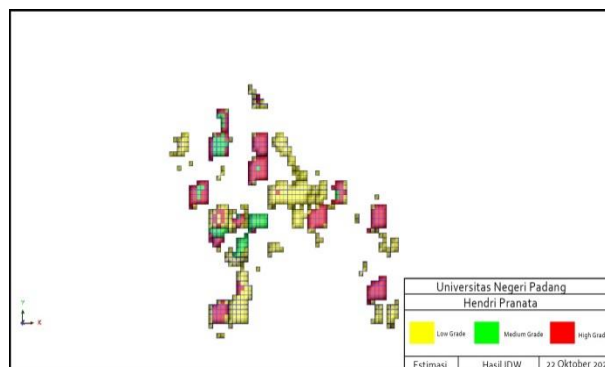
#### 4.4 Estimasi Cadangan menggunakan Metode *Invers distance Weight* (IDW)

Dari hasil estimasi menggunakan IDW di dapatkan bahwa low grade ore dengan range Ni nya yaitu 1.4% - 1.6% yaitu sebesar 469.425 ton. Yang mana volume yang di dapat kan sebesar 284.500 m<sup>3</sup>. Hasil ini tonase merupakan hasil dari pengkalian volume dengan *sensitivity gravity* atau *density* suatu material. Di dalam ore nikel memiliki density yaitu 1.65%. untuk medium grade ore di dapatkan jumlah yaitu 354.750 ton. Medium grade ore nikel memiliki range yaitu 1.61% - 1.80% . dan juga untuk high grade ore nya sendiri mendapatkan jumlah 146.025 ton. High grade ore pada perusahaan ini terdapat pada range 1.81% - 3.0%. dan grand total dari cadangan ore nikel keseluruhan nya yaitu 843.975 ton dengan volume 511.500 m<sup>3</sup>

Tabel 1. Hasil Estimasi Cadangan Nikel metode IDW

Ni IDW	Volume (m <sup>3</sup> )	Tonnes	Ni IDW	Grade
1.4 -> 1.6	208.000	343.200	1.49%	LGSO
1.6 -> 1.8	215.000	354.750	1.7%	MGSO
1.8 -> 3.0	88.500	146.025	1.92%	HGSO
Grand Total	511.500	843.975	1.63%	

Estimasi menggunakan IDW adalah menentukan nilai dari suatu titik yang belum di ketahui nilai nya menggunakan kombinasi bobot linear dari suatu titik ke titik sampel. Titik titik sampel yang di maksud merupakan titik titik yang sudah di ketahui nilainya secara spasial letak nya paling berdekatan dengan titik titik yang di ketahui nilai nya. Sementara bobot yang di maksud adalah fungsi jarak terbalik (*invers distance*) titik titik sampel tersebut terhadap titik yang akan di tentukan nilai nya. Hasil estimasi cadangan nikel dengan menggunakan metode *Invers distance weight* (IDW) dapat dilihat pada Tabel 1 dan sebaran pada Gambar 15.



Gambar 15. Hasil Estimasi IDW

#### 4.5 Rancangan Bukaan Tambang

Merancang bukaan tambang adalah suatu proses yang sangat di butuhkan dalam aktivitas actual di lapangan. Perhatian khusus dalam melakukan rancangan bukaan tambang yaitu adalah rancangan geometri jenjang bukaan dapat di desain dengan efektif dan aman ketika terjadi aktifitas penambangan. Ada beberapa aspek yang perlu di perhatikan dalam merancang geometri bukaan tambang, sebagai berikut :

- Sebaran biji nikel laterit yaitu bukaan harus mengikuti arah distribusi
- Rekomendasi geoteknik dari hasil pengujian sifat fisik dan mekanik material (batuan maupun tanah) penyusun jenjang pada daerah penelitian
- Spesifikasi alat gali - muat dan alat angkut. Rancangan dimensi jenjang penambangan dibuat harus mempertimbangkan lebar alat mekanis yang bekerja sehingga alat dapat bergerak secara optimal dan aman di lereng kerja penambangan.

##### 4.5.1. Geometri Jenjang

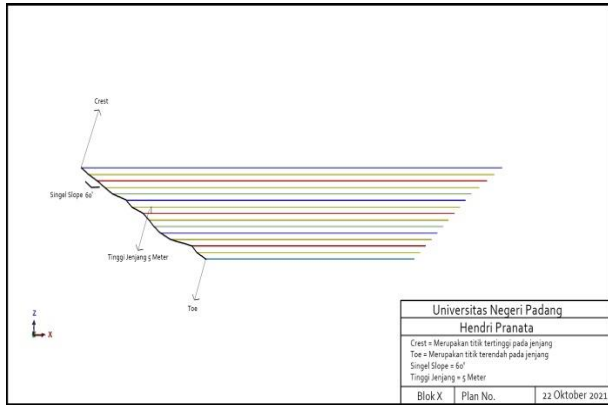
Geometri jenjang penambangan didasarkan dari analisa ahli goteknik dan di dapatkan hasil analisa yang di sebut rekomendasi geoteknik. Rekomendasi geoteknik dari seorang geotek harus lah memenuhi keefektifitasan dan keselamatan pada rancangan bukaan tambang. Geometri jenjang penambangan dibuat berdasarkan analisis kestabilan lereng yang memiliki faktor keamanan (FK) yang sesuai dengan rekomendasi studi geoteknik dan factor keamanan yang harus di penuhi harus memiliki standar yaitu  $FK > 1.5$ . Untuk rekomendasi data geoteknik yang ditetapkan oleh PT. Paramitha Persada Tama pada blok X dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekomendasi Data Geoteknik

No	Komponen Dasar Jenjang	Rekomendasi Geoteknik
1	Tinggi jenjang	5 m
2	Lebar jenjang	3 m
3	Sudut tunggal jenjang	60 <sup>0</sup>
4	Sudut jenjang keseluruhan	Maksimal 50 <sup>0</sup>

Sumber : Dokumen PT. Paramitha Persada Tama

Rekomendasi geoteknik dari seorang geotek dari lapangan merupakan dasar dari perancangan desain pit yang akan datang. Diketahui bahwa untuk tinggi jenjang yang maksimal harus di gunakan yaitu 5 meter dan lebar jenjang yaitu 3 meter dan untuk sudut jenjang tunggal yaitu  $60^0$  atau biasa di sebut *single slope angel* dan untuk keseluruhan jenjang yang mana di hitung dari titik terendah jenjang (*toe*) hingga titik tertinggi jenjang yaitu (*crest*) didapatkan angka maksimal  $50^0$ . Desain jenjang yang dibuat oleh penulis dapat dilihat pada Gambar 16.



Gambar 16. Jenjang Pit

Geometri jenjang dibuat berdasarkan pada rekomendasi geoteknik dan sesuai KepMen ESDM Nomor 1827K Tahun 2018. Rancangan dimensi jenjang didasarkan pada aspek geomekanika batuan penyusun lereng dan juga harus mempertimbangkan alat mekanis yang akan bekerja di jenjang front penambangan.

Dimensi jenjang kerja memiliki tinggi jenjang 5 meter. Hal ini dilakukan dengan tujuan karena memiliki nilai FK lebih tinggi dan *probability of failure* yang lebih kecil yang memenuhi standard nilai FK minimal 1,1 untuk FK dinamis serta disesuaikan juga dengan jangkauan maksimal alat mekanis untuk mencapai bagian crest jenjang. Lebar berm 3 m, kriteria tersebut menghasilkan probabilitas kelongsoran di bawah 1%, sehingga berm tersebut bisa digunakan untuk kepentingan jangka panjang jika terjadi kerusakan pada dinding-dinding lereng penambangan. Sudut kemiringan jenjang tunggal yakni 60 derajat, karena memiliki nilai FK lebih tinggi dan *probability of failure* yang lebih kecil yang memenuhi standard nilai probabilitas longsor maksimum 25 – 50 %. Dengan menggunakan sudut lereng tunggal 60 derajat, maka akan mengoptimalkan produksi bijih nikel.

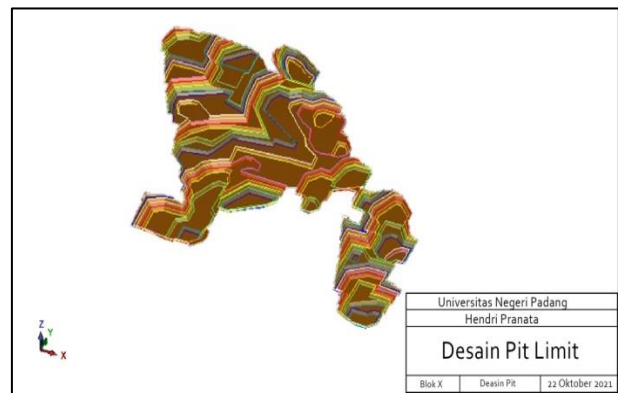
4.5.2. Pit Limit

Pit limit merupakan batas maksimal penambangan. Pit limit dapat diketahui dari hasil letak sumberdaya terukur yang paling bawah dan masih memenuhi keekonomisan dalam penambangan. Pit limit atau yang di sebut batas akhir penambangan juga merupakan gabungan keseluruhan jenjang yang dibuat dengan memperhitungkan faktor keekonomisan dimana suatu keterdapatn bijih/ore masih dianggap ekonomis untuk ditambang dan mempertimbangkan faktor keamanan yaitu suatu jenjang masih dapat

dilanjutkan ke tahap jenjang selanjutnya dengan perkiraan bahwa jenjang tersebut masih dalam posisi aman (tidak rawan terjadinya longsor).

Perencanaan pit limit juga harus memperhatikan nilai batas overall stripping rasio yang di tetapkan oleh perusahaan yaitu maksimal 3:1 yang arti nya memperhatikan pengupasan overburden yang setiap volume pengupasan  $3m^3$  harus mendapatkan 1 ton ore nikel. Dan ore nikel yang di dapatkan harus lah memenuhi COG yang di tetapak pperusahaan yaitu  $>1.40\% Ni$

Hasil perhitungan geometri jenjang serta analisis awal dengan mempertimbangkan bentuk badan bijih, dan keadaan morfologi daerah penelitian, menunjukkan pit limit pada blok X berada pada ketinggian 40mdpl dan batas atas penambngan berada pada 184 mdpl. Adapun bentuk akhir pit limit blok X dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Bentuk Pit

Berdasarkan hasil report yang diperoleh, banyaknya sumberdaya nikel laterit sebanyak 843,975 ton dengan kadar rata-rata Ni 1,70% dengan tonase *overburden* yang ikut terbongkar sebanyak 1,744,500 bcm sehingga diperoleh nilai *stripping ratio* sebesar 2.06:1. Nilai *stripping ratio* yang diperoleh sudah memenuhi standar ekonomis yang ditetapkan perusahaan. Untuk luas rancangan pit limit adalah sebesar 2.256.000 m2.

4.5.3. Jumlah Cadangan Tertambang

Berdasarkan pit limit yang telah dirancang didapatkan rincian hasil perhitungan cadangan yang ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini, dimana hasil estimasi cadangan pada pit limit diestimasi menggunakan metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* dan menghasilkan jumlah cadangan dengan *Cut off Grade Ni > 1,4 %* adalah 843,975 ton.

Tabel 3. Jumlah Cadangan

Ni Id	Volume	Tonnes	Ni Id
0.0 -> 1.4	1,744,500	2,878,425	1 %
1.4 -> 1.6	218,000	359,700	1.49 %
1.6 -> 1.8	211,500	348,975	1.7 %
1.8 -> 4.0	82,000	135,300	1.92 %
Grand Total	2,256,000	3,722,400	1.14 %

#### 4.6 Umur Tambang

Umur tambang merupakan batas waktu yang di tentukan dalam preses penambangan hingga akhir nya suatu front penambangan di nyatakan *mineout* atau telah habis cadangan yang akan di tambang. Menentukan umur tambang dapat di tentukan dari target produksi dan jumlah cadangan yang ada. PT. Paramitha Persada Tama memiliki target produksi bulanan yaitu 50.000 ribu ton dalam sebulan. Inilah yang akan menjadi acuan dalam menentukan umur tambang. Perhitungan umur tambang di lakukan dengan cara sebagi berikut :

$$\text{Umur Tambang (tahun)} = \frac{\text{cadangan (ton)}}{\text{Produksi (ton/tahun)}}$$

$$\text{Umur Tambang (tahun)} = \frac{843,975 \text{ ton}}{30.000 \text{ ton/bulan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Umur Tambang (tahun)} &= 28 \text{ bulan} \\ &= 2.4 \text{ tahun} \end{aligned}$$

#### 4.7 Target Pengupasan Produksi Ore

Produksi bijih nikel *High Grade Ore* (HGSO), *Medium grade saprolit ore* (MGSO), *Low Grade Saprolit Ore* (LGSO) yang ditargetkan perusahaan untuk memenuhi produksi Shot Ferronikel adalah sebesar 1.000 ton/hari. Agar target produksi dapat terpenuhi, maka perusahaan harus membuat rancangan yang sesuai sehingga target yang direncanakan dapat tercapai.

#### 4.8 Rancangan Kemajuan Tambang

Rancangan kemajuan tambang merupakan rancangan untuk menentukan berapa luas bukaan dan berapa dalam tanah yang akan di kupas. Rancangan jemajuan tambang juga dapat melihat seberapa besar keefektivitasan kegiatan produksi dan ketercapain target produksi dalam pertambangan. Rancangan kemajuann tambang di dapatkan dari hasil rancangan target produksi yang telah di tetapkan oleh perusahaan. Untuk mencapai target produksi, ada beberapa parameter yang perlu diperhatikan, diantaranya :

##### 4.5.1. Pemilihan Metode Penambangan

Pemilihan metode penambangan adalah salah satu proses dalam merancang kemajuan tambang. PT Paramitha Persada Tama memiliki lokasi penambangan yang kondisi alam nya yaitu terdiri dari perbukitan kecil yang berdekatan dengan bibir pantai. Lokasi lubang bukaan tambang yang akan di eksploitasi ini berada pada ketinggian 40 mdpl hingga 200 mdpl. Berdasarkan kondisi topografi dan geometri endapan, maka jenis penambangan yang cocok diterapkan pada daerah ini adalah sistem tambang terbuka dengan metode *Open Cast* dan *Open Pit Type*.

##### 4.5.2. Penentuan Arah Penambangan

Penentuan arah penambangan merupakan langkah awal dalam pembuaan lubang tambang. Menentukan arah penambangan bukaan tambang harus mempertimbangkan beberapa factor dianatara nya

a. Keadaan morfologi di daerah barat merupakan perbukitan di bandingkan daerah timur yang

merupakan pendataran dekat dengan bibir pantai

- b. Di daerah barat yang merupak perbukitan memiliki overburden yang lebih tipis da memeiliki ore dengan kadar tinggi yang lebih tebal. Ini memungkinkan proses pemasran jauh lebih cepat
- c. Jarak ke wastedump dari arah barat jauh lebih dekat ini memungkinkan untuk pengupasan overburden jauh lebih cepat dan efisien.

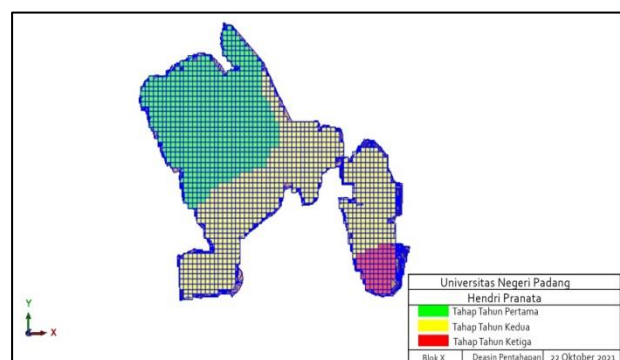
Berdasarkan indikasi di atas dapat disimpulkan bahwasanya arah penambangan untuk blok X akan di mulai dari arah barat ke timur dari daerah perbukitan. Ini semua bertujuan agar dapat kegiatan produksi dapat berjalan dengan efektif dan taerget produksi tercapai.

#### 4.9 Pentahapan Penambangan (*Mining Sequence*)

Sequence penambangan merupakan bentuk-bentuk penambangan yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang dari tahap awal hingga tahap akhir rancangan tambang (*pit limit*). Tujuan utama dari rancangan sequence penambangan adalah untuk memudahkan penambangan dengan menyederhanakan seluruh volume yang ada dalam overall pit ke dalam unit-unit pit penambangan yang lebih kecil sehingga memudahkan penanganannya.

Rancangan pentahapan (*sequence*) penambangan dibuat untuk efisiensi pekerjaan penambangan, maka dilakukan pengukuran kemajuan tambang untuk mengetahui berapa besar perubahan penurunan level, volume material yang tertambang, posisi dan batas penambangan. Peerencaan pentahapan ini di calculation di dalam software yitu minesched dengan mempertimbngkan beberapa aspek seperti jam kerja, hari libur, alat yang di gunakan dan bentuk pit limit.

Rancangan pentahapan pada kasus ini penulis memakai rancangan longgterm yaitu rancangan jangka panjang yang dimana rancangan akan di bagi dalam bentuk tahunan hingga umur tambang habis. Pentahapan jangka panjang akan membagi keseluruhan pit limit menjadi beberapa bagian, dan pada kasus penelitian penulis di PT Paramitha Persada Tama pada block X akan dibuka menjadi 3 pentahapan. Ini disesuaikan dengan target produksi dan umur tambang. Untuk tahapan penambangan dapat dilihat pada Gambar 17.



**Gambar 18.** Bentuk Pit dan Tahapan

Masing-masing warna block pada gambar diatas menunjukkan tahapan penambangan pada setiap kemajuan penambangan yang dimulai dengan tahapan tahun pertama hingga tahun ketiga. Gambar hijau menunjukan tahapan penambangan ada tahun yang pertama, warna kuning penambangan adalah tahun ke-2 dan yang merah adalah tahun yang ke-3. Adapun rencana tahapan penambangan pertahunnya, sebagai berikut :

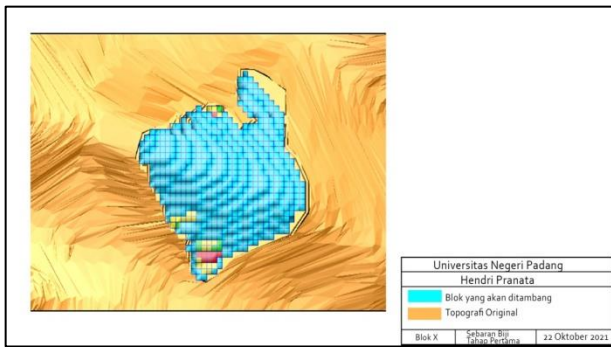
**4.9.1. Rancangan Tahapan Penambangan Tahun Pertama**

Tahapan penambangan pertama merupakan bagian awal yang akan dilakukan pada blok X dan akan dilakukan penguasaan *overburden* dan produksi *ore*.

**Tabel 4.** Hasil Estimasi Tahap Pertama

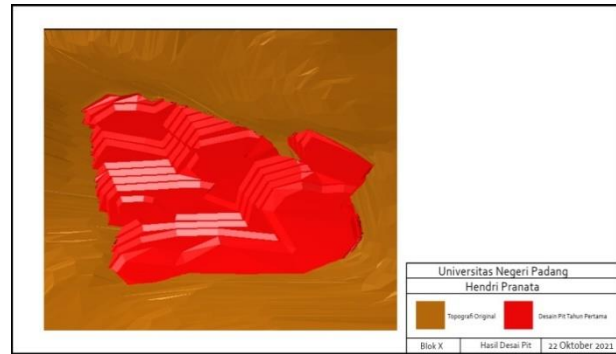
	VOLUME	TONASE	Ni%
WASTE	680,085	1,122,140	1
LGSO	34,500	56,925	1.47
MGSO	74,800	123,420	1.71
HGSO	28,500	47,025	1.89
Total	817,885	1,349,510	6.07

Berdasarkan tabel diatas material *overburden* yang akan dipindahkan sebesar 680,085 bcm. Dan juga akan memproduksi *ore* sebesar 227.370 ton dengan asumsi *mining recovery* (perolehan penambangan) yaitu 95%. Hal ini dilakukan untuk mengantisipasi adanya material yang *loose* (material yang hilang) atau juga kesalahan yang dilakukan oleh operator excavator dalam pengambilan bahan galian (*ore getting*), pada saat pengangkutan dan pada saat penumpahan (*dumping*).



**Gambar 19.** Sebaran Cadangan Tahap Pertama

Rancangan penambangan memiliki parameter geometri penambangan. Geometri jentang penambangan yang digunakan yaitu tinggi jentang 5 meter, lebar jentang 3 meter, dan sudut jentang tunggal (*single slope angel*) 60 derajat. Rancangan tahap pertama ini memiliki titik tertinggi yaitu 180 meter diatas permukaan laut (mdpl) dan titik terendahnya yaitu 120 meter diatas permukaan laut (mdpl).



**Gambar 20.** Hasil Pit Tahap Pertama

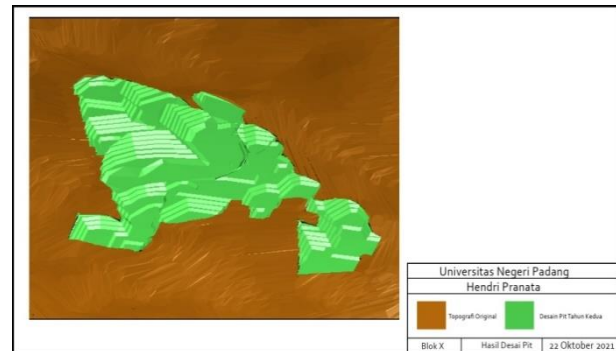
**4.9.2. Rancangan Tahapan Penambangan Tahun Kedua**

Tahapan rancangan tahun kedua memiliki luas bukaan tambang sebesar 14 hektar. Penambangan tahap kedua merupakan lanjutan dari tahapan yang pertama. Pada tahap kedua ini penambangan telah berlangsung dengan optimal dan pada tahap kedua ini luasan bukaan tambang lebih luas dan produksi lebih meningkat. Material *overburden* yang dipindahkan sebesar 732,415bcm dan produksi *ore* yang didapatkan 404,415 ton dengan mengasumsikan *mining recovery* 95%. Rincian tonase dan volume penambangan pada tahap kedua ditunjukkan pada Tabel 5.

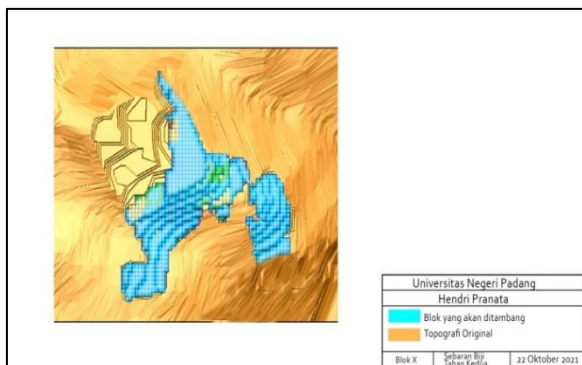
**Tabel 5.** Hasil Estimasi Tahap kedua

	VOLUME	TONASE	Ni%
WASTE	732,415	1,208,485	1
LGSO	141,900	234,135	1.48
MGSO	74,700	123,255	1.68
HGSO	28,500	47,025	1.98
Total	977,515	1,612,900	

Berdasarkan tabel diatas material *overburden* yang dipindahkan pada tahap kedua ini lebih besar daripada tahap pertama karena pada tahap ini topografi cenderung landai sehingga mempunyai kesempatan untuk melakukan penetrasi lebih dalam melalui pori-pori batuan sehingga pelapukan terjadi lebih intensif. Dengan topografi yang landai menyebabkan batuan induk mengalami pengkayaan diri (*supergen enrichment*).



**Gambar 21.** Hasil Pit Tahap kedua

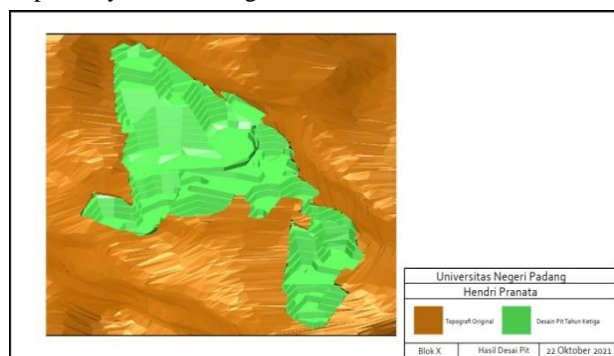


**Gambar 22.** Sebaran Cadangan Tahap kedua

Pada tahapan kedua penurunan elevasi menjadi lebih mudah dikarenakan pada pentahapan pertama telah memiliki akses jalan sehingga pengupasan dan pemindahan *overburden* dikerjakan lebih efektif dan efisien. Kegiatan produksi *ore* dilakukan pada elevasi 130 meter diatas permukaan laut (mdpl) hingga elevasi 70 mdpl. Pada tahap kedua ini memiliki rancangan geografi yaitu tinggi jenjang 6 meter, lebar jenjang 3 meter, dan sudut kemiringan yaitu 60 derajat.

**4.9.3. Rancangan Tahapan Penambangan Tahun Ketiga**

Rancangan tahap penambangan tahun ketiga juga merupakan rancangan tahap terakhir yang berlangsung selama 3 bulan. Asumsi ini merupakan hasil dari total *ore* yang ada dibagi dengan target produksi perusahaan. Setelah penambangan tahap ketiga dan produksi telah habis, sebuah lubang pit tambang dapat dinyatakan sebagai *mineout*.



**Gambar 23.** Hasil Pit tahap ketiga

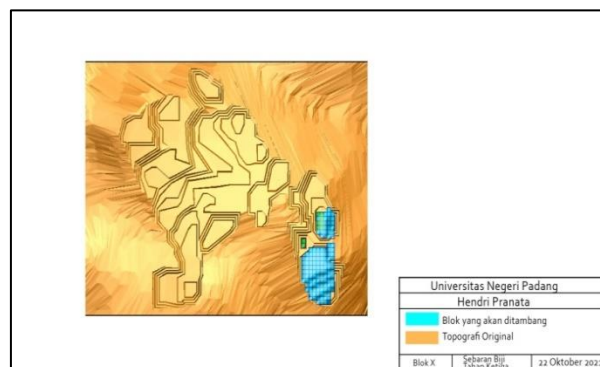
Material *overburden* yang dipindahkan sebesar 110,000 bcm dan produksi *ore* yang didapatkan 50,655 ton dengan mengasumsikan *mining recovery* 95%. Rincian tonase dan volume pada tahap kedua ditunjukkan pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil Estimasi Tahap ketiga

	VOLUME	TONASE	Ni%
WASTE	110,000	181,500	1
LGSO	13,400	22,110	1.51
MGSO	13,100	21,615	1.7
HGSO	4,200	6,930	1.86
Total	140,700	232,155	

Berdasarkan tabel diatas pengupasan terjadi pada titik elevansi 80 meter diatas permukaan laut (mdpl) hingga elevansi 45 meter diatas permukaan laut (mdpl). Pada tahapan ini luas bukaan lobang tambangnya yaitu 3.4 hektar. Parameter geometri penambangannya adalah tinggi jenjang 5 meter, lebar jenjang 3 meter, dan sudut kemiringan 60 derajat.

Sebaran biji pada tahap ketiga juga sangat sedikit dan merupakan penyebaran biji yang terakhir yang akan di tambang. Dan penambangan hanya berlangsung selama 4 bulan, lalu tabang akan di nyatakan *mineout*.



**Gambar 24.** Sebaran Cadangan tahap ketiga

Secara keseluruhan untuk estimasi *overburden* yang dibongkar dan estimasi *ore* yang diambil pada tiap tahapan (tahun) dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

**Tabel 7.** Hasil Estimasi Keseluruhan Tahapan

Tahun	Overburden		Ore	
	Volume	Tonase	Volume	Tonase
1	680,085	1,122,140	137,800	227,370
2	732,415	1,208,485	245,100	404,415
3	110,000	181,500	30,700	50,655
total	1,522,500	2,512,125	413,600	682,440

Dari hasil estimasi keseluruhan pentahapan yang ada pada PT Paramitha Persada Tama pada Block X di dapatkan pada tahap pertama tonase ore yang di dapatkan 227,370 ton, pada tahapan yang kedua didapatkan hasil yaitu 404,415 ton, dan hasil pada tahapan yang terakhir hanya berlangsung selama 4 bulan dan ore yang di dapatkan yaitu 50,655 ton.

**5 Penutup**

**5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan pembahasan tentang rancangan eksploitasi pada blok X PT Paramitha Persada Tama berikut adalah kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian:

1. Hasil estimasi dengan metode invers distance weight dengan hasil yaitu 843.975 ton.
2. Desain pit limit block X PT. Paramitha Persada Tama sesuai dengan luas bukaan 216.841 m2 dan sesuai dengan rekomendasi geteknik memiliki tinggi jenjang 5meter, luas jenjang 3meter dan kemiringan

jenjang 60derajat. Desain pit limit memiliki elevasi terendah atau batas pit yaitu pada elevasi 40 mdpl dan elevasi tertinggi yaitu 180 mdpl.

3. Berdasarkan hasil pit limit yang telah direncanakan, total cadangan yang akan didapatkan sebesar 843.975 ton dan overburden yang akan di bongkar yaitu 1.744.500 bcm dengan rasio material 2.06 : 1
4. Berdasarkan dari jumlah cadangan yang ada yaitu 843.975 ton dan target produksi yaitu 30.000 ton perbulan maka di dapatkan hasil umur bukaan pit tambang block X PT. paramitha persada tama yaitu 2 tahun 3 bulan.
5. Berdasarkan hasil desain tambang yang telah di buat maka di dapatkan 3 tahapan jangka panjang (*longterm sequence*) penambangan. Tahapan yang pertama mendapatkan jumlah cadangan ssebesar 227.370ton dan overburden yang di bongkar sebesar 680,085bcm. Pada tahap kedua mendapatkan jumlah cadangan sebesar 565.950 ton dan overburden yang di bongkar sebesar 732,415bcm dan pada tahap ketiga mendapatkan jumlah cadangan sebesar 50,655ton dengan volume overburden 110,000 bcm.

## 5.2 Saran

1. Bagi perusahaan sebaiknya mengawasi kegiatan di lapangan agar kegiatan di lapangan dapat mengac pada rancangan konsep yang telah di rencanakan
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian berapa jumlah alat optimum yang di gunakan dan mengestimasi berapa jumlah biaya penambangan pada blok X PT. Paramitha Persada Tama

## Daftar Pustaka

- [1] Adnannst, Maryanto, dan Guntoro, D. 2015. *Rencana Tahapan Penambangan Untuk Menentukan Jadwal Produksi PT Cipta Kridatama Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat, Provinsi Aceh*. Prosiding Teknik Pertambangan, ISSN:2460-6499, Aceh.
- [2] Bullock, R. L. (2018). *Mineral Property Evaluation : Handbpook for Feasibility Studies and Due Diligence*. United State of America: The Society for Mining, Metallurgy and Exploration (SME).
- [3] Darling, P. (2011). *SME Mining Engineering Handbook Third Edition. United States if America: Society for Mining, Metallurgy, adn Exploration. INC.v*
- [4] Husaini, A.F., Maryanto., Guntoro, D., 2019, *Penjadwalan Produksi dan Pentahapan Tambang (Mine Sequence) Kuari Batu Gamping pada IUP OP 412 Ha di PT. Semen Padang, Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kotamadya Padang, Provinsi Sumatera Barat*, Prosiding Teknik Pertambangan, Vol. 5, No. 1, ISSN 2460-6499
- [5] Hustrulid. M., Kuchta, R., Martin. 2013, *Open pit Mine Planning & Design*. CRC Press/Balkema : London
- [6] Meagher, C., Dimitrakopoulos, R., Avis, D., 2014, *Optimized Open pit Mine design, Pushbacks and the Gap Problem-A Review*, Journal of Mining Science, Vol. 50 No. 3, ISSN 1062-7391, Hal. 508-526.
- [7] Margaret, A. Oliver, and Webster, R., 2015. *“Basic Steps in Geostatistics: The Variogram and Kriging”*, Journal of Soil Science, 32, 643–654.
- [8] Newman, A.M., Rubio, E., Caro, R., Weintraub, A., Eureka, K., 2010, *A Review or Operation Research in Mine Planning*, Journal Interfaces INFORM, Vol. 40 No. 3. ISSN 0092-2102, Hal. 222-245.
- [9] Prinandi, A., 2015, *Perencanaan (Desain) Pit Elf Pada Penambangan Batubara Di PT Milagro Indonesia Miningdesa Sungai Merdeka, Kecamatan Kamboja, Kabupaten Kutai Kartainegara Provinsi Kalimantan Timur*, prosiding teknik pertambangan, vol. 1, no. 1, ISSN: 2460-6499, Hal. 102-103.
- [10] Purwaningsih, D.A., dan Mamas, 2017 *Rancangan Teknis Desain Push Back pada Penambangan Batubara Pit 10 Dan Pit 13 PT. Kayan Putra Utama Coal Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur* Vol. 1, No. 21
- [11] Rafsanjani, M.R., Djameluddin., Bakri. H, 2016, *Estimasi Sumber Daya Bijih Nikel dengan Menggunakan Metode IDW di Provinsi Sulawesi Tenggara*, Prosiding Teknik Pertambangan, Jurnal Geomina, vol. 04, No. 1, Hal. 20
- [12] Revuelta, M. B. (2018). *Mineral Resources From Exploration to Sustainability Assessment. Switzerland: Springer Nature*.
- [13] Reza A.W, Yuliadi, dan Maryanto, 2018, *Perencanaan Pentahapan Kemajuan Tambang Batubara Dan Perencanaan Fleet Di PT Bukit Intan Indoperkasa, Desa Batang Kulur Kiri, Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Hulu Sungai Selatan, Provinsi Kalimantan Selatan*, Prosiding Teknik Pertambangan, vol. 4, no. 1, ISSN 2460-6499, Hal. 353-354.
- [14] Rosana, M.F., Yuningsih, E.T., Pambudi, L., 2017, *Karakteristik Batuan Asal Pembentukan Endapan Nikel Laterit di Daerah Madang dan Serakam Tengah*, Padjajaran Geoscience Journal, Vol. 01 No.2, Oktober 2017, ISSN 2597-4033
- [15] Sujiman, 2015, *Kajian Perhitungan Cadangan Batubara Menggunakan Metode Block model 2 Dimensi dan Cross Section di Software Surpac Pada PT. Tanito Harum Kalimantan Timur*, Prosiding Teknik Pertambangan, Jurnal Geologi Pertambangan, vol.1 No. 17 , Februari 2015, Hal. 5
- [16] Wyllie, D. C., & Mash, C. W. (2004). *Rock Slope Engineering Civil and Mining 4thEdition*. USA: Spon Press
- [17] Zainassolihin, A.A., 2015. *Penjadwalan Tambang (Mine Scheduling) Untuk Mencapai Target Produksi Batubara 25000 ton/bulan di PT Milargo Indonesia Minning Desa Bukit Merdeka*. Prosiding Teknik Pertambangan, ISSN: 2460-6499, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.