

LANGKAH ANALISA UNTUK PERHITUNGAN SUPLAI BIJIH JANGKA PANJANG PADA  
ENDAPAN NIKEL LATERIT PT ANTAM Tbk

<sup>1)</sup>Aldino Yulianto\*, <sup>2)</sup>M. Ilham Kalami <sup>3)</sup>Herlando Juniansyah Putra Perdana <sup>4)</sup>Niki Rahma  
Rizkita

<sup>1,2,3,4)</sup>PT. ANTAM Tbk., Unit Geomin & Technology Development  
\*E-mail: [aldino.yulianto@antam.com](mailto:aldino.yulianto@antam.com)

**ABSTRAK**

PT. ANTAM Tbk. merupakan Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang bergerak di bidang pertambangan emas, bauksit dan nikel khususnya, tentu membutuhkan banyak analisa skenario untuk mendapatkan rencana strategis yang paling optimal untuk perusahaan. Dalam menentukan rencana strategis tersebut, diperlukan **rencana suplai bijih nikel dari tiap site nikel** yang dimiliki oleh PT. ANTAM Tbk. Site-site tersebut tentunya memiliki karakteristik endapan yang berbeda, sehingga perlu dilakukan analisa yang mendalam untuk mendapatkan **rencana suplai yang terintegrasi**.

Untuk memenuhi kebutuhan perusahaan tersebut, dibuatlah langkah-langkah analisa rencana suplai bijih jangka panjang untuk PT. ANTAM Tbk., meliputi analisa blok model sumberdaya, analisa optimasi pit, analisa desain pit serta analisa blending dan penjadwalan tambang. Masing-masing analisa tersebut, memiliki sub-proses lanjutan yang perlu dievaluasi guna mendapatkan hasil yang paling optimal.

Langkah-langkah analisa yang telah dibuat, dinilai cukup efektif untuk memberikan **gambaran suplai bijih jangka panjang** untuk masing-masing site PT. ANTAM Tbk. Selain itu, hasil analisa rencana suplai ini dapat dimanfaatkan untuk menjadi **dasar dalam estimasi cadangan** serta acuan untuk studi-studi lanjutan seperti pra-studi kelayakan maupun studi kelayakan.

Kata Kunci: Analisa suplai bijih, Estimasi Cadangan, Nikel Laterit

**ABSTRACT**

*PT. ANTAM Tbk. is a state-owned company (BUMN) engaged in gold, bauxite and nickel mining, requires a lot of scenario analysis to get the most optimal strategic plan for the company. In determining the strategic plan, a nickel ore supply plan is required from each nickel site owned by PT. ANTAM Tbk. Certainly, each sites have unique deposit's characteristics, so an in-depth analysis is needed to obtain an integrated supply plan.*

*To meet the company's needs, a long-term ore supply plan analysis steps were made for PT. ANTAM Tbk., including block resource model analysis, pit optimization analysis, pit design analysis as well as blending analysis and mine scheduling. Each of these analysis have further sub-processes that need to be evaluated to obtain the most optimal results.*

*The analytical steps that have been made are considered effective enough to provide an overview of the long-term ore supply for each PT. ANTAM Tbk. In addition, the results of the supply plan analysis can be used as a basis for estimating reserves as well as a reference for further studies such as pre-feasibility studies and feasibility studies.*

*Keywords: Ore Supply Analysis, Reserves Estimation, Nickel Laterite*

## A. PENDAHULUAN

Pada akhir tahun 2019 terbit regulasi baru dari pemerintah terkait larangan ekspor bijih nikel, hal ini menyebabkan perlunya perubahan strategi PT ANTAM dalam proses bisnisnya. Perubahan strategi ini, membutuhkan analisa yang mendalam terhadap cadangan yang dimiliki oleh PT. ANTAM. Dalam memenuhi kebutuhan strategi perusahaan, tentunya perlu didukung oleh kemampuan suplai jangka panjang serta estimasi ketersediaan cadangan nikel PT. ANTAM.

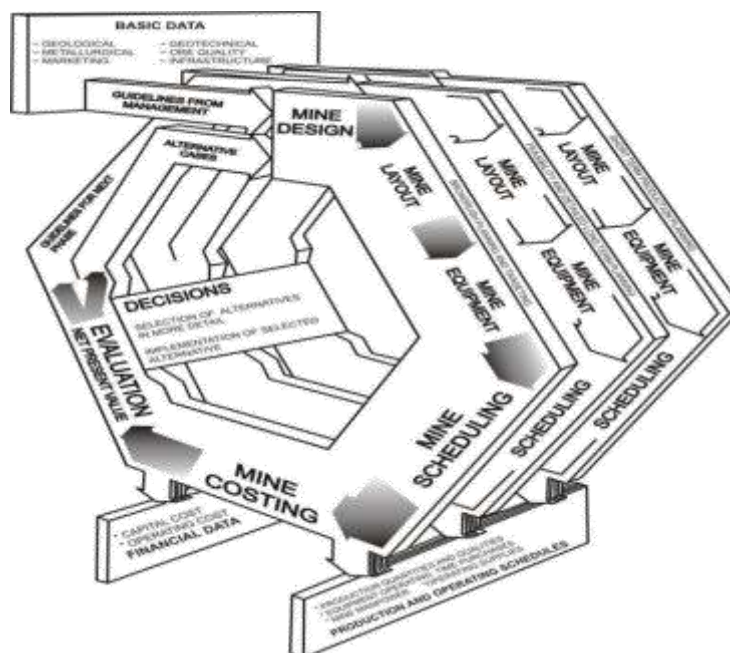
Estimasi cadangan dalam perencanaan tambang adalah sebuah kegiatan mendesain tambang yang dilakukan secara iteratif dan kontinyu untuk memenuhi kelayakan proyek baik secara teknis maupun ekonomis (Budi Sulistianto, 2013). Dalam membuat sebuah perencanaan tambang, terdapat serangkaian proses analisa yang harus dilakukan dan seringkali tidak langsung menghasilkan sebuah solusi yang sesuai, sehingga proses-proses tersebut perlu diiterasi untuk menghasilkan solusi yang optimal.

PT. ANTAM Tbk, sebagai salah satu “*leading company*” yang bergerak di bidang pertambangan nikel, memiliki sembilan (9) deposit nikel yang masing-masing memiliki karakteristik yang berbeda. Perbedaan karakteristik terlihat dari perbedaan kandungan nikel content (Ni %), serta mineral-mineral ikutannya yaitu Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, MgO, Co, dll. Perbedaan karakteristik inilah yang menjadi dasar dalam pembuatan rencana suplai yang terintegrasi untuk memenuhi kebutuhan strategi PT. ANTAM.

## B. METODOLOGI PENELITIAN

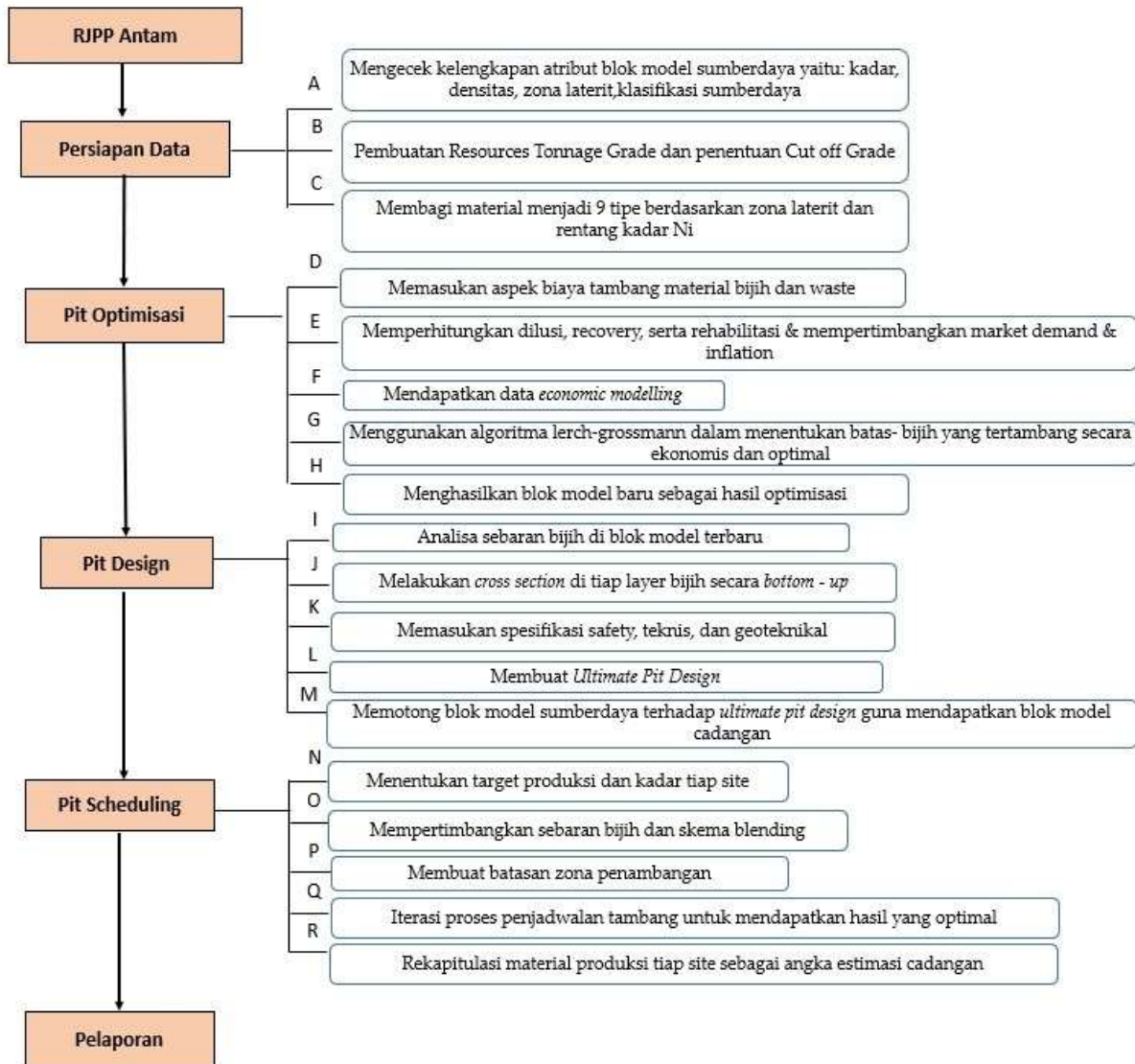
Dalam melakukan estimasi cadangan, terdapat beberapa tahapan yang perlu dilakukan dan perlu diperhitungkan sebagai *modifying factor* (faktor pengubah) yang akan mempengaruhi besaran tonase cadangan yang dihasilkan dari sejumlah sumberdaya yang dimiliki. Tahapan-tahapan estimasi cadangan ini akan membentuk suatu iterasi hingga didapatkan hasil perhitungan estimasi cadangan.

Secara umum, faktor pengubah berupa pertimbangan teknis dan ekonomis. Faktor teknis yang menjadi pengubah meliputi faktor geoteknik, faktor desain tambang, faktor teknologi/peralatan tambang serta faktor penjadwalan tambang. Faktor-faktor pengubah yang pernah dijelaskan oleh Hustrulid, dkk (1995) dalam buku “Open Pit Mine Planning & Design” diperlihatkan dalam siklus estimasi cadangan seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Iterasi perencanaan tambang (Hustrulid, 1995)

Berdasarkan metodologi tersebut, PT ANTAM membuat rincian dari masing-masing tahapan analisa yang digunakan dalam prosedur perencanaan tambang jangka panjang serta estimasi cadangan nikel laterit. Rincian tahapan yang dibuat memiliki 18 sub proses (subproses A - subproses R) yang diperlihatkan dalam diagram alir pada Gambar 2. Rincian tahapan ini, dinilai mampu mengevaluasi berbagai karakteristik deposit nikel yang dimiliki oleh PT. ANTAM sehingga memudahkan dalam membuat rencana suplai bijih yang terintegrasi.



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan Tambang Jangka Panjang PT. ANTAM

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

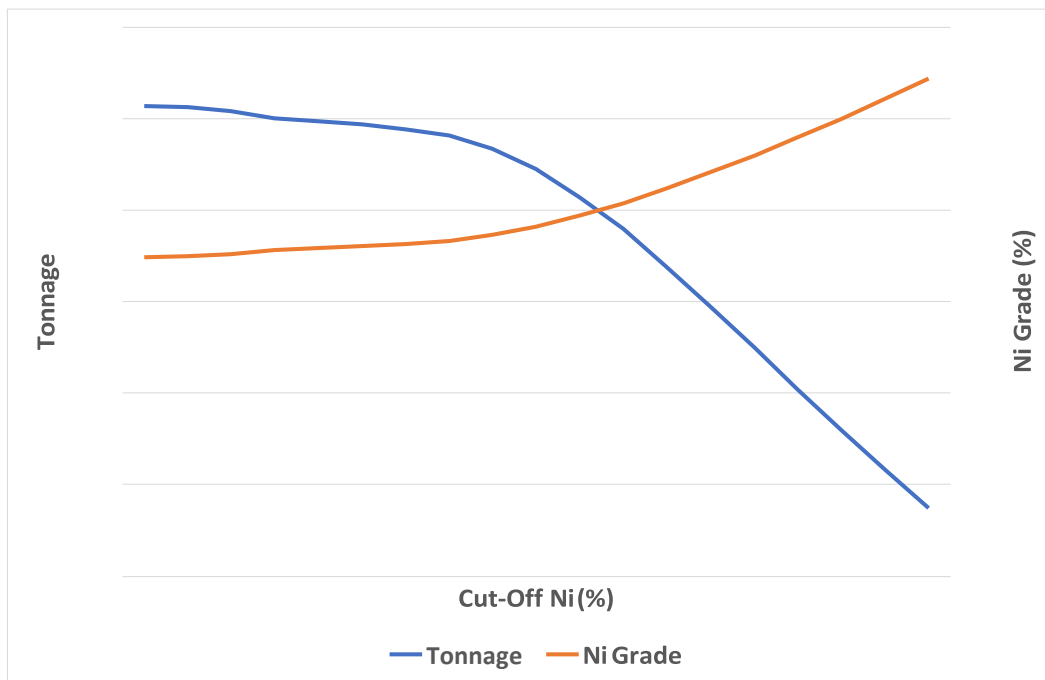
#### C.1. Analisa Blok Model Sumberdaya

Input Utama dari proses estimasi cadangan adalah blok model sumberdaya yang merupakan output dari proses estimasi sumberdaya. Blok model ini mengandung berbagai informasi yang diperoleh dari kegiatan eksplorasi.

Sebelum menggunakan data blok model ini, perlu dilakukan pengecekan terhadap atribut yang terdapat dalam blok model. Beberapa atribut wajib yang diperlukan untuk proses selanjutnya antara lain :

- a. Nilai Kadar tiap elemen : dalam prospek nikel yang ada di Antam, terdapat 12 elemen yang ada di dalam blok model yaitu Ni, Fe, SiO<sub>2</sub>, MgO, Co, CaO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, SO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>.
- b. Densitas (berat jenis) basah (WBD : wet bulk density) dan kering (DBD : dry bulk density)
- c. Zonasi Laterit (Zone) : terdapat 4 zona yang saat ini digunakan dalam melakukan domaining laterit yaitu Zona TP : Tanah Penutup ; Zona LIM : Limonit ; Zona SAP : Saprolit ; Zona BR : Bedrock.
- d. Klasifikasi sumberdaya : dalam proses estimasi sumberdaya telah dibagi klasifikasi berdasarkan tingkat keyakinan geologi. Klasifikasi ini dibagi menjadi 3 kode angka yaitu Kelas 1 (Sumberdaya terukur) ; Kelas 2 (Sumberdaya Terunjuk); dan Kelas 3 (Sumberdaya Tereka).
- e. Kandungan Air (Moisture Content)

Setelah melakukan verifikasi terhadap atribut dalam blok model, selanjutnya akan dilakukan rekapitulasi sumberdaya dengan berbagai macam variasi cut-off grade (CoG), atau sering disebut sebagai Tonnage Grade Curve (Kurva Tonase dan Kadar). Kurva ini diperlukan agar dapat melihat potensi sumberdaya (jumlah tonase dan rata-rata kadar) secara keseluruhan dengan berbagai variasi Cut-off Grade.



Gambar 3. Contoh Grafik *Tonnage-Grade Curve*

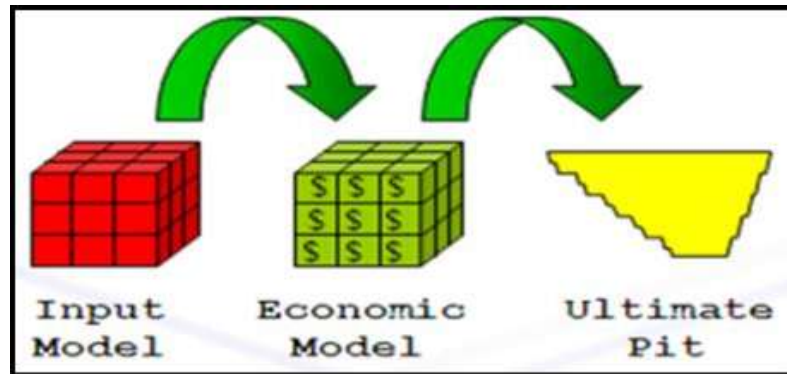
Proses selanjutnya adalah Coding blok model, yaitu membuat dan menambahkan informasi tambahan ke dalam blok model. Tipe material dimasukkan ke dalam blok model dengan mengacu domain litologi dan rentang kadar Ni (%). Domain litologi nikel dalam database nikel menjadi 4 domain yaitu TP (Zona 100), LIM (Zona 200), SAP (Zona 300), dan BR (Zona 400).

Informasi berikutnya yang akan dimasukkan ke dalam blok model adalah kategori ore atau waste untuk tiap material. Kriteria ore atau waste ditentukan berdasarkan CoG Ni yang diterapkan di masing-masing tambang dan kriteria klasifikasi sumberdaya. Untuk kategori ore, klasifikasi sumberdaya yang digunakan adalah measured dan indicated resources. Untuk klasifikasi inferred akan dikategorikan sebagai waste.

Hasil dari analisa blok model ini, kemudian digunakan untuk menentukan strategi awal dalam integrasi rencana suplai jangka panjang dari masing-masing deposit.

## C.2. Pit Optimization

Dalam setiap proses estimasi cadangan nikel di Antam, diawali dengan proses optimisasi sumberdaya untuk mendapatkan pit shell dan blok model yang optimal berdasarkan input data teknis dan ekonomi. Simulasi pit optimisasi menggunakan perangkat lunak NPVS – Datamine berdasarkan model sumberdaya dan menggunakan metode Lersch Grossman, dengan menentukan batas ekonomis setiap deposit melalui taksiran pendapatan dan biaya yang terkait dengan penambangan masing-masing deposit.



Gambar 4. Proses Pit Optimisasi

Optimisasi ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu :

a. Tahap Pra Optimisasi – persiapan data blok model sumberdaya yang akan diinput ke dalam software NPVS yang dibagi dalam 2 tahap yaitu :

1. *Coding blok model* – Input Tipe Material

Coding merupakan membuat dan menambahkan informasi tambahan ke dalam blok model. Tipe material dimasukkan kedalam blok model dengan mengacu domain litologi dan rentang kadar Ni (%). Domain litologi nikel dalam database nikel Antam terbagi menjadi 4 domain yaitu TP (Zona 100), LIM (Zona 200), SAP (Zona 300), dan BR (Zona 400).

2. *Coding blok model* – Input Kategori Ore atau Waste

Informasi berikutnya yang akan dimasukkan ke dalam blok model adalah kategori ore atau waste untuk tiap material. Kriteria ore atau waste ditentukan berdasarkan CoG Ni yang diterapkan di masing-masing tambang dan kriteria klasifikasi sumberdaya. Untuk kategori ore, klasifikasi sumberdaya yang digunakan adalah measured dan indicated resources. Untuk klasifikasi ore akan dikategorikan sebagai waste.

b. Tahap Optimisasi – merupakan tahap untuk menginput data dan melakukan iterasi data untuk mendapatkan ultimate pit shell dan blok model yang telah terpotong dengan pit shell tersebut. Proses optimisasi akan dibagi menjadi beberapa langkah yaitu :

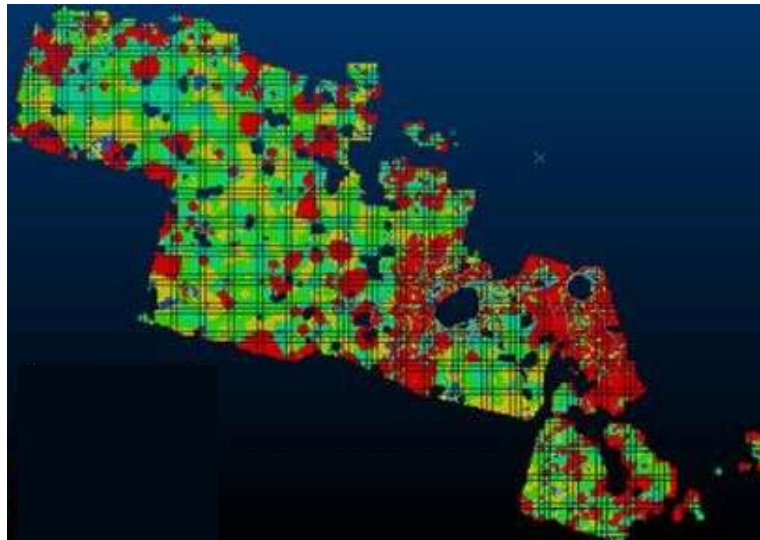
1. *Input block model*

Data blok model yang telah di-coding diinput ke dalam NPVS untuk menjadi basis data yang akan dioptimisasi. Saat melakukan input, akan dikonfirmasi atribut apa saja yang perlu dimasukkan dan diiterasi. Atribut yang dimasukkan dalam proses ini antara lain :

- Kadar tiap elemen – standar elemen Antam minimal 12 elemen yaitu Ni; Fe; SiO<sub>2</sub>; MgO; Co; CaO; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; MnO; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; SO<sub>3</sub>; TiO<sub>2</sub>
- Density basah (Wet Bulk Density) dan Density Kering (Dry Bulk Density)
- Moisture Content (MC)
- Kode Material
- Klasifikasi sumberdaya – dibagi menjadi 3 kode yaitu : kode 1 (*measured*); kode 2 (*indicated*); kode 3 (*inferred*).
- Zonasi/ Domain – data domain litologi dari endapan laterit. Domain ini diperoleh dari hasil estimasi sumberdaya blok model.



2. *Economic Modelling* – memasukkan input parameter ekonomi antara lain:
  - Ore Price – ore price diperoleh dari formulasi proyeksi harga nikel LME (USD/lb) yang diberikan bagian Finance Antam.
  - Mining Cost – biaya penambangan yang terdiri dari ore getting cost dan waste removal cost.
  - Processing cost – biaya pengolahan yang digunakan dalam proses penambangan. Misalnya penggunaan grizzly untuk mendapatkan size material di tambang yang memiliki persentase boulder yang relative tinggi.
3. Ultimate Pit – setelah mendapatkan hasil dari economic modelling dimana informasi harga dan biaya telah dimasukkan ke dalam blok model, maka proses selanjutnya adalah melakukan iterasi untuk mendapatkan ultimate pit shell. Langkah-langkah yang dilakukan adalah:
  - Memasukkan input parameter slope – data ini diperoleh berdasarkan informasi rekomendasi single slope Geoteknik untuk masing-masing site.
  - Menginput parameter annual discounting.
- c. Tahap Ekstraksi Data - Setelah ultimate pit shell selesai, data blok model dapat di-export dari NPVS. Blok model tersebut merupakan blok model hasil optimasi yang memberikan NPV positif. Data blok model ini kemudian akan digunakan untuk pit design dan mine scheduling.



Gambar 5. Contoh Blok Model Hasil Pit Optimisasi

### C.3. Pit Design

Blok model sumberdaya nikel hasil dari proses optimisasi selanjutnya akan masuk ke tahapan perancangan desain tambang. Sistem penambangan yang dipakai ialah Tambang Terbuka dengan metode Open Cast. Adapun tahapan yang dilakukan ialah sebagai berikut.

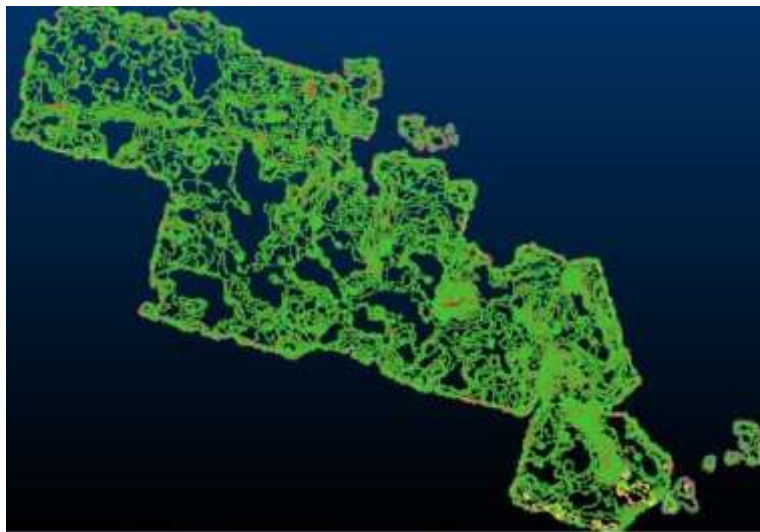
- a. Analisa sebaran bijih di blok model terbaru  
Blok model optimasi sumberdaya nikel akan dilihat dan dianalisa dari sisi sebaran bijih, topografi, arah, dan batasan penambangan.
- b. Membuat *cross section* di tiap layer lapisan bijih secara *bottom – up*  
Setelah menganalisa sebaran bijih dan arah penambangan, diketahuilah area-area mana yang cocok secara kuantitas dan kualitas untuk di tambang. Blok model di area tersebut di section per-meter tingkatan elevasinya dari yang paling rendah ke paling tinggi, untuk mendapatkan batasan penambangan secara vertical dari horizontal yang nantinya akan menjadi batas desain penambangan.
- c. Mengaplikasikan spesifikasi teknis & safety ke pit design  
Setelah mengetahui batas desain penambangan, maka selanjutnya ialah bagaimana merefleksikan Batasan tersebut ke dalam desain pit, dengan memasukan spesifikasi teknis yang sudah di uji dari sisi safety dan geoteknik meliputi tinggi jenjang, lebar bench, lebar catchbench, sudut kemiringan lereng dan sudut kemiringan lereng keseluruhan.

d. Membuat Ultimate Pit Design

Batasan penambangan bijih secara vertikal dan horizontal sebagai acuan utama sudah di dapatkan dan akan dipakai sebagai batasan teknis dan ekonomis penambangan. Untuk mendapatkan bentuk desain ultimate pit secara utuh, maka perlu mengkombinasikan antara batasan penambangan, blok model bijih, dan topografi permukaan hasilnya ialah sebagai berikut:

e. Mendapatkan blok model cadangan.

Ultimate Pit Design yang sudah didapatkan berikutnya akan dipakai sebagai batasan bawah. Batasan bawah ini nanti menjadi alas acuan utama untuk dipotongkan terhadap blok model sumberdaya. Sehingga semua blok model yang berada diatas / didalam pit design akan diambil sebagai bijih yang bisa ditambang dan bijih yang berada dibawah / diluar pit design tidak akan ditambang. Blok model hasil pemotongan inilah yang dipakai sebagai blok model dalam estimasi cadangan.



Gambar 6. Contoh Pembuatan Ultimate Pit Design

#### C.4. Penjadwalan Tambang

Kegiatan penjadwalan tambang meliputi beberapa sub-proses yang perlu dilakukan untuk mendapatkan gambaran tahapan penambangan dengan periode tahunan. Kegiatan ini meliputi:

1. Penentuan Target Produksi

Target produksi untuk masing-masing deposit didapatkan dengan melakukan penyesuaian antara karakter deposit dengan rencana pemanfaatan tahunannya.

2. Pembuatan batas zona penambangan

Batas zona penambangan dibuat berdasarkan acuan standar dalam operasi penambangan. Untuk endapan nikel laterite, batas zona ini mengacu pada batas antar bukit dengan asumsi operasi penambangan dimulai dari puncak bukit.

3. Analisa sebaran bijih dan skema blending

Dari masing-masing zona penambangan, dilakukan analisa sebaran bijih untuk melihat komposisi material dan stripping ratio masing-masing blok penambangan. Dari analisa tersebut, kemudian dibuat skema blending antar blok-blok penambangannya.

4. Iterasi proses penjadwalan tambang

Setelah didapatkan skema blending, dilakukan iterasi penjadwalan tambang dengan mengatur urutan tahapan penambangan untuk masing-masing blok penambangan.

5. Rekapitulasi material produksi per tahun

Hasil dari penjadwalan tambang kemudian direkapitulasi untuk mendapatkan detail rencana produksi tahunan, jumlah tonase stok serta detail material yang dipindahkan per tahunnya.

Hasil rekapitulasi penjadwalan tambang dari masing-masing site, kemudian digabungkan kembali untuk mendapatkan detail rencana suplai bijih jangka panjang untuk setiap proyek hilirisasi yang akan dilakukan oleh PT. ANTAM. Selain itu, hasil rekapitulasi ini, juga akan digunakan sebagai acuan dalam estimasi cadangan nantinya, setelah dilakukan pembuktian ekonomis.

#### **D. KESIMPULAN**

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini antara lain:

- 1) Rencana suplai bijih jangka panjang untuk kebutuhan strategi perusahaan dapat dipetakan dengan baik.
- 2) Integrasi antar deposit dapat dievaluasi dan memenuhi spesifikasi kebutuhan pabrik.
- 3) Rencana pemanfaatan bijih nikel yang sudah terpenuhi, sehingga menjadi dasar estimasi cadangan untuk masing-masing deposit nikel PT. ANTAM.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini, kami sampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada manajemen PT ANTAM TBK dalam hal ini Unit Geomin & TD yang telah memberikan kesempatan kepada Tim untuk mengeksplorasi tantangan terkait estimasi cadangan dan menuangkannya kedalam paper ilmiah serta kepada PERHAPI karena telah menyelenggarakan TPT XXIX PERHAPI 2020 sebagai wadah untuk bertukar informasi dan pengembangan diri.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Hustrulid, dkk. (2007): Open Pit Mine Planning & Design (3rd Edition). London: Taylor and Francis  
Fundamental
- PT Aneka Tambang Tbk dan subsidiaries, Laporan Keuangan Konsolidasian Interim/ 30 September  
2020 dan 31 Desember 2019 dan untuk periode sembilan bulan yang berakhir 30 September 2020  
dan 2019
- PT Aneka Tambang Tbk, 2019, Annual Report
- PT Aneka Tambang Tbk, 2020, Laporan Eksplorasi Oktober
- PT Aneka Tambang Tbk, 2020, Laporan Kuartalan Untuk Periode Sembilan Bulan Yang Berakhir 30  
September 2020