



**IAGI**



# Panduan Praktis Komoditas Nikel Laterit

Kode KCM I 2017



**Komite Cadangan Mineral Indonesia**

Panduan Praktis  
**Komoditas Nikel Laterit**  
Kode KCM I 2017

Disusun oleh :  
Komite Bersama KCM I  
IAGI - Ikatan Ahli Geologi Indonesia  
PERHAPI - Perhimpunan Ahli Pertambangan Indonesia

2023

## Kata Pengantar

Buku Panduan ini adalah pelengkap dari Kode KCMI 2017 dan merupakan pedoman praktis bagi para praktisi Competent Person Indonesia (CPI) dalam melakukan kegiatan pelaporan Hasil Eksplorasi, Estimasi Sumberdaya Mineral dan Estimasi Cadangan Mineral khusus untuk Nikel laterit. Endapan bijih Nikel laterit pada umumnya merupakan produk pelapukan batuan ultramafik dan seringkali mempunyai variasi tipe bijih yang beragam, tergantung pada genesa geologi dan geomorfologi endapan tersebut.

Selain variasi tipe bijih, program hilirisasi mineral juga mendorong CPI agar dapat memberikan pelaporan yang dapat memenuhi standar minimum dan dapat memenuhi kebutuhan pasokan bijih untuk smelter baik berupa NPI (*Nickel Pig Iron*), *Ferronickel* dan HPAL (*High Pressure Acid Leach*). Hal tersebut di atas merupakan tantangan tersendiri dan seringkali CPI dihadapkan pada berbagai pilihan dan strategi dalam melakukan kegiatan pelaporan hasil eksplorasi, estimasi sumberdaya mineral dan estimasi cadangan agar hasilnya memenuhi standar minimum, auditabel dan mudah dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan termasuk pemerintah dan investor.

Panduan ini bersifat praktis, umum dan dapat diperbaharui dari waktu ke waktu sesuai dengan masukan dari berbagai pihak. Pedoman ini disusun oleh kelompok kerja di bawah Komite Bersama KCMI

Jakarta, 1 Maret 2023

Komers KCMI

## Daftar Isi

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
1. Latar Belakang .....	1
2. Tujuan .....	1
3. Aspek Umum dan Terminologi .....	2
3.1. Competent Person Indonesia (CPI) .....	2
3.2. Organisasi Profesi Lain yang diakui ( <i>Recognized Professional Organization</i> – (RPO)...	2
3.3. Kategori Keahlian dan Basis Komoditas CPI .....	3
3.4. Upaya Pemenuhan Asas Transparansi .....	4
3.5. Upaya Pemenuhan Asas Materialitas .....	5
4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit.....	6
4.1. Identifikasi Batuan Asal .....	6
4.2. Mineralisasi Laterit .....	8
4.3. Metoda Sampling .....	9
4.4. Recovery Pengeboran .....	9
4.5. Survey Topografi .....	10
4.6. Pengeboran .....	11
4.7. Logging .....	12
4.8. Preparasi Sampel .....	12

## Daftar Isi

4.9. QAQC Sampel .....	14
4.10. Analisa Sampel .....	15
4.11. Pelaporan Hasil Eksplorasi .....	16
5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral .....	17
5.1. Database .....	17
5.2. Data Security dan Audit .....	17
5.3. Tipe Data .....	18
5.4. Data Validasi .....	18
5.5. Sumber Daya Nikel Laterit .....	21
5.6. Proses Estimasi Sumber Daya Mineral .....	21
5.7. Analisa Statistik ( <i>Exploratory Data Analysis-EDA</i> ) .....	22
5.8. Pemodelan Geologi Nikel Laterit .....	22
5.9. Komposit Sampel Databor .....	24
5.10. Analisa Variogram .....	26
5.11. Parameter Estimasi .....	27
5.12. Ukuran Blok Pemodelan .....	28
5.13. Radius Pencarian .....	28
5.14. Metoda Estimasi .....	29
5.15. Validasi Blok Pemodelan .....	29

## Daftar Isi

5.16. <i>In Situ Bulk Density/Moisture Content</i> .....	30
5.17. Klasifikasi Sumber Daya Mineral .....	31
6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral .....	32
6.1. Estimasi Cadangan Mineral .....	32
6.2. Prosedur Estimasi Cadangan dan Faktor Pengubah .....	33
6.3. Verifikasi dan Validasi Basis Data Sumber Daya .....	35
6.4. Penentuan <i>Cut-off Grade</i> .....	36
6.5. Penentuan <i>Break-Even Cut-off Grade</i> (Kadar Batas Pulang Pokok) .....	38
6.6. Optimasi Pit ( <i>Pit Optimization</i> ) .....	42
6.7. Parameter Penambangan .....	44
6.8. Penentuan Unit Biaya Produksi Tambang .....	49
6.9. Penentuan Asumsi Harga Bijih .....	55
6.10. Penyusunan Perencanaan Selama Umur Tambang ( <i>LoM Plan</i> ) .....	56
6.11. Perhitungan Kebutuhan Alat-alat Berat .....	58
6.12. Pembuatan Model Finansial .....	61
6.13. Klasifikasi Cadangan .....	64
6.14. Faktor Pemasaran .....	67
6.15. Faktor Lingkungan .....	68
6.16. Faktor Hukum .....	69

## Daftar Isi

6.17. Faktor Sosial .....	70
6.18. Faktor Metalurgi .....	70

## 1. Latar Belakang

- Perubahan Kode KCMI 2011 menjadi 2017 menuntut CPI untuk berpraktek lebih bijaksana dan hati-hati dalam melakukan estimasi dan Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya dan Cadangan Mineral.
- Tuntutan dari perusahaan pengguna jasa CPI untuk mengoptimalkan potensi sumberdaya dan cadangan yang dilaporkan.
- Adanya perbedaan pendekatan antar CPI dalam estimasi dan pelaporan sumberdaya dan cadangan pada kasus yang mirip yang berpotensi kontraproduktif dikalangan para pemangku kepentingan (*stakeholder*) CPI.

## 2. Tujuan

- Menyiapkan sebuah panduan praktis yang sederhana, mudah digunakan dan jelas (tidak ambigu), sehingga dapat dijadikan sebagai panduan oleh para CPI dalam melakukan Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya dan Cadangan Mineral.  
Panduan praktis yang dimaksud tidak sama dengan Petunjuk yang sudah tertulis secara italic dalam Kode KCMI 2017.
- Bersifat sebagai pelengkap dari panduan praktis yang sebelumnya telah dikeluarkan, yaitu definisi studi teknis dan rekomendasi format Laporan KCMI.
- Dalam Estimasi Sumber Daya Dan Cadangan Meskipun Sifatnya Tidak Wajib (Mandatory) Tetapi Panduan Praktis Sangat Disarankan Untuk Diikuti Oleh CPI

### 3. Aspek Umum dan Terminologi

#### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 3.1. Competent Person Indonesia (CPI)

Anggota IAGI/MGEI atau PERHAPI atau Organisasi Profesi Lain yang diakui (Recognised Professional Organisations – RPO) yang telah ditetapkan sebagai CPI melalui mekanisme masing-masing asosiasi profesi. Daftar terkini dari seluruh anggota CPI beserta keterangannya dapat dilihat di: <http://www.kcmi.or.id/list-cpi-member>

#### 3.2. Organisasi Profesi Lain yang diakui (Recognised Professional Organisations – RPO)

Organisasi profesi di luar IAGI/MGEI dan PERHAPI yang diakui oleh kedua asosiasi profesi tersebut melalui dukungan tertulis dari Komite Bersama KCMI. Daftar dari RPO terkini dapat dilihat di website KCMI.

## 3. Aspek Umum dan Terminologi

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

### 3.3.

#### Kategori Keahlian dan Basis Komoditas CPI

- Kategori Keahlian CPI ada 3, yaitu:
  1. CPI Pelaporan Hasil Eksplorasi (CPI-PHE)
  2. CPI Pelaporan Sumber Daya (CPI-ESM)
  3. CPI Pelaporan Cadangan (CPI-ECM)
- Komoditas keahlian CPI terdiri dari mineral dan batubara. Mineral dibagi menjadi komoditas yang spesifik, seperti emas dan mineral pengikutnya, nikel, bijih besi, timah, mineral industri dan lain-lain.
- Pelaporan yang dilakukan CPI harus sesuai dengan kategori keahlian dan komoditas yang dikuasai. Pengecualian untuk komoditas yang belum tersedia CPI-nya, dimana ketentuan penggunaan CPI dalam pelaporan diatur oleh Kombers KCMI.
- Setiap CPI tidak dibatasi untuk memiliki lebih dari satu kategori keahlian dan komoditas, sepanjang memenuhi ketentuan Komite CPI masing-masing asosiasi profesi.
- CPI tidak dilarang terlibat dalam pekerjaan diluar kategori keahlian dan komoditas yang dikuasainya, sepanjang hanya sebagai kontributor dan tidak menandatangani laporan sebagai CPI.

### 3. Aspek Umum dan Terminologi

#### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

## 3.4.

#### Upaya Pemenuhan Asas Transparansi

- Asas-asas Transparansi ditekankan kepada “Bagaimana CPI menyajikan hasil pekerjaannya” terkait Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya dan Cadangan dalam Laporan KCMI
- CPI sangat disarankan untuk meningkatkan keterampilannya dalam penulisan Laporan Teknis dalam upaya meminimalkan kesalahan-kesalahan yang tidak diinginkan, yang berpotensi membingungkan atau menyesatkan pembaca Lapornya
- CPI yang terlibat dalam pelaporan perlu membuat pernyataan terkait penguasaan sepenuhnya versi Bahasa yang digunakan dalam Lapornya. CPI juga sangat disarankan untuk membuat Laporan dalam versi Bahasa utama yang dikuasainya. Apabila diminta menerjemahkan Lapornya ke dalam Bahasa Asing yang tidak terlalu dikuasainya, maka CPI tersebut perlu berkolaborasi dengan CPI lain yang menguasai sepenuhnya Bahasa asing tersebut.

### 3. Aspek Umum dan Terminologi

#### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

## 3.5.

#### Upaya Pemenuhan Asas Materialitas

- Asas-asas Materialitas ditekankan kepada “Apa yang disajikan oleh CPI” dalam laporan KCMI.
- CPI dengan kesadaran penuh perlu menyampaikan seluruh hal terkait pelaporan yang dilakukannya agar jelas dan terbuka sehingga pembaca tidak salah memahami Laporannya.
- CPI harus bisa mengidentifikasi apakah suatu informasi bersifat relevan dan menentukan, termasuk informasi mana yang dibutuhkan untuk diketahui.
- Secara kuantitatif, penjelasan dengan nilai besaran lebih dari 5% maka dapat diasumsikan material, kecuali jika ada bukti atau pernyataan kuat yang menyatakan sebaliknya. Perbedaan dengan nilai kurang 5% maka dapat diasumsikan tidak material, kecuali ada bukti atau pernyataan kuat yang menyatakan sebaliknya.
- Secara kualitatif, sifat dari informasi tersebut dan apakah informasi tersebut dapat berpengaruh terhadap keputusan ekonomis investor.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 4.1.

#### Identifikasi Batuan Asal

- Nikel laterit merupakan produk dari pelapukan batuan yang mengandung unsur Nikel di dalam mineral asalnya, yakni umumnya olivin dan piroksen sebagai mineral utama.
- Olivin dan piroksen terdapat dalam batuan ultramafik seperti dunit, peridotit dan piroksenit. Sehingga area prospek nikel laterit yang menjadi target utama dalam eksplorasi adalah pada batuan tersebut.
- Batuan ultramafik seringkali mengalami proses Serpentinisasi dalam berbagai tingkatan. Penentuan derajat serpentinisasi pada batuan ultramafik sangat penting dilakukan untuk melihat tipe dan karakteristik bijih yang bisa dijadikan panduan pada saat menentukan proses sampling (eksplorasi/penambangan) dan proses metalurgi pada tahap eksplorasi berikutnya.
- Pada batuan ultramafik tidak terserpentinisasi (unserpentinized), pengkayaan nikel akan berada pada material berukuran halus (umumnya ukuran < 1 inci), sehingga sampling dan

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

penyaringan perlu dilakukan untuk mengetahui tipe bijih dan ukuran material yang dianggap tidak ekonomis dan harus dipisahkan pada saat penambangan.

- Pada batuan ultramafik yang terserpentinisasi (serpentinized), pengkayaan nickel seringkali masih dijumpai pada material yang kasar (batu umumnya > 1 inci), sehingga sampling dan penyaringan dalam berbagai ukuran perlu dilakukan untuk melihat sampai pada ukuran berapa material tersebut mengandung nikel yang bisa dianggap ekonomis.
- Setiap endapan nikel laterit biasanya mempunyai karakteristik masing-masing. Disarankan strategi sampling dan penyaringan disesuaikan dengan ukuran potensi mineralisasi di daerah tersebut.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 4.2.

#### Mineralisasi Laterit

- Nikel laterit terbentuk dari pelapukan dan melalui proses lateritisasi dari batuan induk yang mengandung nikel. Pengkayaan nikel umumnya terjadi di zona saprolit dan limonit. Pengkayaan nikel dan kobalt umum terjadi di zona limonit.
- Faktor geologi batuan dasar, iklim, cuaca, curah hujan, struktur geologi, kondisi topografi dan geomorfologi sangat memengaruhi proses lateritisasi.
- Area berpotensi untuk pembentukan endapan nikel laterit umumnya adalah pada area dengan kemiringan lereng yang relatif landai, yakni kurang dari 30%. Pada area landai ini, pengaruh air hujan dan muka air tanah yang naik turun akan memberikan zone pelapukan yang tebal, dimana pada area muka air tanah tersebut menjadi area pengkayaan Nikel laterit.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 4.3.

##### Metoda Sampling

- Metoda sampling yang umum digunakan adalah pemboran inti karena keterwakilan ukuran sampel dan penetrasi kedalaman yang memadai untuk kebutuhan estimasi sumberdaya mineral.
- Ukuran inti bor (*core diameter*) harus mewakili heterogenitas material yang akan diambil. Umumnya, pengambilan sampel menggunakan pemboran inti dengan diameter diatas 6 cm (*HQ size*), penggunaan diameter sampel dibawah itu misalkan ukuran NQ dapat dilakukan apabila ukuran material homogen seperti di lapisan limonit.
- Interval sampel yang umum dilakukan di nikel laterit didasarkan pada perbedaan geologi (*geological break*) dengan panjang interval 1 meter dan minimum 15 cm.
- Untuk mencegah kesalahan interval sampel akibat adanya ekstrusi dan atau sampel yang mengembang (*swelling*), maka pemboran dilakukan maksimum 1 meter untuk setiap run, terutama untuk material limonit dan saprolit lunak.

#### 4.4.

##### Recovery Pengeboran

- Recovery pengambilan sampel dihitung untuk setiap run pemboran.
- Recovery pengambilan sampel yang disarankan minimum 90%.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 4.5.

#### Survey Topografi

Untuk kondisi permukaan yang alami di Indonesia, urutan metode survey topografi mulai dari yang paling valid adalah sebagai berikut:

- Metode ground survey dengan Total Station atau GPS Geodetik valid disemua kondisi lahan.
- LiDAR (*airborne* atau UAV) bisa digunakan di semua kondisi lahan, meskipun tidak sepresisi metode ground survey, tapi hasilnya cukup representatif untuk estimasi sumberdaya dan cadangan mineral.
- Data SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) terbukti tidak cukup valid untuk kondisi topografi di Indonesia dan hanya bisa digunakan untuk mendukung penyelidikan awal.
- Skala minimum hasil survey topografi perlu ditetapkan oleh CPI sumberdaya, minimum detail topografi dengan jarak titik observasi 5 m atau lebih rapat apabila terdapat perbedaan topografi yang mencolok.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Hasil survey topografi perlu dibandingkan dengan hasil survey collar titik bor (yang secara teknis dilakukan menggunakan metode *ground survey*). Selisih elevasi antara permukaan topografi dan titik *collar* harus berada dibawah 50 cm.
- Pada kondisi tambang yang sudah berjalan, data topografi keseluruhan harus dikombinasikan dengan data survey daerah tambang yang telah dibuka dan selalu update, termasuk digunakan untuk memotong hasil estimasi sumberdaya yang telah tertambang atau studi rekonsiliasi penambangan.

### 4.6.

#### Pengeboran

- Titik bor wajib dilengkapi dengan data koordinat rencana (plan) dan aktual lokasi pemboran, serta logging geologi yang memuat paling tidak informasi mengenai Nomor titik bor (*Holes ID*), interval kedalaman, interval sampel, *recovery* pengeboran, jenis material, tekstur geologi dan mineral dominan.
- Koordinat aktual lokasi pemboran perlu diambil dengan metode survey yang valid seperti *ground survey* topografi dengan menggunakan Total Station atau GPS Geodetik, memiliki referensi titik ikat atau *BenchMark (BM)*, datum referensi dan transformasi yang sama dengan survey topografi.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 4.7.

#### Logging

- Logging geologi dilakukan untuk setiap interval sampel.
- Logging geologi paling tidak memuat informasi mengenai:
  - *Hole ID*
  - Interval sampel (*From – To*)
  - *Core recovery*
  - Jenis Material
  - Warna
  - Tekstur geologi
  - Mineral dominan
- Semua sampel inti perlu didokumentasikan minimal dengan cara mengambil *photocore* yang memuat informasi nama proyek, *Hole ID*, interval sampel dan *End of Hole (EoH)*.

#### 4.8.

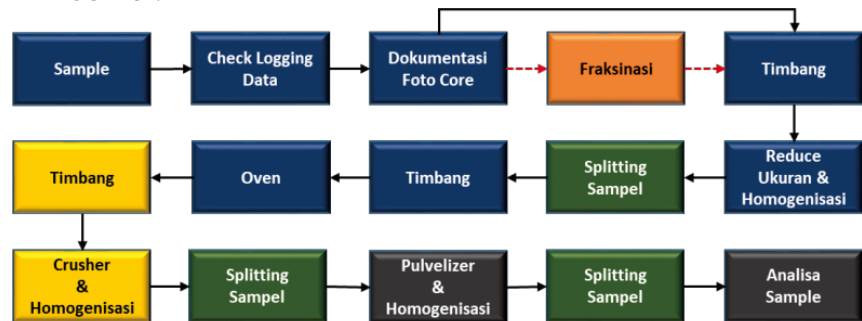
#### Preparasi Sampel

- Sebelum melakukan preparasi sampel, memastikan dahulu urutan sample berdasarkan data logging geologi.
- Preparasi sampel dilakukan per interval sampel atau *geological break*.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Urutan proses preparasi sampel paling tidak adalah sebagai berikut:



- Sample ditimbang basah
- *Mixing* dan homogenisasi manual
- *Splitting/Quartering* hingga mendapatkan berat 0.5–2 kg
- Sample yang telah diquartering ditimbang basah
- Sample dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C hingga beratnya konstan ( $\pm 8$  jam)
- Sample ditimbang kering
- Sample yang telah kering di *crusher/pulverlizer* hingga berukuran 200 mesh

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Proses preprasi sample diatas dapat dimodifikasi untuk mendapatkan potensi optimum bijih nikel laterit. Contoh untuk batuan *unserpentinezed* mungkin penggunaan fraksinasi sample sebelum ditimbang basah dapat digunakan sebagai salah satu pilihan untuk mendapatkan informasi kadar bijih optimum pada ukuran tertentu..

## 4.9.

### QAQC Sampel

- *Quality Control (QC)* sampel diambil untuk setiap *batch* sampel.
- Umumnya 1 *batch* terdiri dari 20 sampel original.
- Dalam 1 *batch* sampel, sampel QC yang diambil berupa:
  1. 1 sampel duplikat basah yang diambil pada proses *splitting* sampel basah
  2. 1 sampel duplikat *coarse reject* yang diambil pada proses *splitting double roller crusher* yang berukuran 3 mm
  3. 1 sampel duplikat *pulp* yang diambil pada proses *splitting pulp* sampel
  4. 1 sampel *blank* yang disisipkan selama proses preparasi
  5. 1 sampel *screen test* yang dilakukan pada *pulp* hasil proses *pulverizer*

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Mengikutsertakan minimal 1 sampel standar dengan range berbeda (CRM dan atau SRM) untuk setiap *batch*
- Minimal terdapat 3 range CRM/SRM mewakili kadar tinggi, sedang dan rendah.
- Mengikut sertakan 1 *repeat* sample untuk setiap *batch*
- Melakukan minimal 1 *umpire* sample setiap 2 *batch*

## 4.10.

### Analisa Sampel

- Terdapat beberapa metode analisa sampel yaitu XRF ataupun metode *wet analysis*. Namun umumnya menggunakan XRF dengan instrumen *Energy Dispersive (ED-XRF)* maupun *Wavelength Dispersive (WD-XRF)*.
- Preparasi sampel dapat dalam bentuk *fused bead* ataupun *pressed pellet powder*.
- Analisa sampel sebaiknya menggunakan metoda *fused bead* yang lebih konsisten dan stabil dalam pembacaan kadar unsur dan dengan pilihan instrumen WD-XRF agar mendapatkan hasil analisa laboratorium yang presisi dan akurat.
- Melakukan analisa paling sedikit 9 unsur yaitu Ni, Co, Fe, SiO<sub>2</sub>, MgO, CaO, Cr, Al dan Mn, serta *LOI (Los on Ignition)*.

## 4. Aspek Teknis Eksplorasi Nikel Laterit

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 4.11.

##### **Pelaporan Hasil Eksplorasi**

- Hasil eksplorasi dapat dilaporkan dengan menyertakan informasi yang jelas tentang aktifitas eksplorasi, metoda survey dan metoda pengambilan sampelnya beserta hasilnya. Hasil Eksplorasi tidak cukup dinyatakan sebagai bagian dari Sumberdaya Mineral dan dapat dilaporkan berupa range kadar dan tonasenya untuk memberikan gambaran dimensinya.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.1.

##### Database

- Penyimpanan data direkomendasikan menggunakan standar database (*DBMS-Database Management System*), tidak menggunakan *mining software* atau *spreadsheet*.
- Semua transfer data disarankan berupa format digital termasuk logging geologi.
- Manual data atau *double data entry* sebisa mungkin dihindari.

#### 5.2.

##### Data Security dan Audit

- Disarankan memiliki *backup* data yang dilakukan secara rutin atau periodik termasuk *copy data* di luar *site*.
- *Hard copy/original input file* harus di simpan sehingga memungkinkan untuk dilakukan audit.
- Rutin melakukan audit acak sekitar 5 – 10% dari database dengan melakukan *cross check* antara original data dan database.
- Semua perubahan yang dilakukan di dalam database harus tercatat.
- Semua validasi dan perubahan yang diperlukan harus mendapatkan persetujuan *database administrator*.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.3.

##### Tipe Data

- Tipe data yang disimpan dalam database paling tidak meliputi:
  - *Raw data*; berupa input data seperti *assay*, *collar*, *survey*, *density*, *logging geologi*, *preparasi sampel*
  - *Metadata*; Input data yang telah dilakukan pemrosesan dan kalkulasi
  - *Rasio*; dapat berupa  $Fe/Ni$ ,  $SiO_2/MgO$ , *dst*
  - *File validasi* dan *lookup table* hasil *query*

#### 5.4.

##### Data Validasi

- Semua validasi data harus dilaporkan kembali kepada *database administrator* untuk dilakukan perbaikan di database.
- Validasi database meliputi tetapi tidak terbatas pada:
  1. Hubungan antar tabel – melakukan cek jumlah dan kesesuaian ID titik bor, *collar* dan *assay*
  2. Duplikat data
  3. Validasi spasial – melakukan cek data dalam 3 dimensi untuk memastikan lokasi data telah benar
  4. Topografi – mengecek apakah telah terdapat perubahan topografi akibat penggalian atau penimbunan

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

5. Interval yang saling berpotongan (*overlapped*)
  6. Kesalahan di elevasi *collar* (terhadap topografi)
  7. Status *collar* – apakah masih terdapat *collar* dengan koordinat *plan*? Apabila masih ada perlu dipastikan apakah *collar* tersebut masih berupa *plan* atau telah dilakukan pemboran tetapi tidak disurvei
  8. Survey sistem referensi koordinat. Sistem grid apa yang digunakan (*geoids* atau *ellipsoids*) dan apakah dilakukan transformasi data atau tidak?
- Validasi assay meliputi tetapi tidak terbatas pada:
    1. Hubungan antar tabel – memastikan apakah semua data geologi mempunyai *collar* dan ID yang sama dengan data *collar*
    2. Duplikat data – memastikan tidak terdapat duplikasi assay atau geologi
    3. *Overlapped interval* atau interval dengan panjang nol – memastikan tidak terdapat interval yang saling berpotongan atau bernilai 0.
    4. Negatif dan Alphanumerik – memastikan tidak terdapat hasil analisa yang bernilai negatif atau atribut Alphanumerik.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

5. *Absent data* – pastikan apakah data absen (*null*) ini akibat tidak dianalisa atau dibawah limit deteksi alat, apabila angka dibawah limit deteksi maka nilai tersebut harus diubah ke setengah nilai limit deteksi.
6. Nilai *error* – Memastikan tidak terdapat nilai *error*. Contoh: *Moisture Content* yang bernilai negatif, total oksida yang keluar dari *range* yang di syaratkan, nilai kimiawi yang tidak sesuai dengan mineralogi utama.
7. Interval sampel yang hilang – cek apakah ada interval sampel yang hilang, apabila ada pastikan apakah hal tersebut karena kesalahan input, *core loss* atau ketidakcukupan sampel.
8. *End of Holes (EoH)* – Cek kesesuaian antara jumlah interval sampel dan panjang sampel
9. Unit Assay – cek satuan unit yang digunakan (% , ppm, dll)
10. Unsur logam atau Oksida (Ni atau NiO, atau Si atau SiO<sub>2</sub>, dll)
11. Logging – Cek kode standar logging dan prosedur yang digunakan. Lihat apakah terdapat kode yang tidak konsisten. Seperti kode warna, batuan atau kode mineral, dll.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.5.

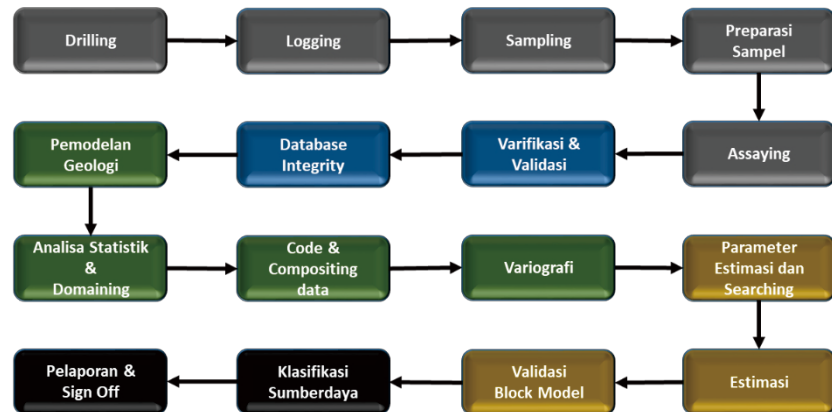
#### Sumber Daya Nikel Laterit

- Bagian dari cebakan nikel laterit yang lokasi, kuantitas, kualitas, karakteristik geologi dan kemenerusannya telah diketahui berdasarkan interpretasi dari bukti-bukti geologi tertentu dan memiliki keprospekkan beralasan sehingga pada akhirnya bisa ditambang secara ekonomis.

#### 5.6.

#### Proses Estimasi Sumber Daya Mineral

- CPI yang melakukan estimasi Sumberdaya nikel laterit dapat mengikuti alur proses secara umum seperti berikut di bawah ini.



## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.7.

#### Analisa Statistik (*Exploratory Data Analysis-EDA*)

- Minimal melakukan analisis statistik univariat dan melihat distribusi/populasi data dalam bentuk histogram untuk masing-masing unsur dalam setiap domain, ada tidaknya *outlier* data, dan kemungkinan untuk merencanakan *top-cut/capping*.
- Melakukan analisa statistik bivariat dan melakukan *plotting* dalam bentuk *scatter plot* antar unsur di setiap domain geologi untuk melihat korelasi dan ada tidaknya anomali atau kemungkinan *error*.
- EDA dapat dilakukan pada sampel original ataupun sampel setelah dikomposit. *Top-cut/capping* sebaiknya dilakukan pada kondisi data setelah dikomposit. Jika dilakukan pada data original sebaiknya berupa data akumulasi metal (kadar *assay* x panjang interval) bukan sekedar *assay* saja.

#### 5.8.

#### Pemodelan Geologi Nikel Laterit

- Model geologi dibuat berdasarkan data logging geologi yang divalidasi terhadap karakter kadar kimianya.
- Melakukan *domain* geologi dengan melihat distribusi spasial sampel sehingga didapatkan domain geologi yang memenuhi kriteria homogen secara geologi dan statistik serta mempunyai orientasi yang sama.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Secara umum domain geologi mengikuti model geologi yaitu limonit, saprolit dan *bedrock*. Kecuali pada kondisi tertentu dimana terdapat lebih dari satu populasi pada model geologi maka perlu dilakukan domain ulang. Contoh: limonit dipisahkan menjadi *red limonite*, *yellow limonite* dan seterusnya atau saprolit dipisahkan menjadi *soft saprolite*, *rocky saprolite*, dan seterusnya.
- Model geologi dapat dibuat dengan cara melakukan korelasi setiap batas lapisan geologi dan dibuat dalam bentuk *wireframe*, *digital terrain model* atau *solid* untuk setiap lapisan geologi.
- *Wireframe* bagian paling atas merupakan permukaan topografi.
- Memastikan setiap lapisan geologi tidak saling berpotongan.
- Memastikan batas antar lapisan geologi apakah berupa batas tegas atau gradasional dengan melakukan *Contact Analysis*.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.9.

#### Komposit Sampel Databor

- Komposit dilakukan untuk setiap *domain* geologi.
- Panjang komposit sampel adalah panjang interval terbanyak yang ada pada masing-masing *domain* geologi. Contoh apabila sebagian besar interval sampel mempunyai panjang 1 meter maka komposit sampel dilakukan dengan panjang 1 m.
- Sampel Residual adalah sampel yang tersisa pada bagian akhir komposit sampel.
- Minimum panjang sampel residual yang digunakan dalam proses estimasi adalah setengah dari panjang komposit sampel. Contoh apabila panjang komposit sampel 1 m, maka minimum sampel yang digunakan dalam estimasi adalah 0,5 meter.
- Proses komposit memperhitungkan proporsi berat kering sampel terhadap panjang intervalnya. Komposit dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti:
  1. *Down holes compositing* yaitu melakukan komposit sampel databor dari atas ke bawah dan meninggalkan residual sampel dibagian bawah.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

2. *Upward compositing*, untuk beberapa kasus dimana pengkayaan Nikel berada di bagian bawah seperti di lapisan limonit, maka komposit sampel lebih baik dilakukan dari bawah ke atas dan meninggalkan residual sampel dibagian atas.
  3. *Proporsional compositing* yaitu melakukan komposit sampel dengan cara membagi rata panjang interval sampel dalam satu domain mendekati nilai panjang komposit yang diinginkan.
- Melakukan perbandingan antara original sampel dan hasil komposit sampel. Perbandingan meliputi panjang sampel, nilai rata-rata kadar, nilai minum dan maksimum kadar sebelum dan sesudah komposit. Seberapa besar perbedaan data sebelum dan sesudah dikomposit.
  - Apabila terdapat perbedaan nilai kadar rata-rata antara original dan hasil komposit lebih dari 5% maka perlu di lakukan komposit ulang dengan panjang komposit yang berbeda dari sebelumnya.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.10.

#### Analisa Variogram

- Variogram dibuat untuk semua elemen yang relevan yang akan diestimasi di setiap domain geologi.
- Membuat kontur variogram (*variogram map*) untuk melihat ada tidaknya *trend/anisotrophy* ataupun rotasi geologi untuk menentukan sumbu mayor dan sumbu minor dari variogram serta sudut rotasinya jika ada.
- Menentukan lag dan toleransi lag. Lag yang digunakan umumnya mempertimbangkan spasi pemboran. Apabila *grid* pemboran tidak regular maka dibutuhkan *lag tolerance*.
- Nikel laterit merupakan endapan permukaan yang terbentuk selama proses pelapukan kimiawi batuan ultramafik di permukaan bumi. Secara geologi, endapan terbentuk sebagai selimut mineralisasi yang luas dan bergelombang secara lateral dengan anisotropi vertikal yang kuat. Mengalami erosi, denudasi dan dikontrol oleh geomorfologi dan kemiringan lereng yang bervariasi. Struktur deposit ini memberikan tantangan estimasi bagi metode estimasi sumber daya klasik dan geostatistik. Kontrol terhadap orientasi estimasi endapan nikel dapat dilakukan dengan metoda *dynamic anisotropy*, *unfolding*, *un-wrinkling*, ataupun metoda lainnya.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- *Fitting* variogram diawali dengan menentukan *nugget effect* dari *downhole* variogram.
- *Fitting* variogram arah *horizontal* untuk menentukan *sill* dan *range* yang menunjukkan batas hubungan spasial antar sampel.

## 5.11.

### Parameter Estimasi

- Parameter estimasi meliputi penentuan ukuran blok (*cell size*), titik-titik diskretisasi di dalam blok, radius pencarian, jumlah maksimum dan minimum sampel, jumlah sample *per octant* jika menggunakan metoda *octant* di dalam ellipsoid.
- Penentuan parameter estimasi dilakukan untuk mendapatkan parameter yang optimal dengan pendekatan geostatistik seperti menggunakan *cross validation* atau prinsip-prinsip QKNA, atau pun pendekatan lainnya.
- Kriteria parameter estimasi optimum dapat dinilai dengan mempertimbangkan beberapa atribut seperti; *Slope of Regression* antara kadar blok “sebenarnya” terhadap kadar blok yang diestimasi, Koefisien Korelasi, *Distribusi kriging weight*, *kriging variance* atau standard deviasi, *Kriging Efisiensi*, dan lain-lain.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.12.

##### Ukuran Blok Pemodelan

- Ukuran optimum blok pemodelan yang digunakan sebaiknya  $\frac{1}{2}$  dari spasi pemboran. Ukuran blok pemodelan dapat lebih kecil dengan pertimbangan geostatistik seperti melalui QKNA.
- Total volume blok model setiap domain harus di validasi terhadap volume dari *wireframe* geologi. Apabila perbedaan volume blok pemodelan dan *wireframe* geologi lebih dari 1% maka perlu dilakukan pengecekan kembali atau pilihan penggunaan *sub-cell*.

#### 5.13.

##### Radius Pencarian

- Radius pencarian sampel (*search radius*) dapat ditentukan berdasarkan pertimbangan dari range variogram, spasi pemboran ataupun hasil simulasi QKNA.
- Set radius pencarian secara bervariasi dan bertingkat (*nested structure*) jarak maupun jumlah sampelnya untuk mengurangi blok yang tidak terestimasi. Tingkatan radius pencarian berbanding lurus dengan tingkat keyakinan estimasi.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 5.14.

##### Metoda Estimasi

- Estimasi sumberdaya nikel dapat dilakukan dengan beberapa metoda yang disesuaikan dengan karakteristik geologi, statistik dan kompleksitas datanya seperti; poligonal, *nearest neighbors*, *inverse distance weighing*, *ordinary kriging*, dan metoda geostatistika lanjut lainnya.

#### 5.15.

##### Validasi Blok Pemodelan

- Validasi blok model dilakukan secara visual dan statistik.
- Validasi visual dilakukan dengan cara membuat penampang melintang antara data pemboran dan blok model. Nilai kadar hasil estimasi dan data pemboran ditampilkan dengan skala legenda yang sama untuk dibandingkan dan dilihat kemungkinan adanya perbedaan mencolok (bias). Observasi penampang ini dilakukan ke segala arah baik vertikal maupun horizontal (*plan view*) dan melingkupi seluruh area yang diestimasi.
- Validasi statistik dilakukan dengan cara:
  - Membandingkan rata-rata kadar global, nilai minimum – maksimum, dan variance antara data pemboran, komposit data bor, dan hasil estimasi blok model.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- *QQ plot* yaitu grafik yang membandingkan distribusi probabilitas *quantile* data antara sampel dan hasil estimasi blok model.
- *Swath Plot* yaitu grafik yang membandingkan dua set data antara sampel dan hasil estimasi blok model dengan beberapa set interval (misalkan spasi pemboran) pada arah tertentu seperti arah Utara-Selatan, Barat-Timur dan arah vertikal sejajar elevasi. Dapat mengidentifikasi bias lokal dan *smoothing* kadar pada derajat tertentu.

### 5.16.

#### *In Situ Bulk Density/Moisture Content*

- Karena adanya variabilitas dari mineralogi, porositas, pemadatan, kandungan batuan dan drainase internal di dalam profil laterit, maka kadar air dan *bulk density* kering akan sangat bervariasi. Berat basah harus segera ditentukan sebelum kehilangan banyak air.
- Pengukuran insitu *bulk density* bisa diperoleh dari beberapa pendekatan yaitu data pemboran inti-caliper, penggalian puritan uji (*testpit*), *mining bulk test*, dan *downhole geophysic* (*gamma*) jika memungkinkan.

## 5. Aspek Teknis Estimasi Sumber Daya Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Penting untuk memastikan bahwa sampel tersebut mewakili bagian dari profil yang sedang dipertimbangkan untuk diproduksi yaitu mempertimbangkan *cut-off grade* dari material yang akan ditambang. Di lapisan limonit masih terdapat fluktuasi *moisture content* dan kadar besi secara vertikal yang mempengaruhi sensitivitas *density material*.

### 5.17. Klasifikasi Sumber Daya Mineral

- Klasifikasi sumberdaya mineral dipengaruhi oleh kualitas dan kecukupan data yang digunakan dalam estimasi, tingkat keyakinan dan kemenerusan geologi yang direfleksikan oleh spasi pemboran. Parameter tersebut diuji dan dikuantifikasi dengan atribut-atribut hasil analisa geostatistik seperti variogram, *variance kriging*, *slope of regression*, koefisien korelasi, efisiensi kriging, dan metoda ilmiah lainnya termasuk hasil rekonsiliasi tambang.
- Kualitas data dapat dilihat dari hasil *QAQC monitoring* dan manajemen databasenya.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 6.1.

#### Estimasi Cadangan Mineral

- Cadangan adalah bagian dari sumber daya yang memiliki keyakinan geologi memadai (tertunjuk dan/atau terukur) yang dapat ditambang secara ekonomis (*"economically mineable"*).
- Cadangan dapat ditambang artinya telah layak secara teknis dan lingkungan, sementara cadangan ekonomis artinya menghasilkan keuntungan sesuai harapan investor.
- Sebagaimana yang didefinisikan dalam gambar 1 Kode KCMI 2017, cadangan dikonversi dari sumber daya tertunjuk dan/atau terukur dengan mengkaji 10 faktor pengubah.
- Kajian tersebut perlu dilakukan setidaknya pada tingkat studi prakelayakan.

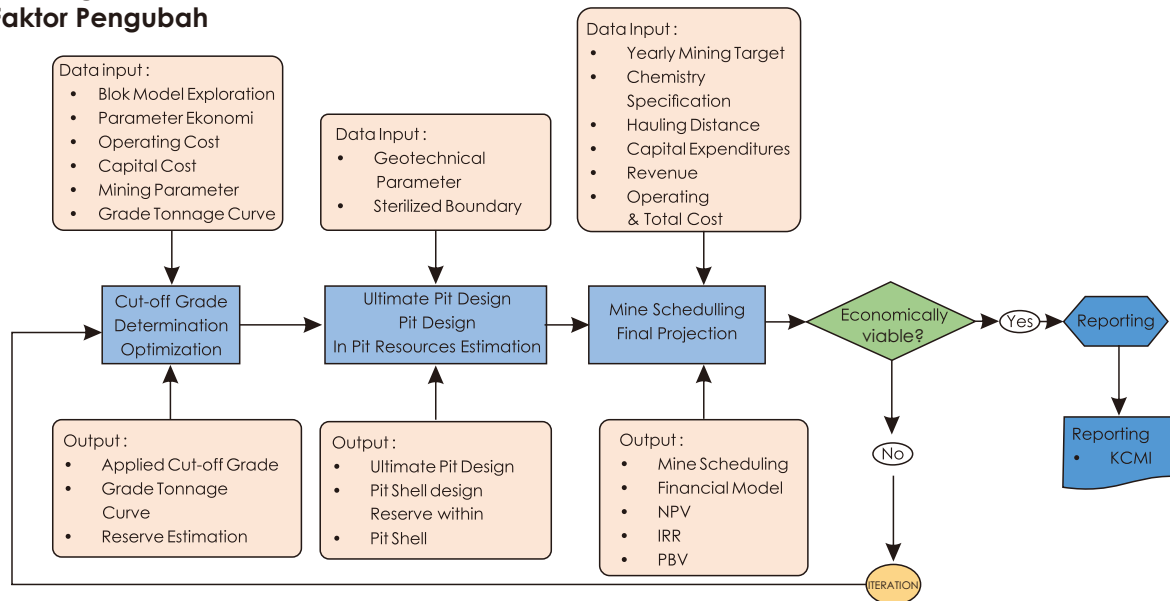
## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

## 6.2.

### Prosedur Estimasi Cadangan dan Faktor Pengubah

- CPI yang melakukan estimasi Cadangan disarankan untuk mengikuti prosedur berikut ini.



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Secara umum, tahapan prosedur estimasi cadangan adalah sebagai berikut.
  - verifikasi data-data eksplorasi dan data-data pendukung lainnya,
  - penentuan *cut-off grade* dan/atau optimasi pit (*pit optimization*),
  - perancangan desain tambang,
  - penjadwalan produksi,
  - perhitungan kebutuhan alat-alat berat,
  - perhitungan belanja modal (*capital expenditure*) dan biaya operasi,
  - penyusunan model keekonomian, dan
  - penyusunan laporan.

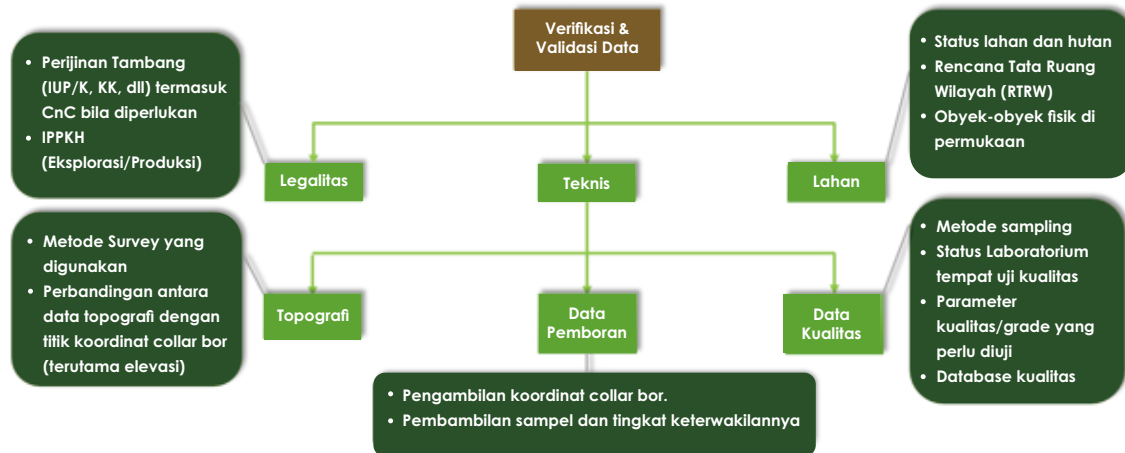
## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

### 6.3.

#### Verifikasi dan Validasi Basis Data Sumber Daya

- Dalam melakukan verifikasi dan validasi basis data sumber daya, CPI Cadangan disarankan mengikuti prosedur berikut.



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

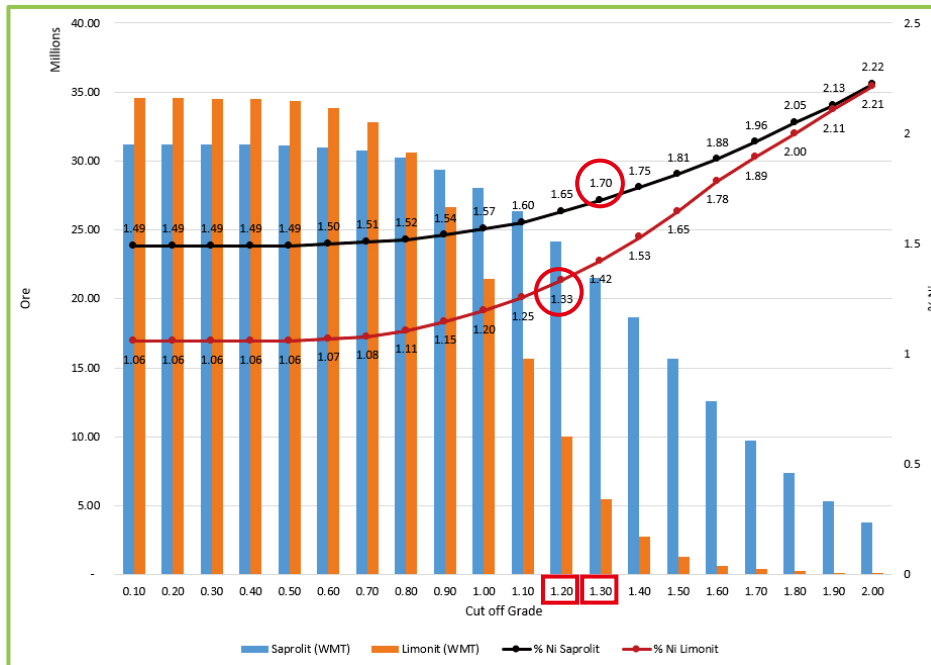
#### 6.4.

#### Penentuan *Cut-off Grade*

- CPI dapat melakukan penentuan batas *cut-off grade* berdasarkan perhitungan kurva tonase dan kadar (*Grade-Tonnage Curve*).
- Beberapa acuan yang bisa dipakai untuk menentukan *cut-off grade* adalah:
  - Kebutuhan *chemistry* jangka panjang target pasar, misalnya jumlah kandungan nikel (Ni), kobalt (Co), besi (Fe), rasio S/M, atau *basicity*.
  - Skenario dan peluang untuk mencampur bijih (*blending*) dengan yang memiliki karakteristik berbeda dari daerah lain juga bisa digunakan sebagai pertimbangan.
- Penentuan *cut-off grade* perlu mempertimbangkan keberlangsungan pemasaran (*marketing sustainability*).
- CPI perlu meng-*exercise break-even cut-off grade* sebagai kontrol terhadap *cut-off grade* yang ditetapkan.
- Berikut ini ilustrasi penentuan *cut-off grade* dengan *Grade-Tonnage Curve*.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN



#### KETERANGAN

- Jika menginginkan penjualan bijih saprolit berkadar 1,7%-Ni maka cut-off grade yang digunakan adalah 1,3%-Ni.
- Jika menginginkan penjualan bijih limonit berkadar 1,3%-Ni maka cut-off grade yang digunakan adalah sekitar 1,2%-Ni.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 6.5.

#### Penentuan *Break-Even Cut-off Grade* (Kadar Batas Pulang Pokok)

- CPI diharapkan mengontrol *cut-off grade* yang dipilih dengan menghitung *break-even cut-off grade* untuk deposit pada area yang sedang dilakukan pelaporan.
- *Break-even cut-off grade* adalah *cut-off grade* ketika harga penjualan bijih pada kadar nikel tertentu sama dengan biaya penambangannya.
- Berikut ini ilustrasi penentuan *break-even cut-off grade*.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Project Years	TOTAL	Unit Cost (USD/Ton)	Remark
<b>Material</b>			
Overburden	12,731,358		BCM
Total Ore	4,798,704		Ton
<b>Royalty, Dead Rent, Land and Building Tax</b>			
Royalty	16,434,396	3.42	
Dead Rent	74,283	0.02	
Land and building tax	2,641,320	0.55	
<b>Cost of Good Sold</b>			
Saprolit Mining Cost (Ore Getting, Load, Haul, Dump)	47,987,037	10.00	
Grade Control	3,359,093	0.70	
Surveys and Production Drilling	2,508,033	0.52	
Land Use and Crop Compensation	2,508,033	0.52	
Environmental Safety	4,012,853	0.84	
Health, safety, and work and Work Equipments	2,491,313	0.52	
Salary and employee benefit	4,848,864	1.01	
Reclamation and Rehabilitation	4,012,853	0.84	
Repair and Maintenance	2,508,033	0.52	
Other Costs (Production Related)	2,976,200	0.62	
<b>Seeling and General Administration</b>			
Selling Expenses	3,287,838	0.69	
General Administration, Salaries, Overhead	8,187,978	1.71	
<b>Subtotal - Operational Cost</b>	<b>107,838,128</b>	<b>22.47</b>	
<b>Interest &amp; Depreciation</b>			
Interest Expenses	183,805	0.04	
Depreciation & Amortisation	1,148,780	0.24	
<b>Subtotal - Other Cost</b>	<b>1,332,585</b>	<b>0.28</b>	
<b>Grand Total Cost</b>	<b>109,170,713</b>	<b>22.75</b>	

#### KETERANGAN

Total biaya yang diperlukan untuk penambangan 1 ton bijih adalah **US\$22,75**.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Ni Grade	1.15%	1.20%	1.25%	1.30%	1.35%	1.40%	1.45%	1.50%	1.55%	1.60%	1.65%	1.70%	1.75%
Corective factor	12.50%	13.00%	13.50%	14.00%	14.50%	15.00%	15.49%	16.00%	16.50%	17.00%	17.50%	18.00%	18.50%
MC	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%	35.00%
LME Price	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584	15,584
Ore Prices	14.56	15.80	17.09	18.44	19.83	21.27	22.75	24.31	25.91	27.55	29.25	31.00	32.79

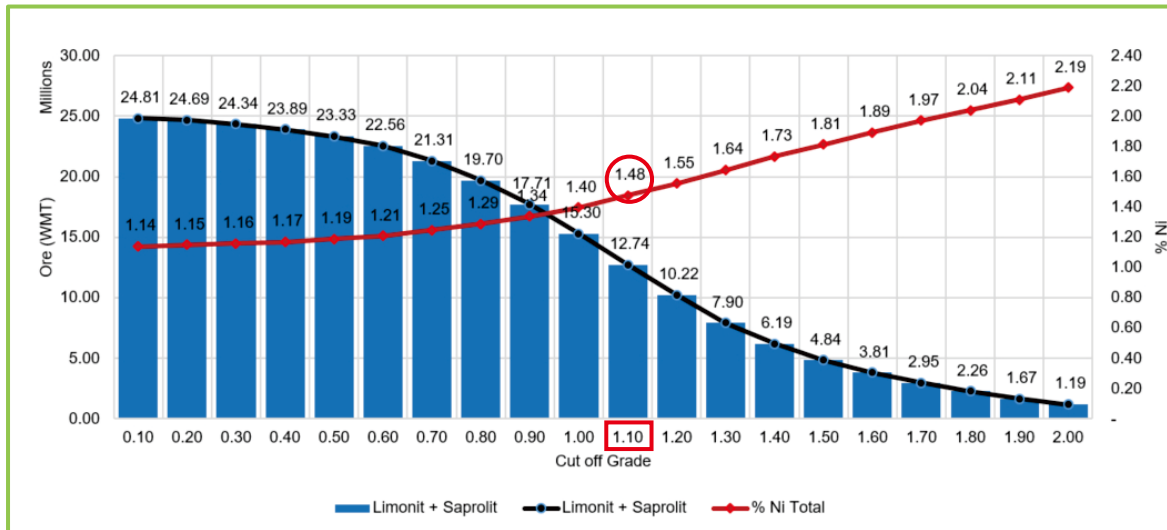
Break Even Average Grade Berdasarkan Biaya Operasi

#### KETERANGAN

Bijih nikel yang memiliki harga jual per ton sebesar **US\$22,75** adalah yang berkadar nikel **1,45%**.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN



#### KETERANGAN

Berdasarkan karakteristik bijih, untuk memperoleh kadar nikel rata-rata sebesar 1,45% maka *cut-off grade* yang dipilih adalah sekitar 1,1%-Ni.

*Karena pada grafik tidak ada kadar rata-rata 1,45% maka dipilih nilai terdekat di atasnya, yaitu 1,48%.*

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 6.6.

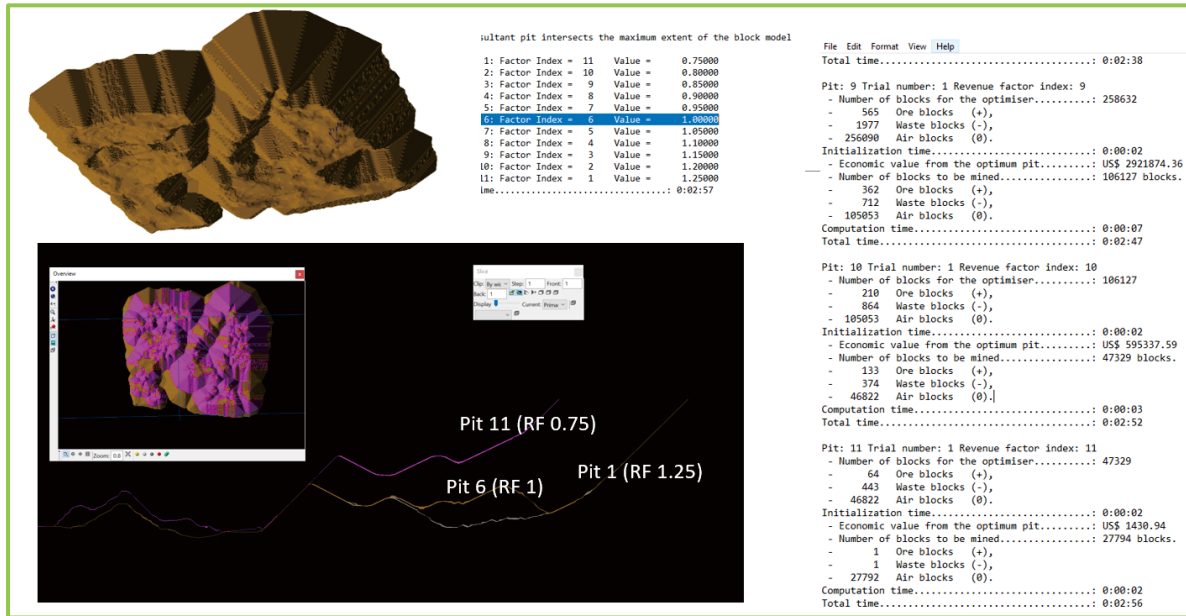
##### Optimasi Pit (*Pit Optimization*)

- Ketika diperlukan untuk mendukung skenario bisnis yang direncanakan untuk mencari pit paling optimum maka sebelum merancang desain tambang terlebih dahulu dilakukan optimasi pit.
- Penentuan parameter optimasi pit perlu dilakukan dengan hati-hati dan teliti. Parameter tersebut antara lain:
  - *density,*
  - *tonnage variable,*
  - *mining cost,*
  - *processing cost,*
  - *reclamation cost,*
  - *selling cost,*
  - *recovery,*
  - *dilution,*
  - *revenue,*
  - *batter angel, dan*
  - *berm width.*
- *Pit shell* optimum yang dipilih selanjutnya akan digunakan sebagai acuan dalam membuat desain *practical pit.*

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Berikut ini ilustrasi optimasi pit (*pit optimization*).



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 6.7.

#### Parameter Penambangan

- Parameter Kuantitas

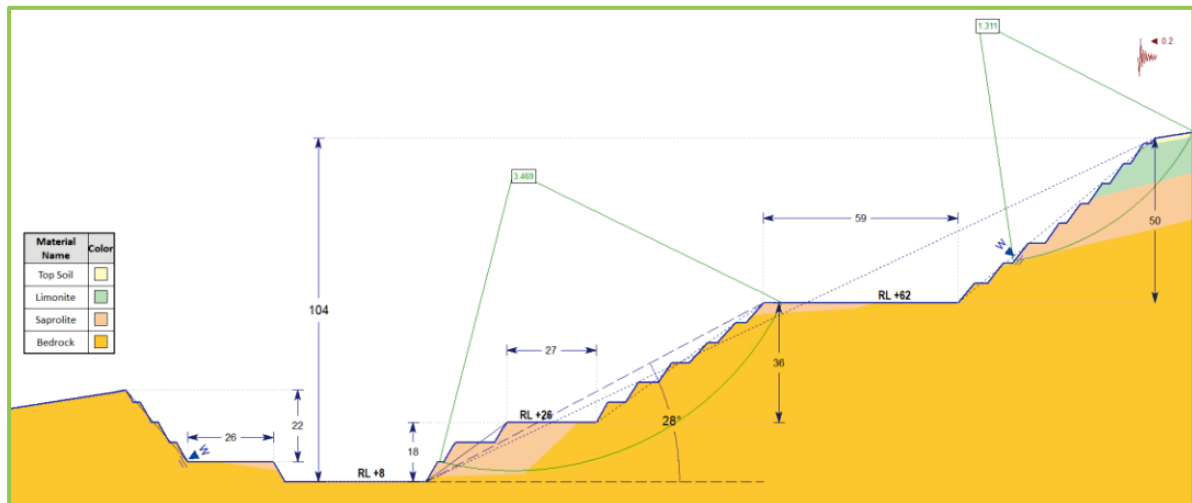
Dalam proses estimasi cadangan, CPI perlu mempertimbangkan parameter penambangan sebagai berikut.

  - Ketebalan minimum bijih yang dapat ditambang (*minimum ore thickness*).
  - Recovery penambangan (*mining recovery*).
  - Dilusi (pengotor), bisa dinyatakan sebagai ketebalan (dalam centimeter) atau persentase dari volume bijih (dalam %).
- Geometri Penambangan
  - Geometri desain tambang perlu dibuat berdasarkan rekomendasi geoteknik yang ada.
  - Salah satu acuan kestabilan lereng yang banyak digunakan adalah Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 K/30/MEM/2018.
  - Hal yang sama berlaku untuk geometri timbunan, jalan tambang, kolam sedimen (*sediment pond*), *quarry*, *stockyard*, dan infrastruktur pendukung lainnya.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Berikut ini ilustrasi rekomendasi geoteknik untuk desain bukaan tambang.



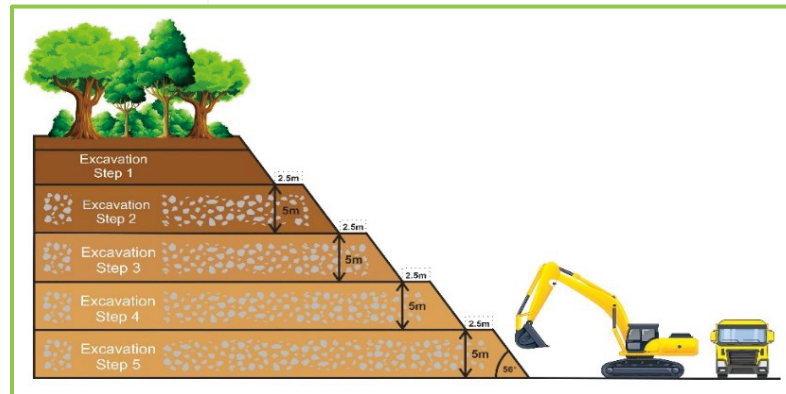
#### KETERANGAN

Faktor keamanan untuk lereng bagian atas adalah 1,3 dan lereng bagian bawah adalah 3,5.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

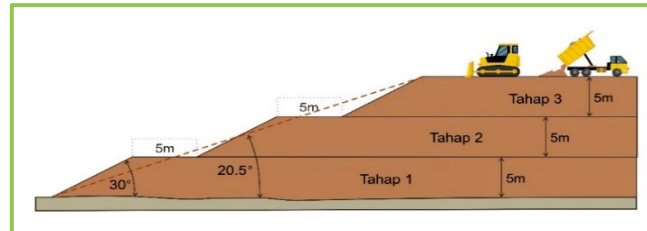
### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Berikut ini ilustrasi rekomendasi geoteknik untuk desain bukaan tambang.



#### KETERANGAN

Geometri lereng bukaan tambang adalah tinggi lereng tunggal **5 meter**, sudut lereng tunggal **56 derajat**, dan lebar *safety berm* **2,5 meter**.



#### KETERANGAN

Geometri lereng timbunan adalah tinggi lereng tunggal **5 meter**, sudut lereng tunggal **30 derajat**, dan lebar *safety berm* **5 meter**.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Penetapan Parameter Penambangan
  - Untuk tambang yang belum beroperasi, asumsi parameter penambangan dapat didekati melalui hasil kajian karakteristik endapan nikel yang meliputi persentase volume OB dan tonase nikel untuk kisaran ketebalan tertentu.
  - Hasil kajian karakteristik endapan nikel akan memberi gambaran ukuran alat gali yang sesuai dan indikasi tingkat kesulitan dalam proses penambangan. Berdasarkan hal tersebut, asumsi besaran kehilangan (*loss*) dan dilusi dapat ditentukan dengan lebih akurat.
  - Untuk tambang yang telah beroperasi, penentuan parameter penambangan disarankan memper-timbangkan hasil rekonsiliasi antara target produksi dalam perencanaan tambang dan realisasi produksi.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Berikut ini ilustrasi parameter penambangan.

Faktor	Material	
	Limonit	Saprolit
<i>Density</i>	1.60 Ton/m <sup>3</sup>	1.55 Ton/m <sup>3</sup>
<i>Recovery</i>	90%	90%
<i>Dilusi</i>	2%	2%
<i>Kandungan Air</i>	38.13%	33.55%
<i>Cut-off Grade</i>	1.50%	1.50%
<i>Dimensi Lereng Tunggal</i>		
<i>Tinggi Lereng</i>	5 Meter	
<i>Safety Berm</i>	5.0 Meter	
<i>Slope</i>	56°	

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.8.

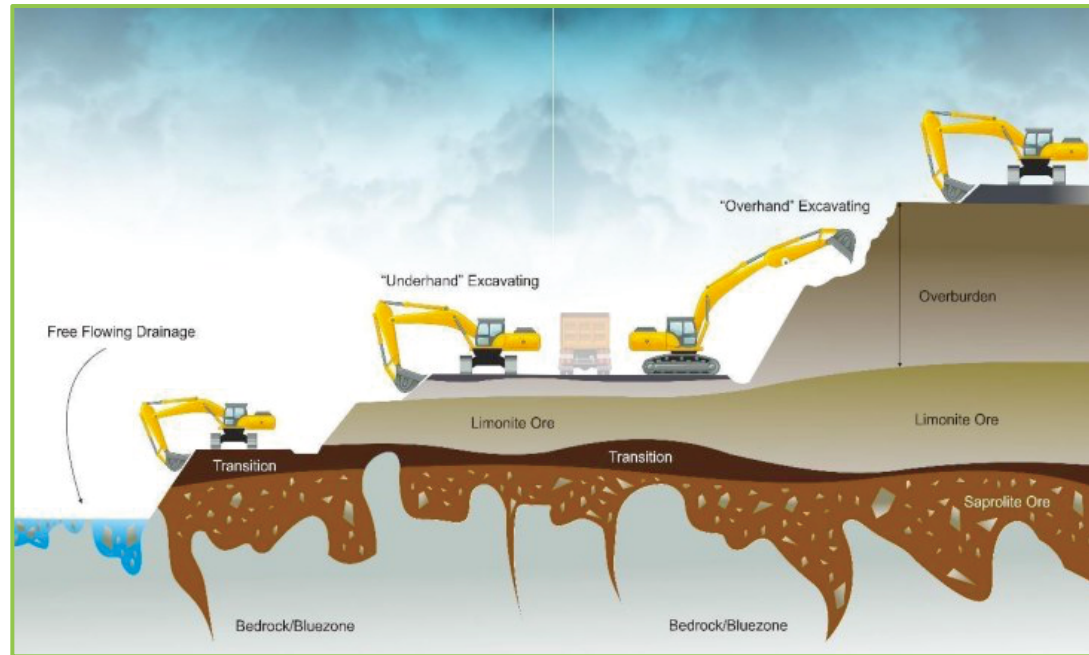
#### Penentuan Unit Biaya Produksi Tambang

- Penentuan Sistem dan Metode Penambangan
  - Tahap awal dari proses penentuan unit biaya produksi tambang adalah pemilihan sistem dan metode penambangan. Tahap ini sangat penting karena akan berpengaruh langsung terhadap pos-pos pengeluaran dari produksi nikel siap jual.
  - Pada umumnya, metode penambangan yang digunakan adalah metode tambang terbuka (*open cast*).
  - Metode penambangan terbuka pada umumnya menggunakan kombinasi alat berat *truck & excavator*.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Berikut ini ilustrasi sistem penambangan nikel.



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

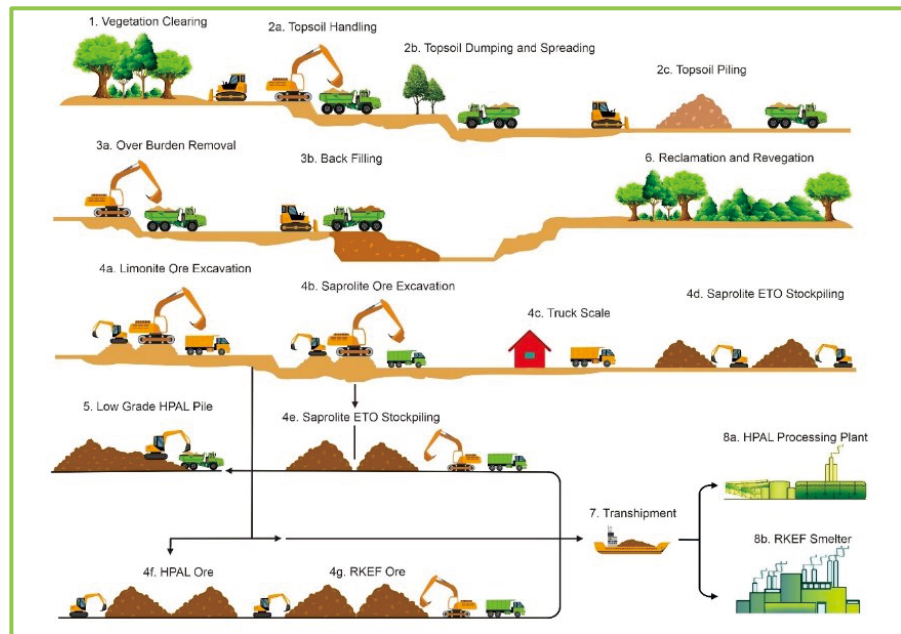
### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Pembuatan dan Penentuan Skema Logistik Produksi Nikel Siap Jual (*Business Process*)
  - Penentuan unit biaya produksi tambang juga dilakukan dengan pembuatan business process atau skema logistik produksi nikel siap jual. Skema tersebut memuat informasi semua kegiatan dari titik awal nikel digali hingga titik nikel tersebut dijual, yang menjadi basis pengeluaran biaya.
  - Perbedaan *business process* seperti **moda pengangkutan**, **metode pengolahan/pemurnian**, dan **posisi titik jual (titik referensi)** akan membuat unit biaya menjadi berbeda. Oleh karenanya, penting bagi CPI untuk menetapkan business process ini pada tahap awal.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Berikut ini ilustrasi beberapa opsi business process produksi nikel.



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Pihak yang Akan Mengoperasikan (Operator) Tambang
  - Operator tambang juga menentukan besaran unit biaya produksi dan modal, termasuk ada atau tidaknya pajak pertambahan nilai.
  - Bila tambang dioperasikan oleh kontraktor maka unit biaya produksi akan lebih besar dibandingkan bila tambang dioperasikan oleh pemilik sendiri (*owner operator*)
  - Sebaliknya, tambang yang dijalankan kontraktor akan membuat biaya modal cenderung lebih murah dibanding tambang yang dioperasikan sendiri.
- Jenis-jenis Biaya Produksi Tambang yang Umum
  - Biaya Produksi Langsung, yaitu yang berkaitan dengan aktivitas produksi nikel siap jual, antara lain:

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- biaya pengupasan OB hingga jarak angkut tertentu
  - penalti kelebihan jarak angkut OB
  - penyaliran tambang
  - pengangkutan
  - pemuatan ke tongkang
  - pengangkutan dengan tongkang (*barging*)
  - pemindahan ke vessel (*transhipping*)
  - surveyor independen
- Biaya Produksi Tidak Langsung, antara lain:
- biaya administrasi dan *overhead*
  - pengembangan dan pemberdayaan masyarakat
  - perlindungan dan pemantauan lingkungan
  - komisi marketing
  - PNBP (iuran tetap, iuran produksi/royalti, dll.)

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

#### 6.9.

#### Penentuan Asumsi Harga Bijih

- Pada umumnya penjualan bijih nikel saat ini dilakukan di pasar domestik.
- Untuk tambang nikel yang menjual material mentah (raw ore) perkiraan harga jual bijih dilakukan dengan Harga Patokan mineral (HPM).

$$\text{HPM bijih nikel} = \% \text{ kadar Ni} \times \text{CF} \times \text{HMA Nickel}$$

Keterangan:

- |            |   |   |
|------------|---|---|
| % kadar Ni | : | kadar nikel rata-rata yang dijual per tahun   |
| CF         | : | <i>Correction Factor</i> , CF kadar 1,9% = 20%. CF naik/turun 1% untuk setiap perubahan kadar Ni 0,1% |
| HMA        | : | Harga Mineral Acuan   |

- Untuk tambang nikel yang menjual produk setengah jadi seperti nickel matte atau feronikel, harga nikel biasanya mengacu kepada pasar internasional seperti London Metal Exchange (LME).
- Harga penjualan bijih nikel atau produk setengah jadi bisa juga telah diatur menurut perjanjian jangka panjang seperti kontrak, hedging, dan lain-lain.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.10.

#### Penyusunan Perencanaan Selama Umur Tambang (*LoM Plan*)

- Di dalam *LoM plan* yang disusun dalam laporan KCMI, CPI diharapkan memberikan informasi yang paling sedikit memuat hal-hal berikut.
  - *Material movement* per tahun (batuan penutup, bijih limonit, bijih saprolit, dan *quarry*).
  - Kadar bijih tertambang per tahun (Ni, Co, Fe, SiO<sub>2</sub>, MgO, Fe-Ni, S/M, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan MgO).
  - Jarak angkut material, seperti batuan penutup (tambang ke timbunan), bijih (tambang ke ETO dan ETO ke EFO), *quarry*, dan *barging* (EFO ke tongkang).
  - Nisbah kupas (*stripping ratio*).
  - Peta kemajuan tambang, jalan tambang/MHR, *quarry*, timbunan tanah pucuk, dan kolam sedimen.

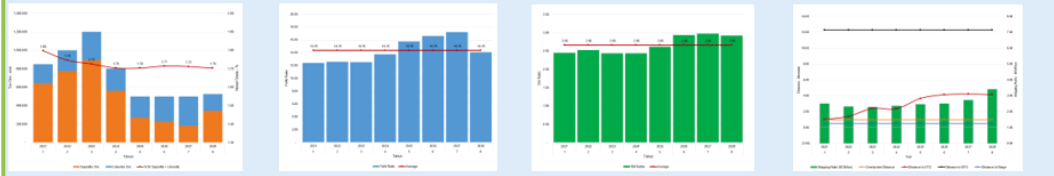
## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Berikut ini ilustrasi hal-hal penting dalam *LoM Plan*.

TAHUN	OB (BCM)	LIMORE		SAPORE		Chemistry Limore (%)								Chemistry Sapore (%)						
		WMT	DMT	WMT	DMT	Ni	Co	Fe	SiO2	MgO	Cr2O3	Al2O3	MnO	Ni	Co	Fe	SiO2	MgO	Cr2O3	
1	2021	2,134,423	207,872	128,610	642,128	426,694	1.59	0.13	37.94	12.11	4.07	2.14	10.05	0.99	1.86	0.05	17.55	35.98	14.97	1.02
2	2022	2,312,252	228,019	141,075	771,981	512,981	1.69	0.15	39.08	14.73	4.60	1.78	5.75	0.47	1.76	0.04	17.29	37.97	15.36	0.69
3	2023	2,752,588	310,476	192,091	889,524	591,089	1.66	0.13	35.18	15.44	4.62	2.27	12.85	1.00	1.75	0.05	17.18	39.10	16.61	0.90
4	2024	1,888,732	238,713	147,692	561,287	372,975	1.67	0.13	38.30	14.51	4.21	2.44	9.32	0.96	1.72	0.05	17.50	38.59	16.52	1.40
5	2025	1,232,248	229,918	142,250	270,082	179,470	1.68	0.11	36.66	13.95	3.98	2.40	10.88	0.96	1.72	0.06	19.01	35.46	14.61	1.01
6	2026	1,256,488	272,413	168,542	227,587	151,232	1.65	0.11	36.87	13.48	3.74	2.48	11.07	1.00	1.79	0.06	18.97	35.14	12.93	1.32
7	2027	1,363,542	315,186	195,006	184,814	122,809	1.62	0.10	36.63	14.23	4.17	2.53	10.47	1.00	1.85	0.04	18.12	36.90	13.37	1.30
8	2028	1,787,917	179,075	110,794	345,537	229,609	1.67	0.10	35.98	15.16	3.27	2.46	11.24	1.00	1.72	0.04	18.17	37.96	13.92	1.21
<b>TOTAL</b>	<b>14,728,189</b>	<b>1,981,672</b>	<b>1,226,060</b>	<b>3,892,940</b>	<b>2,586,859</b>	<b>1.65</b>	<b>0.12</b>	<b>37.00</b>	<b>14.24</b>	<b>4.12</b>	<b>2.32</b>	<b>10.32</b>	<b>0.93</b>	<b>1.77</b>	<b>0.05</b>	<b>17.67</b>	<b>37.60</b>	<b>15.33</b>	<b>1.03</b>	

TAHUN	TOTAL		SR (BCM/Ton)	Chemistry Sapore (%)		Chemistry Total Ore (%)								Distance (km)						
	WMT	DMT		Al2O3	MnO	Ni	Co	Fe	SiO2	MgO	Cr2O3	Al2O3	MnO	FeNi	S/M	OB	Ore	Jetty	Barge	
1	2021	850,000	555,304	2.51	6.20	0.00	1.80	0.07	22.28	30.45	12.45	1.28	7.09	0.23	12.39	2.45	1.00	1.01	12.27	0.50
2	2022	1,000,000	654,057	2.31	3.61	0.04	1.75	0.07	21.99	32.96	13.04	0.92	4.07	0.14	12.59	2.53	1.00	1.40	12.27	0.50
3	2023	1,200,000	783,180	2.29	4.71	0.15	1.73	0.07	21.60	33.30	13.67	1.24	6.70	0.36	12.51	2.44	1.00	2.40	12.27	0.50
4	2024	800,000	520,667	2.36	4.20	0.06	1.70	0.07	23.40	31.76	13.03	1.70	5.65	0.31	13.73	2.44	1.00	2.35	12.27	0.50
5	2025	500,000	321,720	2.46	4.90	0.09	1.70	0.08	26.82	25.95	9.91	1.63	7.54	0.48	15.74	2.62	1.00	3.65	12.27	0.50
6	2026	500,000	319,773	2.51	6.63	0.11	1.71	0.08	28.41	23.72	8.09	1.93	8.97	0.58	16.57	2.93	1.00	4.13	12.27	0.50
7	2027	500,000	317,814	2.73	6.15	0.00	1.71	0.08	29.47	22.99	7.73	2.05	8.80	0.61	17.22	2.98	1.00	4.22	12.27	0.50
8	2028	524,612	340,403	3.41	5.82	0.00	1.70	0.06	23.97	30.54	10.45	1.62	7.58	0.33	14.07	2.92	1.00	4.14	12.27	0.50
<b>TOTAL</b>	<b>5,874,612</b>	<b>3,812,919</b>	<b>2.51</b>	<b>4.95</b>	<b>0.06</b>	<b>1.73</b>	<b>0.07</b>	<b>23.91</b>	<b>30.05</b>	<b>11.71</b>	<b>1.45</b>	<b>6.69</b>	<b>0.34</b>	<b>13.82</b>	<b>2.57</b>	<b>1.00</b>	<b>2.59</b>	<b>12.27</b>	<b>0.50</b>	



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.11.

#### Perhitungan Kebutuhan Alat-alat Berat

- Setelah rencana penambangan dibuat maka jenis dan jumlah alat-alat berat dapat ditentukan.
- Jenis alat-alat berat dipilih sesuai metode penambangannya. Sebagai contoh jika metodenya tambang terbuka maka bisa dipilih *truck & shovel*, *continuous miner*, dll.
- Jumlah alat berat dihitung dengan mengacu pada beberapa hal, yaitu tonase penambangan bijih yang ditargetkan, volume batuan penutup/*overburden (OB)*, waktu edar alat berat (*cycle time*), produktivitas masing-masing alat berat, tingkat ketersediaan alat berat sepanjang tahun (*availability*), dan tingkat pemanfaatan atas ketersediaan alat berat tersebut (*use of availability*).

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

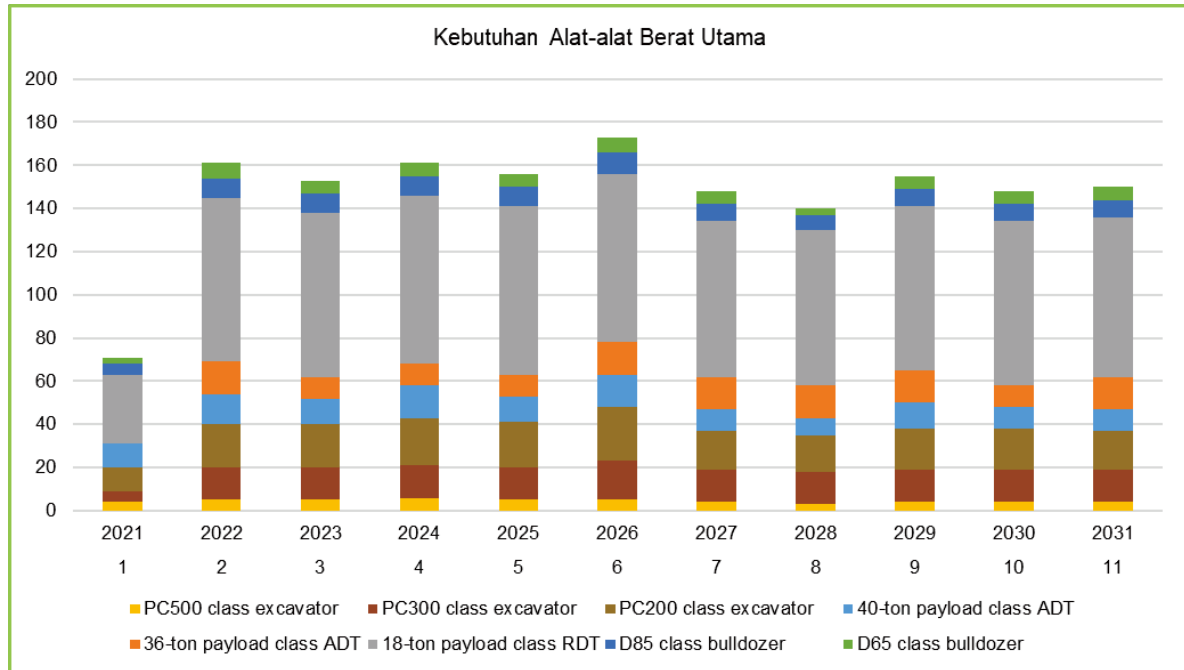
### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Berikut ini ilustrasi hasil perhitungan kebutuhan alat.

JENIS ALAT-ALAT BERAT	TAHUN											MAKS.
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	
PC500 class excavator	4	5	5	6	5	5	4	3	4	4	4	6
PC300 class excavator	5	15	15	15	15	18	15	15	15	15	15	18
PC200 class excavator	11	20	20	22	21	25	18	17	19	19	18	25
40-ton payload class ADT	11	14	12	15	12	15	10	8	12	10	10	15
36-ton payload class ADT	-	15	10	10	10	15	15	15	15	10	15	15
18-ton payload class RDT	32	76	76	78	78	78	72	72	76	76	74	78
D85 class bulldozer	5	9	9	9	9	10	8	7	8	8	8	10
D65 class bulldozer	3	7	6	6	6	7	6	3	6	6	6	7
<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>161</b>	<b>153</b>	<b>161</b>	<b>156</b>	<b>173</b>	<b>148</b>	<b>140</b>	<b>155</b>	<b>148</b>	<b>150</b>	<b>174</b>

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.12.

#### Pembuatan Model Finansial

- CPI perlu menjustifikasi kelayakan ekonomi proyek yang cadangannya dilaporkan dengan membuat sebuah model finansial.
- Input dari model finansial tersebut adalah *physical schedule* produksi tambang (termasuk volume batuan penutup, tonase bijih, nisbah kupas, jarak buang batuan penutup, dan luas area terganggu)
- Selain itu juga asumsi finansial seperti unit biaya produksi, belanja modal, dan acuan harga jual komoditas (*nickel metal* atau *nickel ore*)
- Input tambahan untuk model finansial antara lain *discount factor* yang dalam hal ini diwakili oleh *Weighted Average Cost of Capital (WACC)* proyek dan asumsi besaran pajak perusahaan.
- Kriteria kelayakan ekonomi yang digunakan paling tidak adalah **Net Present Value (NPV)**, **Internal Rate of Return (IRR)**, dan **Payback Period**, di mana proyek dikatakan layak secara

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

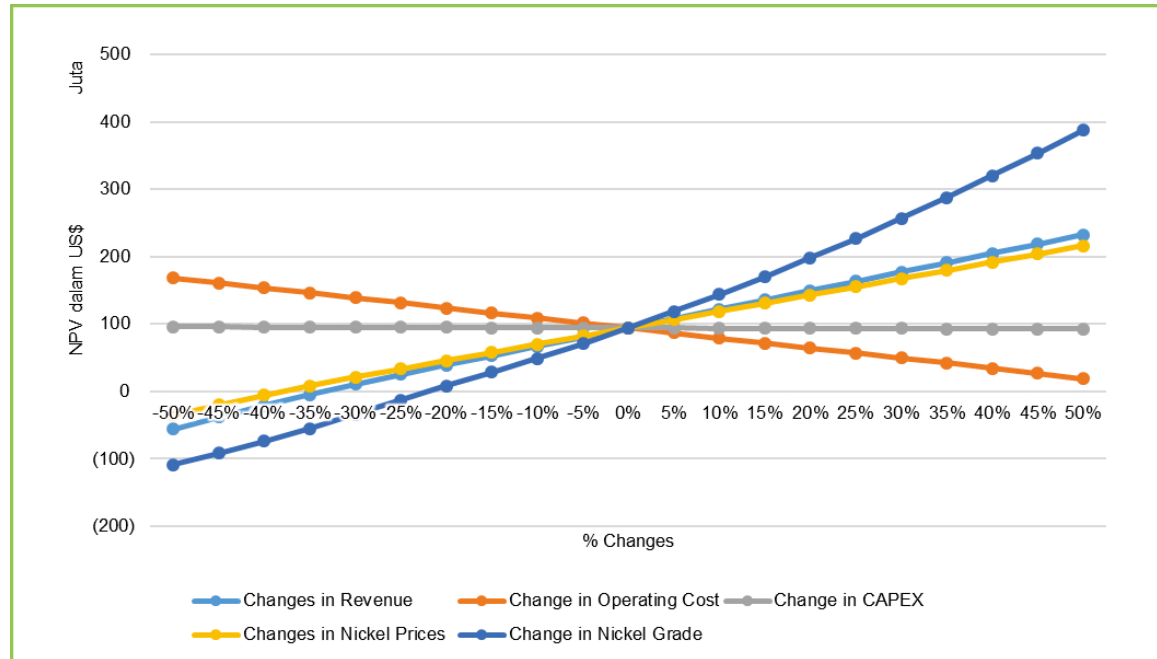
ekonomi apabila:

- $NPV > 0$ ;
  - $IRR > \text{Weighted Average Cost of Capital (WACC)}$ ; dan
  - *Payback Period* memenuhi harapan investor (umumnya tidak lebih dari separuh umur proyek).
- Selain kriteria kelayakan ekonomi di atas, CPI juga perlu melakukan kajian sensitivitas (*sensitivity analysis*) nilai proyek terhadap perubahan faktor-faktor fundamental ekonomi dari tambang tersebut, seperti perubahan harga jual komoditas, biaya produksi, dan belanja modal. Umumnya analisis ini berbasis nilai NPV dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk "*spider graph*" seperti ilustrasi di bawah.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Berikut ini ilustrasi grafik hasil sensitivity analysis.



## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.13.

#### Klasifikasi Cadangan

- Dalam proses klasifikasi cadangan, CPI perlu meninjau kembali semua faktor-faktor pengubah yang relevan dalam konversi **sumber daya** menjadi **cadangan**. Dalam upaya mempermudah penilaian faktor-faktor pengubah tersebut, CPI disarankan untuk membuat matriks penilaian.
- Dalam hal terdapat keraguan mengenai salah satu atau lebih dari faktor-faktor pengubah tersebut, maka CPI disarankan untuk menurunkan kategori keyakinan dari bagian **cadangan** yang secara material terdampak oleh faktor pengubah tersebut.
- Penurunan keyakinan **cadangan** yang dimaksud dalam poin di atas hanya berlaku untuk **sumber daya terukur** yang maksimal hanya bisa dikonversi menjadi **cadangan terkira**. Penurunan ini tidak berlaku bagi **sumber daya tertunjuk** yang tetap dapat dikonversi menjadi cadangan terkira.
- Tingkat keraguan yang sangat tinggi pada salah satu faktor pengubah, atau terlalu banyak keraguan pada faktor-faktor pengubah bisa berakibat **sumber daya terukur** dan/atau **tertunjuk** yang terdampak tidak dapat dikonversi menjadi **cadangan**.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Berikut adalah salah satu contoh matriks klasifikasi cadangan dan kaitannya dengan klasifikasi sumberdaya.

Parameter	Sumber Daya		Cadangan	
	Tertunjuk ( <i>indicated</i> )	Terukur ( <i>Measured</i> )	Terkira ( <i>Probable</i> )	Terbukti ( <i>Proven</i> )
Tingkat kemenerusan geologi yang tinggi yang diindikasikan oleh parameter-parameter geologi seperti: jarak titik bor, parameter pemodelan geologi, dll.	√	√	√	√
Spasi pengeboran ≤ 25 x 25 meter		√		√
Spasi pengeboran ≤ 50 x 50 meter		√		√
Spasi pengeboran ≤ 100 x 100 meter	√		√	
Faktor Pengubah Penambangan: <i>Mining Recovery</i> , Dilusi, dll yang berasal dari hasil rekonsiliasi dan/atau studi detail.			√	√
<i>Cut-off Grade</i> yang ekonomis	√	√	√	√

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

Analisis kelayakan ekonomi			√	√
Topografi yang tervalidasi dan diverifikasi dengan baik.	√	√	√	√
Izin Lingkungan, SKKL, AMDAL, RR (Rencana Reklamasi), RPT (Rencana Pasca Tambang)			√	√
Desain dan perencanaan tambang detail (minimal perencanaan selama umur tambang)			√	√
Infrastruktur Penambangan MHR, <i>Stockyard</i> , <i>Mess &amp; Office</i> , dll.			√	√
Proses Pengolahan dan/atau pemurnian yang telah terbukti beserta spesifikasi ore yang sesuai, serta strategi penyesuaiannya jika diperlukan.			√	√
Lahan yang sudah dibebaskan dan/atau rencana pembebasan lahan yang detail untuk area			√	√

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

yang berada di APL (Area Penggunaan Lain)				
Untuk Area yang berada di kawasan hutan: telah memiliki PPKH (Persetujuan Penggunaan Kawasan Hutan) atau sudah memiliki perkiraan yang jelas kapan perusahaan akan mendapatkan PPKH.				√
keterangan: *Jarak spasi bor yang disebutkan berlaku spesifik untuk area dengan kondisi/kompleksitas geologi tertentu. Jarak spasi bor ini bisa jadi akan berbeda dengan deposit di area yang lain dan dapat diverifikasi dengan pendekatan geostatistik atau pendekatan ilmiah lainnya.				

## 6.14.

### Faktor Pemasaran

- Dalam penentuan cadangan, CPI hendaknya memastikan tujuan pemasaran deposit yang sedang dievaluasi.
- Diperlukan gambaran spesifikasi tujuan pemasaran deposit yang sedang dievaluasi.
- Untuk target pemasaran yang "di luar normal" maka perlu diberikan dokumen pendukung seperti laporan studi kelayakan pabrik pengolahan yang dituju, *memorandum of understanding (MoU)*, kontrak, dll.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.15.

#### Faktor Lingkungan

- Dalam penentuan cadangan, CPI perlu mempertimbangkan kelayakan lingkungan perusahaan yang dituangkan dalam AMDAL, ANDAL, Izin Lingkungan, RKL (Rencana Pengelolaan Lingkungan) dan RPL (Rencana Pemantauan Lingkungan).
- Kapasitas produksi yang direncanakan dalam Laporan KCMi sebaiknya disinkronkan dengan kapasitas produksi maksimum dalam dokumen AMDAL perusahaan.
- Jika belum sesuai, perlu diberikan catatan dan rekomendasi terkait rencana perubahan atau sinkronisasi kedua dokumen tersebut.
- Penentuan cadangan perlu mempertimbangkan batasan area atau *buffer zone* terhadap fasilitas umum, sungai, hutan lindung, jalan raya, dan laut dengan menyesuaikan dengan peraturan pemerintah yang berlaku.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

# 6.16.

#### Faktor Hukum

- CPI perlu meneliti status Izin Usaha Pertambangan (IUP) atau Izin Usaha Pertambangan Khusus (IUPK), apakah IUP/IUPK Tahap Eksplorasi atau IUP/IUPK Tahap Operasi Produksi. CPI perlu memperhatikan dengan cermat masa berlakunya IUP/IUPK sebagai faktor pengubah dalam menentukan umur penambangan.
- CPI perlu meneliti status lahan di dalam Wilayah IUP dalam kaitannya dengan keperluan Persetujuan Penggunaan Kawasan Hutan (PPKH) jika lahan tersebut berstatus Kawasan Hutan, dan kepemilikan lahan jika lahan tersebut berstatus APL (Area Penggunaan Lain).
- Pada situasi saat ini, perlu dilakukan pemeriksaan status IUP di *Minerba One Map Indonesia (MOMI)* sebagai pengganti status *Clear and Clean (CnC)* pada peraturan yang lama.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

6.17.

#### Faktor Sosial

- CPI perlu mempertimbangkan dokumen Rencana Induk Pemberdayaan Masyarakat (RIPPM) dan/atau cetak biru (*blue print*) rencana pemberdayaan masyarakat di sekitar Wilayah IUP.
- Hal tersebut tidak hanya berkaitan dengan aspek anggaran untuk pemberdayaan masyarakat, namun juga berkaitan dengan kondisi sosial masyarakat sekitar dalam kaitannya dengan operasional penambangan.

6.18.

#### Faktor Metalurgi

- CPI perlu mempertimbangkan karakteristik bijih dan kesesuaiannya dengan tujuan pemasaran, khususnya jenis pabrik pengolahan dan spesifikasi kebutuhan umpan pabrik pengolahan.
- Untuk saat ini, pabrik pengolahan yang menjadi tujuan pemasaran nikel ada dua jenis, yaitu hidrometalurgi (umumnya HPAL) dan pirometalurgi (umumnya RKEF).
- Umumnya pabrik pengolahan berjenis RKEF membutuhkan spesifikasi umpan (feed) tertentu, khususnya untuk %Ni, %Fe, %SiO<sub>2</sub>, %MgO, rasio S/M, dan rasio Feni.

## 6. Aspek Teknis Estimasi Cadangan Mineral

### ISI PANDUAN PRAKTIS PENJELASAN

- Umumnya pabrik pengolahan berjenis hidrometalurgi membutuhkan spesifikasi umpan (*feed*) tertentu, khususnya untuk %-Ni, %-Co, %-Fe, %-MgO, dan %-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
- CPI perlu menilai kesesuaian spesifikasi bijih yang ditambang dengan kebutuhan umpan (*feed*) pabrik pengolahan serta menyampaikan justifikasi jika spesifikasi bijih yang ditambang tidak dapat memenuhi kebutuhan umpan (*feed*) pabrik pengolahan secara langsung.
- Hal tersebut bisa berupa, namun tidak terbatas pada: kesesuaian dengan studi kelayakan pabrik pengolahan dan/atau pemurnian yang menjadi sasaran pemasaran.
- Hal ini juga diperbolehkan berupa rencana *blending* dengan bijih yang memiliki karakteristik yang berbeda untuk memenuhi spesifikasi pabrik atau *smelter* tujuan.



Sekretariat Kombers KCM I:  
Komplek Rukan Crown Palace Blok C. 28  
Jl. Prof. Dr. Soepomo, SH No. 231  
Tebet - Jakarta Selatan 12870  
[www.kcmi.or.id](http://www.kcmi.or.id)