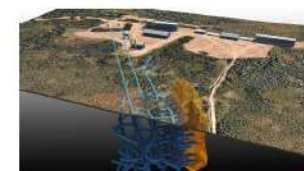


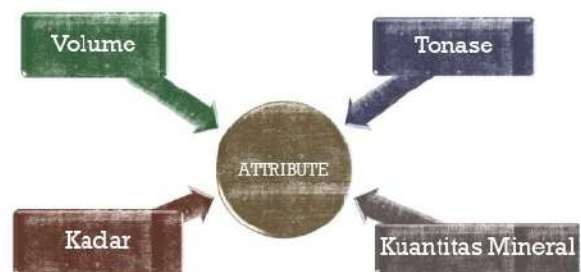
PENDAHULUAN, BATASAN, MANFAAT, DAN TERMINOLOGI

PENDAHULUAN

- Investasi di bidang pertambangan memerlukan jumlah dana yang sangat besar yaitu puluhan sampai ratusan miliar dolar.
- Komoditas endapan mineral yang ketersediaannya masih insitu harus mempunyai kualitas maupun kuantitas yang cukup untuk mempengaruhi keputusan investasi.
- Perhitungan cadangan mineral harus dapat dilakukan dengan derajat kepercayaan yang dapat diterima dan dipertanggungjawabkan.



ATTRIBUTE PERHITUNGAN CADANGAN



METODE PERHITUNGAN CADANGAN

- Metode perhitungan dapat berbeda untuk endapan yang akan ditambang secara terbuka dengan endapan yang akan ditambang secara *underground mine*.



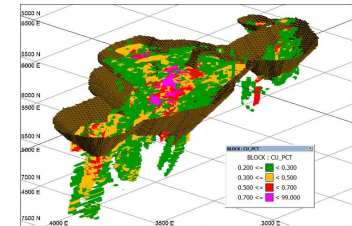
PENTINGNYA PERHITUNGAN CADANGAN

- Semua keputusan teknis yang berhubungan dengan kegiatan penambangan sangat tergantung pada jumlah cadangan endapan.
- Perhitungan cadangan menghasilkan suatu kisaran.
- Model cadangan yang dibuat adalah hasil pendekatan dari kondisi sebenarnya yang diharapkan berdasarkan informasi yang diperoleh dari hasil eksplorasi.



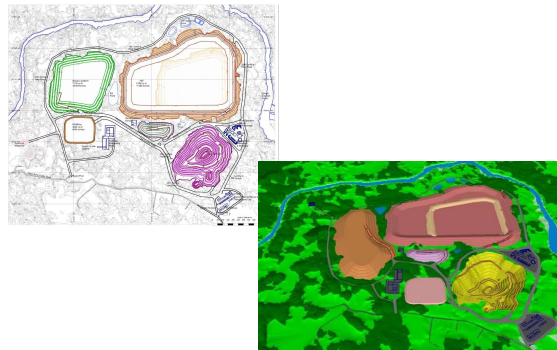
MANFAAT PENAKSIRAN DAN PERHITUNGAN CADANGAN

1. Memberikan hasil perhitungan kuantitas maupun kualitas (kadar) endapan
2. Memberikan perkiraan geometri 3 dimensi dari endapan serta distribusi ruang (spasial) dari nilainya. Hal ini penting untuk menentukan urutan penambangan yang pada gilirannya akan mempengaruhi pemilihan peralatan dan NPV (*net present value*).
3. Jumlah cadangan menentukan umur tambang, hal ini penting dalam kaitannya dengan perancangan pabrik pengolahan dan kebutuhan infrastruktur yang lain.



BATASAN - BATASAN

- Batas-batas kegiatan penambangan dibuat berdasarkan taksiran kadar dan perhitungan cadangan.
- Faktor ini harus diperhatikan dalam menentukan lokasi pembuangan tanah penutup, pabrik pengolahan, bengkel, dan infrastruktur lain.



Sumber : BESRA, BAU GOLD FIELD

TERMINOLOGI

- BIJIH

Taylor (1986)

- bijih sebagai mineral berharga yang dicari dan kemudian diekstrak dalam kegiatan pertambangan dengan harapan (meskipun tidak selalu tercapai) mendapatkan keuntungan untuk penambang maupun untuk komunitas masyarakat

Kamus Pertambangan Umum (1997)

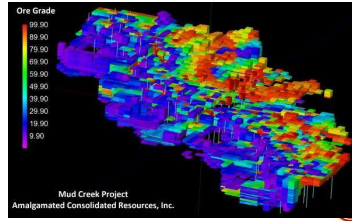
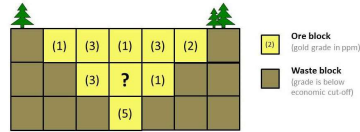
- mineral yang mengandung satu logam berharga atau lebih yang dapat diolah dan diambil logamnya secara menguntungkan sesuai dengan kondisi teknologi dan ekonomi pada waktu itu

TERMINOLOGI

▪ Cut Off Grade

Pengertian dasar dari *cutoff grade* (cog) adalah kadar batas dimana kadar di bawahnya mempunyai kandungan logam atau mineral dalam batuan yang tidak memenuhi syarat-syarat keekonomian.

Cog digunakan untuk membedakan blok-blok bijih dengan blok-blok waste dalam perhitungan cadangan.



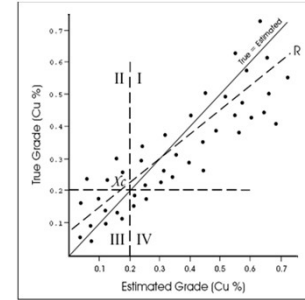
TERMINOLOGI

▪ Cut Off Grade (Lanjutan)

Dalam membedakan antara bijih dan waste tersebut didasarkan pada kadar taksiran yang masih mengandung beberapa kesalahan, sedangkan kadar sebenarnya belum diketahui kecuali jika sudah dilakukan penambangan.

Kuadran II blok bijih yang diklasifikasikan sebagai waste dengan tidak benar

Kuadran I menunjukkan blok bijih yang diklasifikasikan sebagai bijih dengan benar



Kuadran III blok waste yang diklasifikasikan sebagai waste dengan benar

Kuadran IV menunjukkan blok waste yang diklasifikasikan sebagai bijih dengan tidak benar.

TERMINOLOGI

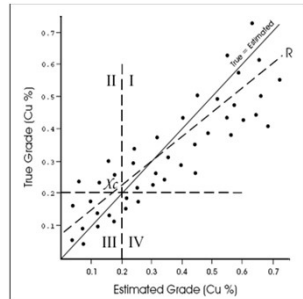
▪ Cut Off Grade (Lanjutan)

Garis regresi (R) mengindikasikan overestimasi pada kadar tinggi dan underestimasi pada kadar rendah.

Perhitungan cadangan yang menggunakan data kadar taksiran tidak pernah tepat terhadap hasil operasi penambangan (kadar sebenarnya).

Kuadran II blok bijih yang diklasifikasikan sebagai waste dengan tidak benar

Kuadran I menunjukkan blok bijih yang diklasifikasikan sebagai bijih dengan benar



Kuadran III blok waste yang diklasifikasikan sebagai waste dengan benar

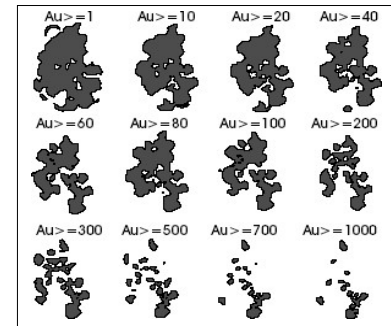
Kuadran IV menunjukkan blok waste yang diklasifikasikan sebagai bijih dengan tidak benar.

TERMINOLOGI

▪ Cut Off Grade (Lanjutan)

Perubahan harga cog akan mempengaruhi hasil perhitungan cadangan pada blok-blok yang telah dihitung

Dengan demikian apabila cog naik maka juga akan menaikkan harga *stripping ratio* (SR, volume waste yang harus digali untuk mendapatkan 1 ton bijih).



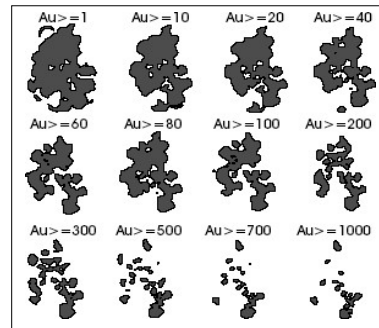
Blok-blok rencana penambangan emas yang dibuat berdasar 1.033 sampel di wilayah northern British Columbia (Sinclair & Blackwell, 2005, h. 6)

TERMINOLOGI

▪ Cut Off Grade (Lanjutan)

Konsep cog juga berhubungan dengan konektivitas blok-blok penambangan yang diklasifikasikan sebagai bijih pada tahap produksi. Apabila cog naik maka volume bijih akan turun dan akan membuat blok kadar rendah semakin besar, disamping itu blok-blok bijih akan terpisahkan.

Blok bijih yang semakin terpisah tersebut juga akan mempengaruhi sistem penambangan menjadi sistem *selective mining* yang akan semakin menurunkan pula jumlah cadangan.

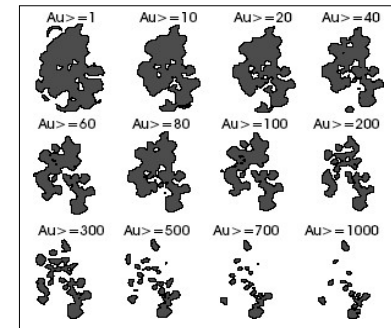


Blok-blok rencana penambangan emas yang dibuat berdasar 1.033 sampel di wilayah northern British Columbia (Sinclair & Blackwell, 2005, h. 6)

TERMINOLOGI

▪ Cut Off Grade (Lanjutan)

Cog merepresentasikan batas ekonomis untuk membuat deliniasi zona kadar mineral atau logam yang potensial untuk ditambang. Pembatasan zona bijih dan *waste* tersebut dapat berupa kontur cog atau blok-blok taksiran.



Blok-blok rencana penambangan emas yang dibuat berdasar 1.033 sampel di wilayah northern British Columbia (Sinclair & Blackwell, 2005, h. 6)

TERMINOLOGI

▪ Cut Off Grade (Lanjutan)

Formulasi :

$$\text{CoG} = \text{FC} + (\text{SR} + 1) \times \text{MC}$$

Dimana :

FC = Fixed Cost per ton yang diolah

SR = Stripping Ratio

MC = Mining Cost per ton yang ditambang

Untuk logam tunggal maka CoG, sebagai berikut :

$$\text{CoG} = \text{OC} / p$$

Dimana :

OC = Operating Cost per ton yang diolah

p = Harga logam terealisasi per unit kadar

TERMINOLOGI

▪ KONTINUITAS

Mendeskripsikan bentuk fisik dari komponen geologi yang mengontrol proses mineralisasi.

Kontinuitas juga dapat diartikan sebagai kemenerusan nilai kadar endapan.

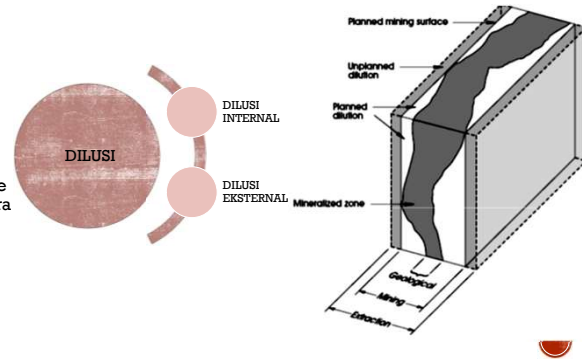
Kontinuitas Geologi	Kontinuitas Nilai
Bentuk fisik geometri secara spasial dari komponen geologi seperti endapan mineral dan fenomenanya. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Primer: urat, <i>shear fracture</i> yang termineralisasi, perlapisan yang termineralisasi ▪ Sekunder: perlipatan atau pergeseran badan endapan mineral 	Distribusi spasial ukuran kualitas atau kondisi fisik endapan seperti kualitas, ketebalan dalam zona kontinuitas geologi. Dalam hal ini besaran yang ditentukan adalah <i>nugget effect</i> dan jarak pengaruh yang ditunjukkan dalam variogram berbagai arah.

TERMINOLOGI

▪ DILUSI

Dilusi adalah hasil pencampuran dari material bukan bijih (*waste*) ke dalam material bijih dalam rangkaian kegiatan pertambangan yang akan menaikkan tonase dan menurunkan secara relatif rata-rata kadar.

Dilusi tidak hanya terjadi pada tahap eksplorasi saja melainkan terjadi hingga proses pengolahan mineral.



TERMINOLOGI

▪ DILUSI (Lanjutan...)

▪ Dilusi Internal (Syafrizal, 2014)

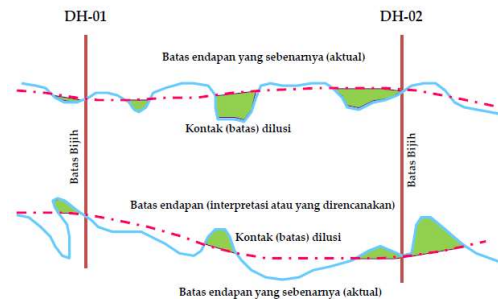
- Dilusi internal geometri → Material kadar rendah mempunyai batas yang jelas dengan material kadar tinggi
- Dilusi Internal inheren → Material kadar rendah tidak mempunyai batas yang jelas dengan kadar tinggi (dapat terjadi karena resolusi blok yang rendah).

▪ Dilusi Eksternal (Syafrizal, 2014)

- Dilusi eksternal terjadi karena reruntuhan dinding
- Kesulitan teknis mengambil batas bijih dalam open pit atau kurang hati-hati dalam pemisahan batas bijih dan waste
- Dapat juga terjadi dalam hal membuka stope dimana lebar bijih kurang dari lebar minimum penambangan

TERMINOLOGI

▪ DILUSI (Lanjutan...)



Syafrizal, 2014

TERMINOLOGI

▪ Variabel Teregional

Variabel teregional adalah variabel yang terdistribusi dalam ruang yang mempunyai struktur teratur sedemikian rupa sehingga terdapat autokorelasi dalam variabel tersebut.

Sifat-sifat terstruktur disebut regionalisasi dan dicirikan bahwa sampel-sampel yang dekat lebih mempunyai nilai yang mirip daripada sampel-sampel yang terletak lebih berjauhan.

Contoh :tebal urat, kadar, kerapatan rekahan, dll

TERMINOLOGI

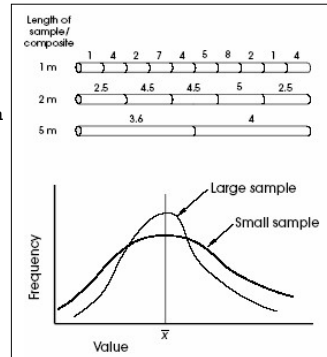
- Variabel Teregional

Variabel teregional seperti kadar juga mempunyai hubungan erat dengan support sampel.

Support merupakan besaran massa, bentuk, dan arah dari volume sampel yang dianalisis kadar mineral berharganya.

Sampel inti bor vertikal sepanjang 1 m merepresentasikan variabel teregional dengan support yang uniform. Jika panjang inti bor bertambah misalnya 2 m maka akan terdefinisi variabel teregional baru dari support yang berbeda.

Efek smoothing (menurunkan variabilitas) terhadap suatu nilai, atau disebut juga regularisasi, umumnya disertai dengan meningkatkan support.



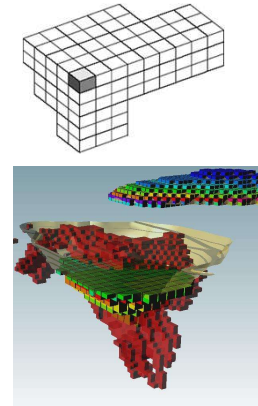
TERMINOLOGI

- Selective Mining Unit

Selective mining unit (SMU) adalah blok terkecil dimana penentuan bijih dan waste umumnya dibuat.

Ukuran dari SMU ditentukan berdasarkan metode penambangan dan juga skala operasi yang akan dilakukan.

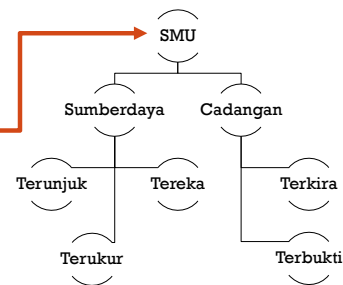
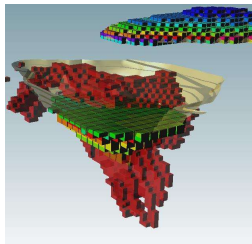
Untuk tujuan perencanaan, endapan mineral dapat dibuat menjadi blok-blok 3 dimensi



Sumber : Dassault systemes - Geovia

TERMINOLOGI

- Selective Mining Unit



Sumber : Dassault systemes - Geovia

TERMINOLOGI

- Akurasi dan Ketepatan

Akurasi adalah kedekatan dengan kenyataan, ketidakakuratan yang signifikan akan menghasilkan bias

Presisi adalah ukuran kemampuan untuk mereproduksi (reproduksibilitas) hasil dengan percobaan yang berulang.

Dalam perhitungan cadangan mungkin mempunyai reproduksibilitas yang baik tetapi akurasi yang kurang bagus, dengan demikian keduanya harus diperhatikan dengan detail.

TERMINOLOGI

- Akurasi dan Ketepatan

Terdapat beberapa penyebab kesalahan dalam perhitungan cadangan diantaranya:

1. Kesalahan pengambilan sampel (*sampling error*)
2. Kesalahan analisis termasuk kesalahan reduksi sampel
3. Kesalahan penaksiran, yaitu kesalahan yang terjadi ketika mengekstensikan kadar titik sampel menjadi suatu volum.
4. Kesalahan asumsi *bulk density* (semua bagian endapan dianggap mempunyai *bulk density* yang seragam).
5. Kesalahan geologi, yaitu kesalahan dalam mengasumsikan kontinuitas bijih dan geometri endapan.
6. Metode penambangan yang tidak sesuai dengan geometri endapan, yaitu pemisahan antara bijih dan waste yang tidak optimal.
7. Dilusi variabel dari batuan dinding di sekitarnya.
8. Kesalahan manusia, misalnya plot data yang kurang tepat, penentuan ketelitian desimal, dll.

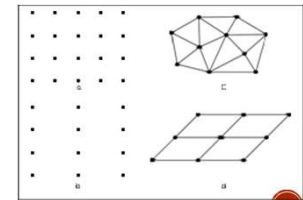
POLA EKSPLORASI

Akibat adanya faktor mineralisasi dan kondisi topografi, maka bentuk pola-pola eksplorasi dapat berbeda sesuai dengan kondisinya, antara lain:

1. Pola bujursangkar, digunakan untuk jenis endapan yang mempunyai penyebaran isotrop (mineralisasi homogen) dan topografi landai.
2. Pola persegi panjang, digunakan untuk jenis endapan yang mempunyai penyebaran mineralisasi dengan variasi bijih atau kadar ke arah tertentu lebih besar daripada variasi kadar ke arah lain dimana kondisi topografi landai.
3. Pola segitiga (acak), digunakan untuk endapan-endapan yang mempunyai penyebaran mineralisasi yang tidak homogen dimana topografi cenderung bergelombang.
4. Pola rhombohedron, umumnya digunakan untuk kondisi mineralisasi sebagaimana dijelaskan pada Poin 1 dan 2 dimana kondisi di lapangan tidak memungkinkan membentuk pola bujursangkar atau persegi panjang.



Sumber : Dandodrillingindonesia.com



Pola eksplorasi bujursangkar (a), persegi panjang (b), segitiga (c), dan rhombohedron (d).

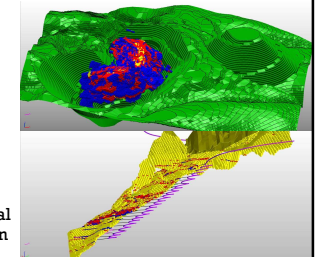
GRID DENSITY

- Derajat kerapatan antar titik observasi di dalam pola eksplorasi disebut dengan *grid density*.
- Apabila mineralisasi mempunyai tingkat kemenerusan yang tinggi maka jarak atau interval antar titik observasi besar. Dalam hal ini disebut dengan *grid density rendah*.
- Apabila mineralisasi mempunyai tingkat kemenerusan yang rendah maka jarak atau interval antar titik observasi kecil. Dalam hal ini disebut dengan *grid density tinggi*.
- Peningkatan *grid density* ini perlu dilakukan untuk mengantisipasi adanya struktur dan perbedaan kondisi mineralisasi antara titik pengamatan.
- **Semakin tinggi grid density maka tingkat ketelitian dan tingkat kepercayaan semakin tinggi**

PERSYARATAN PERHITUNGAN CADANGAN

- Dalam melakukan perhitungan sumberdaya harus memperhatikan persyaratan tertentu, antara lain :

1. Suatu taksiran sumberdaya harus mencerminkan secara tepat kondisi geologi dan karakter/sifat dari endapan bahan galian.
2. Selain itu harus sesuai dengan tujuan evaluasi. Suatu model sumberdaya yang akan digunakan untuk perancangan tambang harus konsisten dengan metode penambangan dan teknik perencanaan tambang yang akan diterapkan.
3. Taksiran yang baik harus didasarkan pada data aktual yang diolah/ dipelajari secara objektif. Keputusan dipakai-tidakny suatu data dalam penaksiran harus diambil dengan pedoman yang jelas dan konsisten. Tidak boleh ada pembobotan data yang berbeda dan harus dilakukan dengan dasar yang kuat.



Sumber : threedity.com

 **TERIMA KASIH**

