



## PEMILIHAN TAMBANG BAWAH TANAH *UNDERHAND CUT AND FILL* BERDASARKAN TEKNIK PEMBOBOTAN PADA PT. CIBALIUNG SUMBERDAYA

Isser Samuel Tumulang<sup>[1]</sup>, Barlian Dwinagara<sup>[1]</sup>, Ponco Sujarmiko<sup>[1]</sup>, Ansyarullah<sup>[1]</sup>, Arga Satria Tama<sup>[1]</sup>

Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta  
Jalan SWK 104 Yogyakarta

e-mail: issertumulang@yahoo.co.id

### **ABSTRAK**

Pada awal kegiatan penambangan bawah tanah kita selalu diperhadapkan dengan masalah dengan metode penambangan apa yang akan diambil guna mendapatkan keuntungan dengan semua resiko yang dihadapi maka perlu dilakukan sebuah perhitungan. Perhitungan yang dimaksud adalah sebuah metode pembobotan yang mencakup aspek geologi, geometri cebakan, distribusi kadar dan karakteristik mekanika batuan. Secara teknis, teknik pembobotan ini dapat digunakan juga pada penentuan pemilihan tahap awal yaitu prospeksi untuk menentukan apakah perlu dilakukan tambang terbuka atau tambang bawah tanah. Fokus daerah yang diteliti adalah daerah Cikoneng *vein* timur 1.

Pada penambangan blok Cikoneng *vein* timur 1, diperhadapkan sebuah masalah apakah akan dilakukan keberlanjutan pola penambangan *cut and fill* seperti yang sudah dilakukan. Maka kemudian dilakukan sebuah (100) perhitungan pembobotan untuk memilih tambang bawah tanah yang cocok dengan kedalaman lebih dari 100 meter. Cara pembobotan ini dilakukan dengan batuan *software surpac* untuk membuat *block model*. Maka kemudian dilakukan analisa terhadap blok model itu dengan memasukkan data *vein* timur 1 dan composite lubang bor sehingga bisa melihat bentuk zonasi RMR. Hasil dari perhitungan pembobotan itu didapat metode *cut and fill* tetap menempati *ranking* pertama dengan nilai 35, diikuti *sub level stoping* dan *Open pit* dengan nilai 27 (100). Pada penilaian pembobotan itu terdapat urutan *Ranking* yang dibuat, yakni; *preferred* (3-6), *probable* (1-2), *unlikely* (0), *reduced* (-10) dan *eliminated* (-49). Maka kesimpulan yang diambil adalah *cut and fill* sebagai metode penambangan lanjutan.

*Kata kunci:* pembobotan, pertambangan,

### **ABSTRACT**

*At the beginning of underground mining activities, we are always faced with problems with what mining methods will be taken in order to benefit from all the risks faced, it is necessary to do a calculation. The calculation referred to is a weighting method that includes aspects of geology, deposit geometry, grade distribution and rock mechanical characteristics. At the Cikoneng block mining one is faced with a problem whether to carry out the continuity of the cut and fill mining pattern as has been done. The focus of the area under study is the eastern Cikoneng vein 1.*

*At the eastern Cikoneng vein 1 mining block, a problem is faced whether to continue the cut and fill mining pattern as has been done. Then a weighting calculation is carried out to select a suitable underground with a depth of more than 100 meters. This weighting method is done using Surpac software to create a block model. Then, an analysis of the block model was carried out by entering the data for the eastern vein 1 and composite drill holes so that it could see the shape of the RMR zoning. The result of the weighting calculation shows that the cut and fill method is still in the first place with a value of 35, followed by the stoping sub-level and open pit with the same value of 27. In the weighting assessment there are Ranking sequences made, namely; preferred (3-6), probable (1-2), unlikely (0), reduced (-10) and eliminated (-49). So the conclusion drawn is cut and fill as an advanced mining method.*

*Keywords:* Weighting Method, Cut And Fill, Ranking, Vein Timur 1, block model composite.

### **PENDAHULUAN**

Tambang bawah tanah merupakan kegiatan yang melibatkan setidaknya tiga ruang lingkup ilmu yaitu Tambang, Geologi dan Sipil. Untuk mempelajari

struktur batuan yang rumit maka kita perlu disiplin ilmu Geologi, kemudian untuk melakukan pengambilan bijih (ore) dengan metode penambangan maka perlu dilakukan rekayasa sipil dalam hal ini beton concrete dan shotcrete sebagai perkuatan. PT

Cibaliung Sumberdaya, Pandeglang provinsi Banten merupakan tambang bijih emas yang bergerak pada tambang bawah tanah. Terdapat dua blok lokasi bijih (yang telah ditambang secara undercut, namun perlu dikaji lagi apakah bisa dilakukan sebuah bentuk penambangan selain *underhand cut and fill*) yang kesemuanya membutuhkan untuk melakukan sebuah proses penambangan.

Salah satu permasalahan yang sering dihadapi pada sistem penambangan bawah tanah adalah memperkirakan kondisi massa batuan pada lubang bukaan yang akan dibuka. Maka dari itu perlu dibuat data zonasi Rock Mass Rating (RMR). Pembuatan data ini sangat berguna karena nantinya data zonasi yang dibuat dapat dikorelasikan dengan massa batuan pada level di atas maupun di bawah area zonasi yang telah dibuka sebelumnya sehingga saat dibuat lubang bukaan baru, lebih mudah dalam identifikasi awal kelas massa batuan yang akan dijumpai, serta sebagai acuan untuk memperkirakan penggunaan penyangga yang dibutuhkan.

Panjang target untuk makalah yang dikirim dan diundang sekitar delapan halaman. Panjang ini termasuk semua gambar dan tabel. Namun, karena Prosiding tidak disiapkan dalam bentuk buku, tidak ada batasan maksimum jumlah halaman. Anda bebas melampaui panjang target delapan halaman.

### Tujuan Penelitian

Kegiatan bertujuan untuk menemukan metode penambangan alternatif yang bisa menjadi rujukan baru dan menyesuaikan dengan kondisi massa batuan setempat.

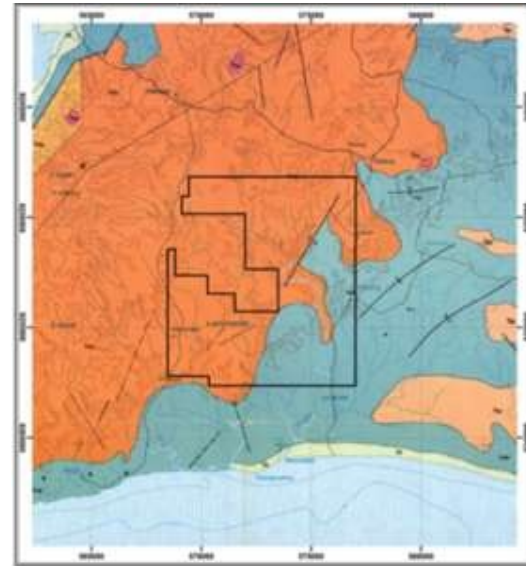
- Membuat dan menganalisis dari block model zonasi *rock mass rating* blok penambangan Cikoneng dari *crosscut* 9 sampai *crosscut* 12 dari data bor yang tersedia.
- Menganalisa metode penambangan yang tepat dan cocok untuk diterapkan pada vein timur satu.
- Mendapatkan karakteristik batuan utuh di daerah *hangingwall*, *footwall* dan *ore* dari *vein* timur satu hasil bor geoteknik (GT-01 dan GT-02) serta dari sampel bongkah batuan (*boulder*).

### Lokasi daerah penelitian

Data IUP Operasi Produksi PT. Cibaliung Sumberdaya terletak di Kecamatan Cibaliung, Kecamatan Cimanggu dan kecamatan Cibitung, kabupaten Pandeglang, provinsi Banten. Kesempaian daerah penelitian dapat ditempuh dari Jakarta sekitar 5-6 jam menggunakan jalur darat dengan rute Jakarta-Serang-Pandeglang-Cibaliung

### Geologi regional

Secara regional Cibaliung termasuk ke dalam formasi Honje. Batuan tertua di Formasi honje berumur miosen akhir yang terdiri *basaltic andesite*, andesit aliran dan *volcanic bresccia* dengan beberapa sisipan sedimen. Diatas formasi ini terendapkan secara tidak selaras *dasitik tuff* yang biasanya dikenal dengan Cibaliung Tuff (Marjoribank,2000).



LEGENDA	
Ga	Kerakal, pasir, lanau, lempung, lumpur dan kerakal batuapung
Gc	Kerikil, pasir, lempung, rombakan batuapung koral atau cangkang moluska
Ta	Tuf, tuf berbatuapung, batupasir tufan, batulempung tufan, tuf breksi dan napal
Tnb	Perselingan batupasir dan batu lempung menyerpih, berisipan napal, konglomerat, batugamping, tuf dan lignit
Tnb	Breksi gunung api, tuf, lava, andesit - basalt, kayu terkarstikan
Tnc	Bagian bawah breksi area bukaan, lava andesit teronggokkan batupasir, batu lempung
Tnc	batugamping, konglomerat, tuf dan aglomerat, bagian atas; tuf basaltik, lava andesitik dan breksi tuf
Tnb	Andesit-Basalt

Gambar 1. Geologi Regional Daerah Cibaliung

### METODE

Dalam menerapkan suatu metode, terdapat beberapa parameter yang dilakukan. Parameter yang dipergunakan dengan cara pembobotan . Parameter-parameter yang diperlukan dalam pemilihan metode penambangan dilakukan dengan cara pembobotan (*weighting*), pembobotan ini meliputi:

- Geometri dan distribusi kadar cebakan.
- Kekuatan (*strength*) massa batuan daerah bijih, yaitu *hanging wall* dan *foot wall*.

Pemilihan metode ini juga dapat digabungkan dalam 3 parameter besar, yaitu:

- Geologi

Interpretasi geologi merupakan bagian penting dalam evaluasi mineral. Interpretasi geologi tersebut dapat dibuat peta-peta penampang dan potongan geologi yang akan menunjukkan tipe batuan utama, zona alterasi, urat, sumbu lipatan dan lain-lain.

- Geometri Cebakan dan Distribusi Kadar

Interpretasi geologi di atas, maka bisa ditetapkan geometri dan distribusi kadar. Geometri cebakan sendiri dinyatakan dalam bentuk, ketebalan bijih, penunjaman (*plunge*) dan kedalaman.

- Karakteristik Mekanika Batuan

Setelah melihat Interpretasi geologi dan geometri cebakan, maka sifat-sifat mekanika batuan juga perlu diklasifikasikan untuk memberikan gambaran terhadap cebakan secara menyeluruh. Karakteristik mekanika batuan yang perlu ditetapkan meliputi kekuatan batuan.

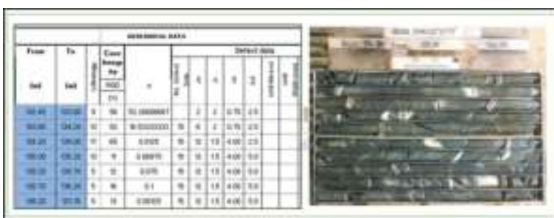
## PEMBAHASAN

Hasil analisa dari data lubang bor yang diambil dapat berupa *input* ke dalam *software* tambang.

### Analisa Blok Model

Data analisis RMR untuk blok model diperoleh dari hasil pengamatan foto dan *log sheet* pemboran yang masuk dalam batas zonasi lubang bor.

Keterangan Gambar: *Log sheet* dan foto *core* adalah merupakan *Decline* Cikoneng dengan kedalaman 125,10 m sampai 135,95 m dengan kode DCKN 29 N129<sup>0</sup>E/79<sup>0</sup>.



Gambar 2. Log Sheet Pemboran dan Foto Core Hasil Bor

### Pembuatan blok model rmr cikoneng elevasi 1010-950 mrl

Secara umum alur pembuatan blok model dapat menjadi 6 bagian, yaitu:

- Membuat Batas Area Kerja

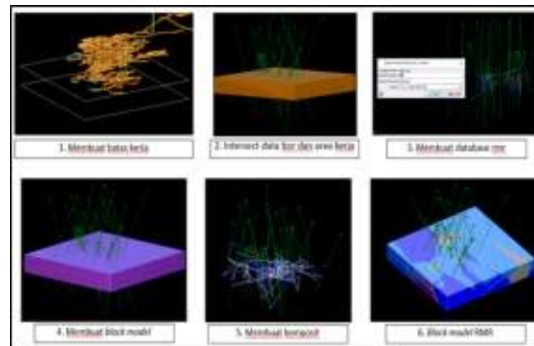
Area kerja yang dibuat adalah di area Cikoneng elevasi 1010-950 mRL dengan tujuan untuk mengetahui kondisi batuan pada daerah yang ingin dibuka ke depan.

- Intersect Data Bor Dengan Area Kerja

Kegiatan ini berfungsi untuk menentukan data bor mana yang harus dilakukan perhitungan *Q-System*. Hasil ini terdapat bor berjumlah 51 titik bor dengan total perhitungan RMR sebanyak 20171 data.

- Membuat Data Base RMR

Perhitungan RMR dilakukan berdasarkan data bor yang masuk ke dalam area kerja. Perhitungan dilakukan dengan metode *Q-System* yang dijelaskan pada bab 3 sebelumnya dan dikonversi menjadi RMR dan dimasukkan ke dalam database perhitungan blok model.



Gambar 3. Alur Pembuatan Blok Model Cikoneng Elevasi 1010-950 mRL

- Membuat Blok Model

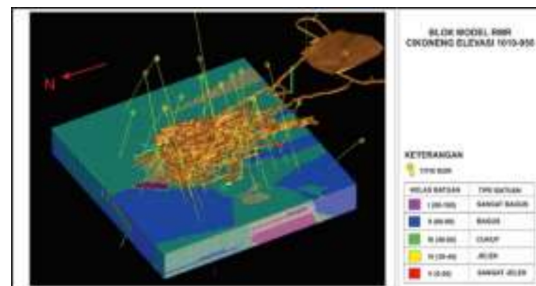
*Block model* yang dibuat memiliki dimensi 5x5x5 meter sehingga diharapkan hasil dari perhitungannya dapat lebih teliti dan akurat.

- Membuat *Composite*

*Composite* Dibuat bertujuan untuk memberi nilai terhadap blok model yang telah dibuat sebelumnya dengan ukuran tertentu.

- Membuat Blok Model Zonasi RMR

Blok model yang dihasilkan dihasilkan memiliki nilai RMR tersendiri yang kemudian diklasifikasikan menjadi 5 kelas dan diberi warna sehingga lebih mudah untuk melakukan analisis

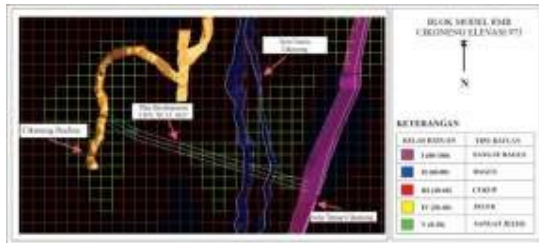


Gambar 4. Hasil Blok Model Cikoneng Elevasi 1010-950 mRL

Pada Gambar di bawah ini terdapat tampilan blok model di Cikoneng elevasi 1010-950 mRL memiliki 5 kelas batuan dari yang paling baik hingga paling jelek. Pada umumnya elevasi tersebut batuan didominasi oleh batuan.

**Analisis blok model CKN\_XC13\_ACC**

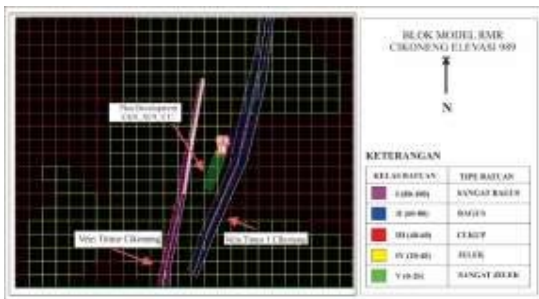
Berdasarkan perhitungan blok model CKN\_XC13\_ACC didominasi oleh batuan kelas IV (jelek). Pada tanggal 30 Januari 2019 lubang bukaan yang dibuat berada pada batuan kelas 3. Tetapi pada deskripsi perencanaan bulan Februari yang akan dibuka 20 meter ke depan, kemudian lubang bukaan tersebut masuk dalam kelas batuan 4. Analisa lebih lanjut perlu dilakukan di area ini dikarenakan kelas batuan yang jelek membutuhkan penyanggaan yang lebih kuat dari batuan kelas 3 dan yang memiliki potensi runtuh lebih besar.



Gambar 5. Hasil Blok Model Cikoneng Elevasi 973 mRL

**Analisa blok model CKN\_XC9\_VT\_1**

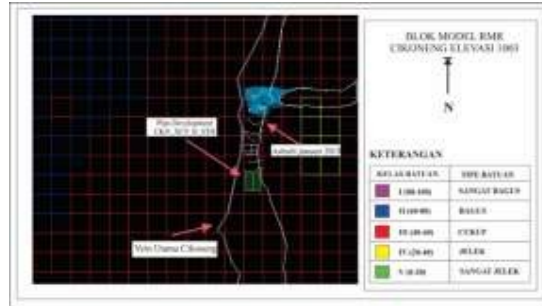
Berdasarkan perhitungan blok model, CKN\_XC9\_VT\_1 didominasi oleh batuan kelas IV (Jelek). Berdasarkan plan bulan febuari, lubang bukaan akan maju 12.9 meter ke selatan sehingga ke depannya lubang bukaan akan memasuki massa batuan kelas IV. Analisis lebih lanjut perlu dilakukan di area ini karena kelas batuan yang jelek akan membutuhkan penyanggaan yang lebih kuat dari batuan kelas III dan memiliki potensi untuk runtuh.



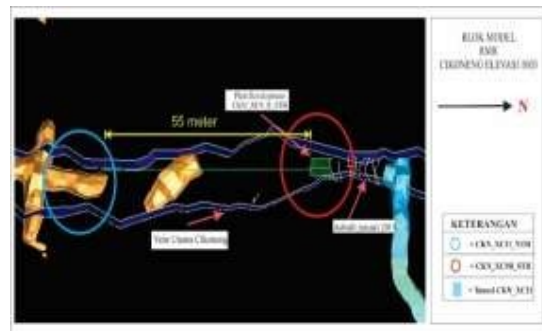
Gambar 6. Hasil Blok Model Cikoneng Elevasi 973 mRL

**Analisis blok model CKN\_XC9\_B\_STH**

Berdasarkan perhitungan blok model dapat dilihat CKN\_XC9\_B\_STH memiliki kelas batuan III (cukup). Berdasarkan plan bulan febuari lubang bukaan selanjutnya akan bergerak 5 meter ke depan yang memiliki massa batuan kelas III (cukup). Namun dalam melakukan pembukaan lubang bukaan 5 meter kedepan, juga harus memperhitungkan pengaruh dari adanya ambrukan yang pernah terjadi di CKN\_XC\_11\_NTH

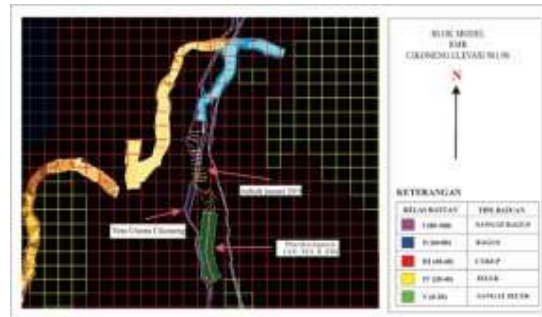


Gambar 7. Hasil Blok Model Cikoneng Elevasi 1003 mRL



Gambar 8. Jarak pengaruh ambrukan CKN\_XC11\_NTH ke plan CKN\_XC9\_B\_STH

**Analisis blok model CKN\_XC12\_STH**



Gambar 9. Hasil Blok Model Cikoneng Elevasi 981.96 mRL

Berdasarkan perhitungan blok model dapat dilihat CKN\_XC12\_STH memiliki kelas batuan III (cukup). Berdasarkan *plan* bulan febuari lubang bukaan selanjutnya akan bergerak 25 meter ke depan yang memiliki massa batuan kelas III (cukup). Walaupun memiliki massa batuan kelas III, pemasangan penyangga tidak boleh lewat dari *stand up time* batuan.

### **Pemilihan Metode Penambangan Bawah Tanah**

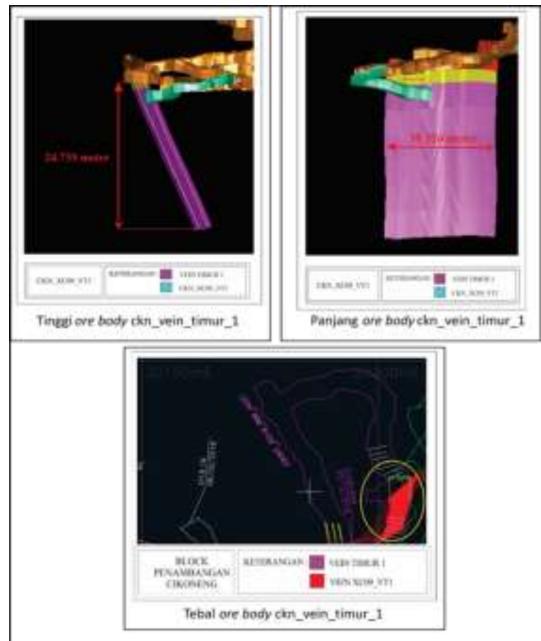
Metode pembobotan di pilih berdasarkan beberapa parameter, berikut adalah beberapa parameter tersebut.

### ***Geometri dan distribusi kadar cebakan***

Pemilihan metode penambangan dengan metode pembobotan dipilih berdasarkan beberapa parameter, adapun yang dibahas pada pemilihan metode penambangan untuk *ore body vein* timur yaitu;

- Bentuk

Permpodelan yang menggambarkan bentuk *ore body* vein timur satu di tambang PT. Cibaliung Sumberdaya dapat dilihat pada gambar. 10 di bawah.

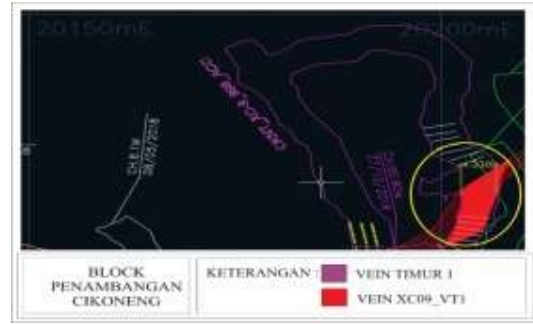


Gambar 10. Bentuk Ore Body Vein Timur 1

Dari gambar terlihat bahwa *ore body* mempunyai panjang dan tinggi (dimensi) yang berukuran beberapa kali ketebalan *ore body*. Bentuk geometri bijih dapat dilihat pada gambar 10

- Ketebalan Bijih

Permodelan badan bijih *vein* timur dengan menggunakan *autocad* 2016 pada gambar 3.10.

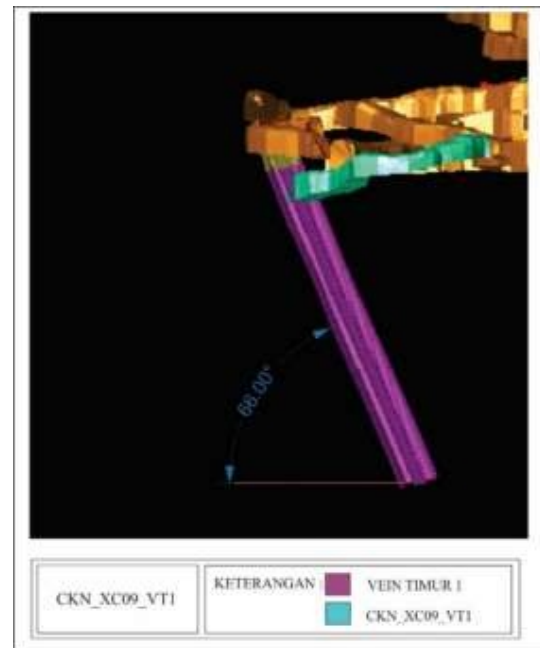


Gambar 11. Tebal Ore Body Vein Timur 1

Memperlihatkan bahwa tebal dari ore di vein timur 1 adalah 4.33 meter. Ketebalan bijih dapat dilihat pada gambar 11.

- Penunjaman Bijih

Penunjaman ore body vein timur 1 sebesar 66,0, hal ini terlihat dari permodelan ore body vein timur 1 pada gambar 12.

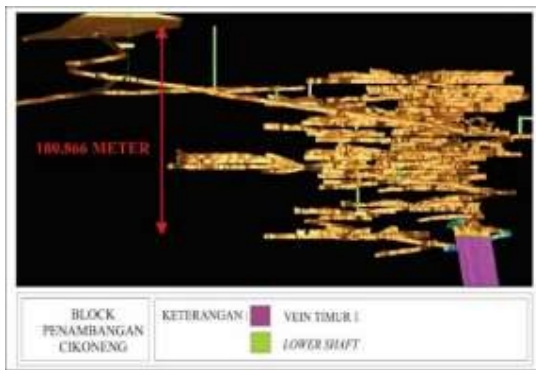


Gambar 12. Penunjaman Ore Body Vein Timur Satu

Berdasarkan tersebut termasuk dalam range curam (>55 derajat). Untuk penunjaman bijih dapat dilihat pada gambar berikut.

- Kedalaman Bijih

Ore body vein timur 1 memiliki elevasi 1000.075 mRL dan elevasi permukaan sebesar 1180.941 mRL. Jadi kedalaman ore body adalah 180.866 meter sehingga termasuk kedalaman level sedang, sehingga harus dilakukan penambangan bawah tanah. Gambar kedalaman dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Kedalaman Ore Body Vein Timur 1

• Distribusi kadar

Pengujian hasil sampling blasting yang dilakukan pada *ore body vein* timur 1, menunjukkan bahwa kadar yang diperoleh mempunyai karakteristik tertentu dan berubah secara bertahap (sedikit demi sedikit) dari suatu titik ke titik lainnya. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 1. Distribusi Kadar Vein Timur 1

HARI/TGL	CH	Kadar Au setelah blasting (Xi)	(Xi)²	(Xi - X̄)	(Xi - X̄)²
3 Januari 2019	62.60	19.69	387.70	5.83	33.98
5 Januari 2019	63.70	14.78	218.45	0.92	0.84
6 Januari 2019	65.20	14.78	218.45	0.92	0.84
7 Januari 2019	65.20	14.78	218.45	0.92	0.84
8 Januari 2019	66.50	10.97	115.99	-3.09	9.55
9 Januari 2019	67.50	21.05	443.10	7.19	51.68
10 Januari 2019	69.00	18.81	353.82	4.95	24.49
13 Januari 2019	69.00	18.81	353.82	4.95	24.49
21 Januari 2019	69.02	6.37	40.58	-7.49	56.11
22 Januari 2019	69.02	6.37	40.58	-7.49	56.11
26 Januari 2019	70.00	6.26	39.19	-7.60	57.77
JUMLAH		152.47	2430.1103	0.00	316.74
RATA-RATA		13.86			

$$\text{Varians} = \frac{\sum(Xi - \bar{x})^2}{N} = \frac{316.74}{11} = 28.79$$

$$\text{Simpangan Baku} = \sqrt{\text{variens}} = \sqrt{28.79} = 5.37$$

$$\text{Koefisien Varians} = \frac{\text{Nilai Simpangan Baku}}{\text{Nilai Kadar Rata-Rata}} = \frac{5.37}{13.86} = 0.39$$

Nilai koefisien varians : < 0,3 dikatakan seragam (*uniform*)  
 Nilai koefisien varians: 0,3 – 1,0 dikatakan bertahap (*gradational*)  
 Nilai koefisien varians: > 1,0 dikatakan tak menentu (*erratic*)

Maka distribusi kadar di Cikoneng *vein* timur 1 termasuk dalam nilai koefisien varians (*gradational*)

**Kekuatan (strength) massa batuan untuk daerah vein (ore) hangingwall dan footwall**

1. Daerah Bijih

• Kekuatan Bijih *Vein* Timur 1

Dalam menentukan kekuatan massa batuan pada daerah *ore* berdasarkan metode pembobotan digunakan rumus berikut ini:

$$\text{Rock Substance Strength} = \frac{\text{Kekuatan Uniaksial, Mpa}}{\text{Tekanan Tanah Penutup, Mpa}}$$

Karena data pengujian kekuatan (UCS) *vein* timur 1 belum tersedia, maka digunakan data *properties vein* utama. Adapun data *properties vein* utama yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kuat Tekan Batuan *vein* = 61.32 MPa
- Elevasi Permukaan = 1209 mRL
- Elevasi Kaki Portal = 1180.939 mRL
- Tebal Tanah Penutup =  
 elevasi permukaan – elevasi kaki portal  
 = 1209 mRL – 1180.939 mRL  
 = 28.069 meter
- Bobot Isi Tanah Penutup = 0.27 MN/m<sup>3</sup>

Untuk mencari tekanan penutup, menggunakan rumus tegangan vertikal ( $\sigma_v$ ), yaitu:

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \text{bobot isi (MN/m}^3\text{)} \times \text{kedalaman (meter)} \\ &= 0.27 \text{ (MN/m}^3\text{)} \times 28.059 \text{ meter} \\ &= 7.57 \text{ (MN/m}^2\text{)} \\ &= 7.57 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Rock Substance Strength} = \frac{61.32 \text{ Mpa}}{7.57 \text{ Mpa}} = 8.09$$

• *Ore Rock Mass Rating Ore* Hasil perhitungan RMR didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 2. *Ore Rock Mass Rating*

NO	TANGGAL	KEMAJUAN PELEDAKAN (m)	RMR	TIPE
1	20/11/2018	1.7	38.3	ORE
2	24/11/2018	1.1	32	
3	27/11/2018	0.7	32	
RATA-RATA RMR			34.10	

2. Daerah *Hanging Wall*

• Kekuatan Batuan *Hanging Wall Vein* Timur 1  
 Dalam menentukan kekuatan massa batuan pada daerah *hangingwall* berdasarkan metode pembobotan digunakan rumus berikut ini:

$$RSS = \frac{\text{Kekuatan Uniaksial, Mpa}}{\text{Tekanan Tanah Penutup, Mpa}}$$

Adapun data *properties hangingwall* yang digunakan adalah sebagai berikut :

- Kekuatan Tekan Batuan *Hangingwall* = 75 MPa
- Elevasi Permukaan = 1209 mRL
- Elevasi Kaki Portal = 1180.939 mRL
- Tebal Tanah Penutup = elevasi permukaan – elevasi kaki portal = 1209 mRL – 1180.939 mRL = 28.059 m
- Bobot Isi Tanah Penutup = 0.27 MN/m<sup>3</sup>

Untuk mencari tekanan tanah penutup menggunakan tegangan vertikal ( $\sigma_v$ ), yaitu :

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \text{bobot isi (MN/m}^3\text{)} \times \text{kedalaman (meter)} \\ &= 0.27 \text{ (MN/m}^3\text{)} \times 28.059 \text{ meter} \\ &= 7.57 \text{ (MN/m}^2\text{)} \\ &= 7.57 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Rock Substance Strength} = \frac{75 \text{ Mpa}}{7.57 \text{ Mpa}} = 9.9$$

• *Rock Mass Rating Footwall*

Hasil Perhitungan RMR didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 3. *Hangingwall Rock Mass Rating*

NO	TANGGAL	KEMAJUAN PELEDAKAN (m)	RMR	TIPE
1	14/11/2018	1.5	35.5	HANGING WALL
2	16/11/2018	1.6	37	
3	18/11/2018	1.0	38.3	
4	19/11/2018	1.7	50.6	
RATA-RATA RMR			40.35	

3. Daerah *Foot wall*

Dalam menentukan kekuatan massa batuan pada daerah *foot wall* berdasarkan metode pembobotan, digunakan rumus seperti berikut ini

$$RSS = \frac{\text{Kekuatan Uniaksial, Mpa}}{\text{Tekanan Tanah Penutup, Mpa}}$$

Adapun data *properties footwall* yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kuat Tekan Batuan Footwall = 75 Mpa
- Elevasi Permukaan = 1209 mRL
- Elevasi kaki Portal = 1180,9 mRL
- Tebal Tanah Penutup = elevasi permukaan – elevasi kaki portal = 1209 mRL – 1180.939 mRL = 28.059 Meter
- Bobot Isi Tanah Penutup = 0.27 MN/m<sup>3</sup>

Untuk mencari tekanan tanah penutup, menggunakan rumus tegangan vertikal ( $\sigma_v$ ), yaitu :

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \text{bobot isi (MN/m}^3\text{)} \times \text{kedalaman (meter)} \\ &= 0.27 \text{ (MN/m}^3\text{)} \times 28.059 \text{ (meter)} \\ &= 7.57 \text{ (MN/m}^2\text{)} \\ &= 7.57 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Rock Substance Strength} = \frac{75 \text{ MPa}}{7.57 \text{ Mpa}} = 9.9$$

• *Rock Mass Rating (RMR) Footwall*

Hasil perhitungan RMR di dapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4. *Footwall Rock Mass Rating*

NO	TANGGAL	KEMAJUAN PELEDAKAN (m)	RMR	TIPE
1	5/12/2018	1.0	30	FOOTWALL
2	9/12/2018	0.5	40	
3	12/12/2018	1.0	30	
RATA-RATA RMR			33.33	

Tabel 5. *Pembobotan Metode Tambang Bawah Tanah*

GEOMETRI/DISTRIBUSI KADAR	OPEN PIT	BLOCK CAVING	SUB LEVEL STOPING
Bentuk : Lembaran Tabung	2	2	4
Ketebalan bijih : Tipis	2	-49	1
Penunjaman bijih : Curam / steep	1	4	4
Distribusi kadar : Bertahap (gradasional)	3	2	4
Kedalaman : 100-500 meter	0	3	4
KARAKTERISTIK MEKANIK BATUAN			
RMR Daerah bijih : 34.10 (Jelek)	3	3	3
RMR Daerah hangingwall : 40.35 (Sedang)	4	3	3
RMR Daerah footwall : 33.33 (Jelek)	3	3	0
RSR Daerah bijih : 8.09 (Lemah)	3	2	2
RSR Daerah hangingwall : 9.9 (Lemah)	3	3	1
RSR Daerah footwall : 9.9 (Lemah)	3	3	1
Jumlah	27	-21	27

SUB LEVEL CAVING	LONGWALL MINING	ROOM AND PILLAR	SHRINKAGE STOPING	CUT AND FILL	TOP SLICING	SQUARE SET
4	4	4	4	4	2	1
-49	3	3	4	4	1	3
4	-49	-49	4	4	0	2
2	1	2	2	3	1	1
2	2	3	3	3	1	1
4	6	0	1	1	2	4
3	4	3	2	4	2	1
2	0	0	0	3	0	1
3	5	0	1	1	2	3
3	5	0	1	5	2	2
2	0	0	2	3	2	2
-20	-19	-34	24	35	15	21

(keterangan: lanjutan tabel 5)

Dari tabel 5. diatas, maka diperoleh metode penambangan yang mempunyai bobot paling tinggi adalah *cut and fill* yang disajikan seperti tabel berikut.

Tabel 6. Hasil Ranking Pembobotan Metode Tambang Bawah Tanah

NO	METODE PENAMBANG	TOTAL ANGKA
1	CUT AND FILL	35
2	SUB LEVEL STOPING	27
3	OPEN PIT	27
4	SHRINKAGE STOPING	24
5	SQUARE SET	21
6	TOP SLICING	15
7	LONGWALL MINING	-19
8	SUB LEVEL CAVING	-20
9	BLOCK CAVING	-21
10	ROOM AND PILLAR	-34

### KESIMPULAN

Dalam melakukan penambangan perlu dilakukan sebuah kajian untuk melakukan metode penambangan dalam konteks tambang bawah tanah, yaitu:

1. Dari 10 metode penambangan bawah tanah harus dicari sebuah metode penambangan yang dihitung dengan mengukur beberapa karakteristik, yaitu; geologi, geometri cebakan dan distribusi kadar serta karkteristik mekanika batuan

2. Dari karakteristik:

- Bentuk
- Ketebalan Bijih
- Penunjaman Bijih
- Kedalaman Bijih
- Distribusi Kadar

Kita dapat melakukan sistem penambangan yang cocok, ekonomis dan efisien untuk melakukan eksploitasi badan bijih tersebut.

3. Dengan memasukkan data kadar dan komposit data borehole ke dalam blok model maka masih didapat *cut and fill* dengan nilai *ranking* 35 yang cocok untuk diaplikasikan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterimakasih kepada Bapak Dr. Balian Dwinagara. MT, selaku dosen pembimbing lapangan untuk semua arahan dan masukkan yang berarti. Kemudian kepada otoritas PT. Cibaliung Sumberdaya dan semua kru *Quality Control* PT. CSD periode 2018-2019.

### DAFTAR PUSTAKA

- Dwinagara, B. Tim Geotek 2018, Kajian Geoteknik kondisi lubang bukaan pada area Cikoneng dan Cibitung, PT Cibaliung Sumberdaya. Pusat studi mineral dan energi lembaga penelitian dan pengabdian kepada masyarakat universitas pembangunan nasional “veteran” Yogyakarta.
- Gelvez J.I.R and Antonio F.A.C. (2014) Mining method selection methodology by multiple criteria decision analysis-case study in colombian coal mining. Washington D.C. Jorge ivan romero gelvez.
- Purwanto, Eng. et al. 2013. Jurnal Fundamental Study On Support Systemat Cibaliung Underground Gold Mine Indonesia. Amsterdam. Elsevier B.V.