

Rencana Produksi Biji Emas Blok Ckn_1035_Xc08 dan Ckn_1040_Xc08 di PT Cibaliung Sumberdaya, Desa Mangkualam – Padasuka, Kecamatan Cimanggu Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten

¹Melvin Fujiawati, ²Yuliadi ST.,MT dan ³Maryanto S.Si.,MT
^{1,2}Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail :¹Melvinfujiawati2203@gmail.com

Abstract. Cibaliung Sumberdaya Inc. is one of mining companies that is engaged in the field of gold mining using underground mining methods. The underground mining company of Cibaliung Sumberdaya Inc. uses *cut* and *fill* mining system. As the underground mining of Cibaliung Sumberdaya Inc. at Cikoneng area has been completed at aperture opening XC_07, the new following mining production at Cikoneng area is continued at the aperture opening XC_08. Due to that reason, this research is then focused on the planning of ore mining block CKN_XC08 level 1035 and 1040. Based on the analysis of this research, the aperture opening stability XC_08 at 1035 and 1040 level is in a safe and stable condition. This is because the aperture opening at 1035 level owns a rock displacement ranging from 18 mm - 22.5 mm and a safety factor of 1.60 (before the reinforcement rockbolt). After the reinforcement process, the rock displacement ranges from 1.6 mm - 2.4 mm and the safety factor is up to 1.80. Before the reinforcement process, the aperture opening at 1040 level shows the rock displacement starting from 17.5 mm - 35 mm and the safety factor is at 2.00. Meanwhile after the reinforcement process, it changes to 10 mm - 12.5 mm and the safety factor is at 2.45. The production plan on the aperture opening XC_08 is to divide it into two levels. They include 1035 and 1040 levels. The production plan on the aperture opening at 1035 level is that it can contain 4132.8 tons of gold ore/month while the aperture opening at 1040 level can load 2,637 tons of gold ore/month. This research results show that the mine progress on the aperture opening of gold ore block with id CKN_1035_XC08 is as wide as 14.3 m/month while the aperture opening of gold ore block with id CKN_1040_XC08 reaches 9.4 m/month. This mine progress serves to illustrate the monthly progress of the aperture opening stability and the targeted mine production plans.

Keywords: The Aperture Opening Stability, Mine Production Plans and Its Progress.

Abstrak. PT Cibaliung Sumberdaya adalah salah satu perusahaan tambang yang bergerak pada bidang pertambangan emas dengan menggunakan metoda tambang bawah tanah. Tambang bawah tanah PT Cibaliung Sumberdaya menggunakan sistem penambangan *cut and fill*. Penambangan bawah tanah PT Cibaliung Sumberdaya pada blok cikoneng telah selesai pada lubang bukaan XC_07, untuk melanjutkan produksi pada blok cikoneng maka dilanjutkan pada XC_08. Sehingga penelitian difokuskan pada perencanaan penambangan biji blok CKN_XC08 level 1035 dan 1040. Berdasarkan analisis stabilitas lubang bukaan XC_08 level 1035 dan level 1040 dinyatakan dalam keadaan aman dan stabil. Hal ini dikarenakan lubang bukaan level 1035 memiliki nilai perpindahan batuan berkisar antara 18 mm – 22,5 mm dan faktor keamanan sebesar 1,60 (sebelum penguatan *rockbolt*). Setelah penguatan perpindahan batuan berkisar antara 1,6 mm – 2,4 mm dan faktor keamanan sebesar 1,80. Lubang bukaan level 1040 sebelum penguatan perpindahan batuan sebesar 17,5 mm – 35 mm dan faktor keamanan sebesar 2,00, sedangkan setelah penguatan perpindahan batuan sebesar 10 mm – 12,5 mm dan faktor keamanan sebesar 2,45. Rencana produksi pada lubang bukaan XC_08 dibagi menjadi dua yaitu level 1035 dan 1040. Rencana produksi lubang bukaan level 1035 sebesar 4.132,8 ton/bulan, sedangkan lubang bukaan level 1040 sebesar 2.637 ton/bulan. Kemajuan tambang pada lubang bukaan CKN_1035_XC08 sebesar 14,3 m/bulan, sedangkan CKN_1040_XC08 sebesar 9,4 m/bulan. Kemajuan tambang berfungsi untuk menggambarkan kemajuan setiap bulan dengan rencana produksi yang ditargetkan.

Kata kunci : Stabilitas Lubang Bukaan, Rencana Produksi dan Kemajuan Tambang

A. Pendahuluan

Adanya produksi di Blok CKN_1035_XC08 dan CKN_1040_XC08 dapat menambah produksi yang lebih besar dan umur penambangan yang lama ditinjau dari segi faktor keamanan, rencana produksi, penjadwalan produksi hingga rancangan kemajuan untuk setiap lubang bukaan. Hal ini penting karena akan mempengaruhi cara perkuatan dan produksi yang dihasilkan. Oleh karena itu untuk menentukan produksi selanjutnya pada daerah penelitian dilakukan rencana penambangan lubang bukaan baru pada blok Cikoneng XC_08.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui stabilitas lubang bukaan, Merencanakan produksi di lubang bukaan dan merancang kemajuan tambang di lubang bukaan produksi bijih emas blok Cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08.

B. Landasan Teori

Tambang bawah tanah adalah sistem penambangan dimana seluruh aktivitas yang kerjanya tidak berhubungan langsung dengan udara luar dan seluruh aktivitas penambangannya dilakukan di bawah permukaan bumi. Metode penambangan yang digunakan PT Cibaliung Sumberdaya yaitu *Cut and Fill*. *Cut and fill* merupakan suatu cara penambangan yang menggali bagian demi bagian. Sebelum penggalian berikutnya dilakukan maka dilakukan pengisian material dari luar. Lubang bukaan dipersiapkan untuk penambangan yang direncanakan akan ditambang dengan sistem penambangan *cut and fill*. Ada beberapa metode pembuatan lubang bukaan dengan cara penggalian yaitu metode *full face* dan *heading and bench*. Dalam penelitian ini metode pembuatan lubang bukaan dengan cara penggalian menggunakan metode *full face*. Metode *full face* merupakan metoda dimana seluruh penampang terowongan digali secara bersamaan.

Siklus produksi PT Cibaliung Sumberdaya dimulai dari kegiatan pemboran, peledakan, pembersihan asap, penjatuhan batu gantung, penyanggaan, pemuatan, pengangkutan dan pegisian ulang. Kegiatan pemboran untuk produksi menggunakan alat *Jumbo Drill* dengan pola pemboran *Burn-cut*. Pembersihan asap dilakukan setelah peledakan selesai, kegiatan ini biasanya dibuang melalui ventilasi yang dihisap dengan menggunakan *auxillary fan* dan dihembuskan keluar dari lokasi peledakan. Penjatuhan batu gantung bertujuan untuk menjatuhkan batuan yang menggantung di atap, termasuk batuan yang mungkin akan jatuh bila disekitar batuan tersebut diganggu seperti dilakukannya pemboran pada tahap selanjutnya. Tujuan utama penyanggaan adalah untuk memperkuat batuan agar tidak runtuh, sistem penyanggaan yang sering digunakan yaitu *rockbolt*, *wire mesh*, *shotcrete*, *concrete* dan *H-Beam*. Pemuatan untuk produksi menggunakan *Loading Hauling Dump*, pemuatan merupakan proses lanjutan dari suatu tahapan kegiatan penambangan yaitu proses pemindahan material hasil pembongkaran dengan peledakan. Pengangkutan yaitu proses pemindahan material hasil pembongkaran dari lokasi penambangan yang sebelumnya dimuat, alat yang digunakan yaitu *Mine Truck*. Pengisian ulang atau *backfilling* adalah proses pengisian material bekas lubang bukaan.

Klasifikasi massa batuan digunakan sebagai alat dalam perancangan model lubang bukaan (terowongan). Terdapat parameter untuk mengklasifikasikan massa batuan menggunakan sistem RMR yaitu kuat tekan, *rock quality designation*, spasi bidang *discontinuity*, kondisi kekar dan orientasi bidang *discontinuity*. Prinsip dasar pemodelan adalah memilah dan membagi-bagi suatu masalah yang kompleks menjadi

sejumlah aspek yang lebih kecil dan sederhana yang disebut dengan elemen. Metode elemen hingga (*finite elements method*) merupakan salah satu metode analisis numerik yang menggunakan pendekatan diferensial. Metode ini dapat dipakai untuk menganalisis kondisi tegangan dan regangan pada suatu struktur batuan.

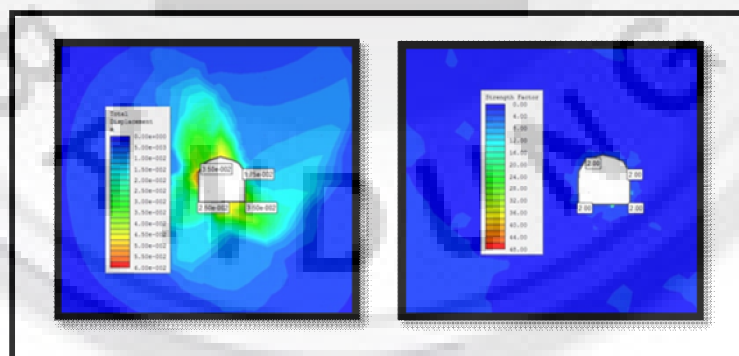
C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

- **Stabilitas Lubang Buka**

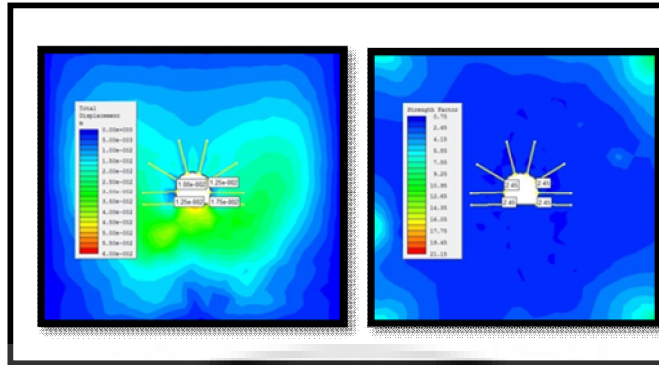
Karakteristik geomekanik material berupa data sifat fisik dan mekanik batuan yang digunakan sebagai *input* parameter material *properties* dalam analisis stabilitas lubang bukaan yang diambil dari hasil pengujian batuan (Tabel 1). Hasil analisis kestabilan lubang bukaan blok Cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08 dengan menggunakan *software Phase²*, yang diperoleh adalah perpindahan batuan dan faktor keamanan (Gambar 1,2,3 dan 4).

Tabel 1
Material Properties Vein

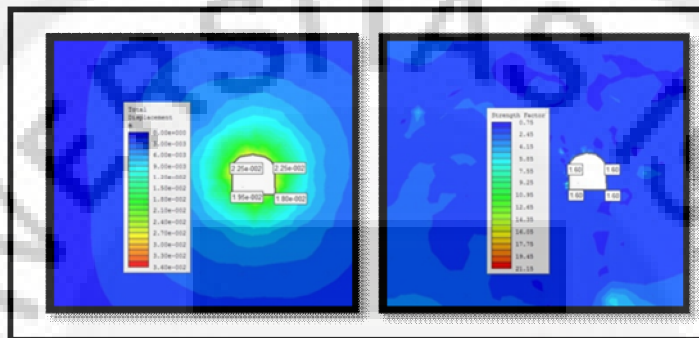
Material Properties	Nilai
Vein	
Unit Weight (MN/m ³)	0,0262
Modulus Young (MPa)	10960
Poisson's Ratio	0,22
Tensile Strength (MPa)	2,9
Peak Friction Angle (degrees)	30
Peak Cohesion (MPa)	4
Residual Friction Angle (degrees)	15
Residual Peak Cohesion (MPa)	0,2



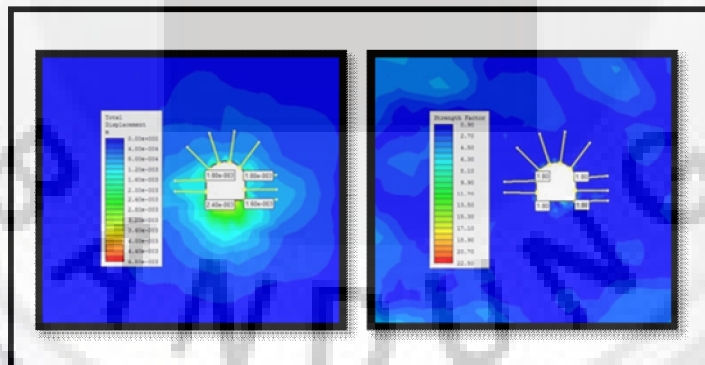
Gambar 1
Perpindahan Batuan dan Faktor Keamanan Lubang Bukaan Level 1040 Sebelum Penguatan *Rockbolt*



Gambar 2
Perpindahan Batuan dan Faktor Keamanan Lubang Buka Level 1040 Setelah Penguatan *Rockbolt*



Gambar 3
Perpindahan Batuan dan Faktor Keamanan Lubang Buka Level 1035 Sebelum Penguatan *Rockbolt*



Gambar 4
Perpindahan Batuan dan Faktor Keamanan Lubang Buka Level 1035 Setelah Penguatan *Rockbolt*

Berdasarkan analisis stabilitas lubang bukaan level 1035 dan 1040 XC_08 dinyatakan dalam keadaan aman dan stabil, dengan nilai faktor keamanan untuk lubang bukaan level 1035 sebelum penguatan sebesar 1,60 dan setelah penguatan sebesar 1,80. Sedangkan lubang bukaan 1040 sebelum penguatan sebesar 2,00 dan setelah penguatan sebesar 2,45. Lubang bukaan level 1035 memiliki nilai faktor kemaan lebih kecil dibandingkan dengan lubang bukaan level 1040. Hal ini disebabkan karena geometri lubang bukaan pada level 1035 lebih besar dibandingkan dengan level 1040. Semakin

besar geometri lubang bukaan, semakin besar deformasi batuan yang terjadi dan semakin kecil nilai faktor keamanannya.

- **Produksi Penambangan**

Tabel 2
Total Cycle Time Kegiatan Produksi Penambangan

No	Kegiatan	Cycle Time (menit)	Cycle Time (jam)
1	<i>Drilling</i> (Pemboran)	151,34	2,52
2	<i>Charging dan Blasting</i> (Pengisian Bahan Peledak dan Peledakan)	32,44	0,54
3	<i>Smoke Clearing</i> (Pembersihan Asap)	30,34	0,51
4	<i>Scalling</i> (Penjatuhan Batu Gantung)	34,35	0,57
5	<i>Support</i> (Penyanggaan)	146,60	2,44
6	<i>Loading</i> (Pemuatan)	4,16	0,07
7	<i>Hauling</i> (Pengangkutan)	29,09	0,48
Total		428,31	7,14

- Volume = Luas Total x Kedalaman Lubang Bor
 - Tonase = Volume x *Density* bijih
- Keterangan : - kedalaman lubang bor = 2,7 m
- *Density* bijih = 2,62 ton/m³

Tabel 3
Luas, Volume dan Tonase Lubang Bukaan XC 08

Lokasi	Dimensi (m)	Luas (m ²)	Volume (m ³)	Tonase (ton)
CKN_1035_XC08	5x5	23,17	62,56	163,91
CKN_1040_XC08	4x4	14,79	39,93	104,62

- $\text{Produksi per jam} = \frac{\text{Tonase}}{\text{Total Cycle Time Kegiatan Produksi}}$
 - $\text{Produksi per hari} = \text{Produksi per jam} \times \text{Waktu Efektif}$
 - $\text{Produksi per bulan} = \text{Produksi per hari} \times 30 \text{ hari/bulan}$
- Keterangan : waktu efektif = 6 jam

Tabel 3
Luas, Volume dan Tonase Lubang Bukaan XC 08

Lokasi	Produksi/jam (ton/jam)	Produksi /hari (ton/hari)	Produksi /bulan (ton/bulan)
CKN_1035_XC08	22,96	137,76	4.132,8
CKN_1040_XC08	14,65	87,90	2.637

Produksi penambangan pada lubang bukaan XC_08 dibagi menjadi dua bagian yaitu pada lubang bukaan level 1035 dan 1040. Perhitungan produksi penambangan pada lubang bukaan level 1035 dan 1040 diperoleh hasil yang berbeda. Pada lubang bukaan level 1035 produksi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan lubang bukaan level 1040. Hal ini dikarenakan perbedaan dimensi lubang bukaan luas dan kemajuan lubang bukaan.

- **Perencanaan Tambang**

Untuk memudahkan dalam memantau kemajuan tambang dan produksi bijih emas dalam rangka mencapai target produksi pada lubang bukaan blok Cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08, maka perlu dilakukan rencana produksi bijih. Perencanaan tambang dibagi menjadi target dan penjadwalan produksi. Target produksi yang dibuat pada lubang bukaan blok Cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08 berdasarkan produksi penambangan, seperti tertera pada (Tabel 4). Penjadwalan produksi tambang (Tabel 5).

Tabel 4
Target Produksi Lubang Bukaan XC_08

Bulan	Target Produksi	
	CKN 1035 XC08	CKN 1040 XC08
1	4100 ton	
2	4100 ton	
3	4100 ton	
4	4100 ton	
5	4100 ton	
6	4100 ton	
7	4100 ton	
8	4100 ton	
9	155 ton	
10		2600 ton
11		2600 ton
12		2600 ton
13		2600 ton
14		2600 ton
15		2600 ton
16		2600 ton
17		2600 ton
18		2600 ton
19		2600 ton
20		2600 ton
21		2600 ton
22		2600 ton
23		477 ton

Berdasarkan target produksi pada lubang bukaan level 1035 penambangan bijih diperkirakan akan selesai pada bulan kesembilan. Diharapkan pada pertengahan bulan kesembilan dapat selesai, sehingga dapat dilanjutkan untuk kegiatan *filling* pada lubang bukaan level 1035. Lubang bukaan yang sudah diisi oleh material *filling* dan dapat digunakan untuk landasan kerja dan oleh alat berat selama 14 hari. Oleh karena itu target produksi pada lubang bukaan level 1040 akan dilaksanakan pada bulan kesepuluh.

Tabel 5
Penjadwalan Produksi Lubang Bukaan CKN_1035_XC08

Bulan	Target Produksi		Lokasi
	CKN 1035 XC08	CKN 1040 XC08	
1	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD1_STH
2	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD2_STH
3	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD3_STH
4	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD4_STH

5	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD5_STH
6	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD6_STH
7	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD7_STH
			CKN_1035_XC08_SD7_NTH
8	4100 ton		CKN_1035_XC08_SD8_NTH
9	155 ton		CKN_1035_XC08_SD9_NTH
10		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB10_STH
11		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB11_STH
12		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB12_STH
13		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB13_STH
14		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB14_STH
15		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB15_STH
16		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB16_STH
17		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB17_STH
18		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB18_STH
19		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB19_STH
20		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB20_STH
			CKN_1040_XC08_FB20_NTH
21		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB21_NTH
22		2600 ton	CKN_1040_XC08_FB22_NTH
23		477 ton	CKN_1040_XC08_FB23_NTH

- **Perancangan Tambang**

Panjang lubang bukaan pada blok Cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08 dibagi menjadi dua bagian yaitu utara dan selatan.

- Lubang bukaan *sill drift* (CKN_1035_XC08)
Lubang bukaan *sill drift* dengan dimensi lubang bukaan 5 x 5 meter, dengan panjang lubang bukaan dibagi menjadi dua bagian penambangan yaitu bagian utara dan selatan. Panjang lubang bukaan bagian utara sebesar 26,88 meter dan selatan sebesar 86,96 meter.
- Lubang bukaan *flat back* (CKN_1040_XC08)
Lubang bukaan *flat back* dengan dimensi lubang bukaan 4 x 4 meter, dengan panjang lubang bukaan dibagi menjadi dua bagian penambangan yaitu bagian utara dan selatan. Panjang lubang bukaan bagian utara sebesar 26,98 meter dan selatan sebesar 94,80 meter.

Optimalisasi blok penambangan bertujuan untuk menentukan batas-batas penambangan yang akan memaksimalkan jumlah cadangan dan kadar dari bijih yang ditambang. Operasi penambangan yang dilakukan untuk optimalisasi blok adalah :

- Dimensi lubang bukaan pada level 1035 (*sill drift*) berukuran 5 x 5 meter dan pada level 1040 (*flat back*) 4 x 4 meter. Dimensi lubang bukaan pada blok Cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08 di PT Cibaliung Sumberdaya dibuat berbeda, dimana pada lubang bukaan level 1035 dibuat lebih besar dibandingkan dengan level 1040, hal ini dikarenakan pada lubang bukaan level 1040 berfungsi sebagai penyangga alami untuk lubang bukaan 1035 dan lubang bukaan level 1045.
- Penambangan lubang bukaan di level 1035 dan 1040 XC_08 dengan menyusuri dinding *hanging wall*. Hal ini dikarenakan pada dinding *hanging wall* memiliki nilai kadar tinggi.

- Penambangan pillar pada lokasi-lokasi kadar tinggi. Penambangan pillar dapat dilakukan setelah penambangan lubang bukaan selesai. Pemilihan pillar yaitu dengan lokasi yang memiliki nilai kadar tinggi akan diambil dan yang memiliki nilai kadar rendah akan dijadikan sebagai penyangga alami.
- Panjang bijih pada level 1035 sebesar 113,84 meter dibagi menjadi dua bagian yaitu untuk bagian utara sebesar 26,88 meter dan bagian selatan sebesar 86,96 meter, sedangkan untuk level 1040 panjang bijih emas sebesar 121,78 meter dengan panjang 26,98 meter untuk bagian utara dan 94,80 meter untuk bagian selatan. Panjang total tubuh bijih lubang bukaan level 1035 sebesar 185,27 meter dan level 1040 sebesar 187,34 meter. Berdasarkan nilai kadar yang telah ditetapkan oleh PT Cibaliung Sumberdaya ($COG \geq 3$), sehingga panjang dari bijih tersebut tidak bisa dimaksimalkan untuk ditambang semua.

• Kemajuan Tambang

Kemajuan tambang berfungsi untuk mengetahui kemajuan tambang setiap bulan dengan rencana produksi yang ditargetkan, sehingga dapat mencapai target produksi. Kemajuan tambang pada lubang bukaan XC_08 dibagi menjadi dua bagian yaitu lubang bukaan level 1035 dan 1040. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada (Tabel7).

- $$\text{Tonase bijih} = \frac{\text{Cadangan 1035}}{\text{Panjang lubang bukaan level 1035}}$$
- $$\text{Kemajuan Tambang} = \frac{\text{Produksi}}{\text{Tonase ore}}$$

Tabel 6

Cadangan Blok CKN_XC08 Level 1035 dan 1040

Lokasi	Tonase
CKN_1035_XC08	32.955 ton
CKN_1040_XC08	34.227 ton

Tabel 7

Kemajuan Tambang Lubang Bukaan XC_08

Lokasi	Cadangan (ton)	Produksi/bulan (ton/bulan)	Kemajuan tambang (m/bulan)
CKN_1035_XC08	32.955	4.132,8	14,3
CKN_1040_XC08	34.277	2.637	9,4

Berdasarkan (Tabel 6) kemajuan tambang pada lubang bukaan level 1035 lebih panjang dibandingkan dengan level 1040, hal ini dikarenakan produksi yang direncanakan untuk setiap bulannya berbeda. Semakin besar rencana produksi yang dihasilkan untuk setiap bulan, maka akan semakin panjang kemajuan tambang yang akan ditambang.

D. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain :

1. Berdasarkan analisis stabilitas lubang bukaan blok cikoneng level 1035 dan 1040 XC_08 dinyatakan dalam kondisi aman dan stabil. Lubang bukaan level 1035 memiliki nilai perpindahan antara 18 mm – 22,5 mm dan faktor keamanan sebesar 1,60 (sebelum penguatan *rockbolt*). Setelah penguatan perpindahan antara 1,6 mm – 2,4 mm dan faktor keamanan sebesar 1,80. Lubang bukaan level 1040 sebelum penguatan perpindahan batuan sebesar 17,5 mm – 35 mm dan faktor keamanan sebesar 2,00, sedangkan setelah penguatan perpindahan batuan sebesar 10 mm – 12,5 mm dan faktor keamanan sebesar 2,45.
2. Rencana produksi pada lubang bukaan XC_08 dibagi menjadi dua bagian yaitu lubang bukaan level 1035 dengan rencana produksi sebesar 4.132,8 ton/bulan. Lubang bukaan level 1040 sebesar 2.637 ton/bulan.
3. Kemajuan tambang pada lubang bukaan XC_08 dibagi menjadi dua bagian yaitu lubang bukaan level 1035 sebesar 14,3 m/bulan dan lubang bukaan level 1040 sebesar 9,4 m/bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bieniawski, Z.T., 1976, "Rock Mass Classification in Rock Engineering", Cape Town, Balkema.
- Bieniawski, Z.T., 1989, "Rock Mechanics Design in Mining and Tunneling", AA, Balkema, Netherland.
- Desfrayona., 2009, "Analisis Kestabilan Rencana Cross Cut Access 10 S Ciurug Di Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor, PT Aneka Tambang Tbk Bogor, Jawa Barat", Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Islam Bandung. Bandung.
- H.Hamrin., 1997, "Guide to Underground Mining Methods and Applications", Stockholm.
- Jimeno, C.L., 1995, "Drilling And Blasting Of Rock", AA Bakema, Rotterdam.
- Koesnaryo. S., 2001, "Pemboran untuk Penyediaan Lubang Ledak", Jurusan Teknik Pertambangan UPN "Veteran", Yogyakarta.
- Prodjosumarto, Partanto., 1993, "Pemindahan Tanah Mekanis", Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rai, Astawa, Made., 1994, "Teknik Terowongan", Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknologi Mineral, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rai, M.A., dan, Kramadibrata, S., 1999, "Peralatan dan Pengangkutan Bawah Tanah", Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Rai, M.A., dan, Kramadibrata, S., 1990, “Mekanika Batuan”, Jurusan Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Sudana, D dan Santosa, S., 1992, “Peta Geologi Lembar Cikarang”, Jawa.

