PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

KAJIAN TEKNIS PEMASANGAN CABLE BOLT PADA TAMBANG BAWAH TANAH DI LEVEL CRUSHER (2730 L) AREA 602 TAIL CHAMBER 2nd PASS, 602 MAGNET CHAMBER 2nd PASS, 602 CONVEYOR DAN 602 TRANSFORMER, GRASBERG BLOCK CAVE PT. FREEPORT INDONESIA, DISTRIK TEMBAGAPURA, KABUPATEN MIMIKA, PROVINSI PAPUA

Beny Jeckson Kemong*[1], dan Yudho Dwi Galih Cahyono [1]

[1] Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jln. Arif Rahman Hakim No. 100 Surabaya

*e-mail: bennyjecksonkemong@gmail.com

ABSTRAK

PT. Freeport Indonesia (PTFI) sebagai anak perusahaan Freeport McMoran mulai beroperasi di Indonesia pada tanggal 7 April 1967. PT. Freeport Indonesia terletak di Distrik Tembagapura, Kabupaten Mimika, Provinsi Papua. Tambang bawah tanah *Grasberg Block Cave (GBC)* terletak dibawah tambang terbuka grasberg *(Grasberg Open Pit).* Perkuatan dan penyanggaan bawah tanah (*ground support*) merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan selama proses *development*. Tujuan dari perkuatan ialah untuk memperkuat ikatan antar massa batuan yang terganggu akibat aktivitas pembuatan lubang bukaan. Material *ground support* pada area *development* yang digunakan sering tidak sesuai dengan rekomendasi penyanggaan yang diberikan. Material yang digunakan secara aktual di lapangan sering mengalami penambahan dan bahkan pengurangan jumlah material yang dipengaruhi oleh faktor tertentu. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan kajian aktual terhadap operasional penggunaan material *secondary support*.

Kata kunci: Grasberg Block Cave, perkuatan dan penyanggaan bawah tanah, material penyanggaan (Ground Support)

ABSTRACT

PT. Freeport Indonesia (PTFI) as a subsidiary of Freeport McMoran began operations in Indonesia on April 7, 1967. PT. Freeport Indonesia is located in Tembagapura District, Mimika Regency, Papua Province. The Grasberg Block Cave (GBC) underground mine is located under the grasberg open pit (Grasberg Open Pit). Strengthening and supporting the ground (ground support) is very important and must be considered during the development process. The purpose of the reinforcement is to strengthen the bonds between the masses of rock that are disturbed by the opening hole. Material ground support in the area of development that are used frequently are not in accordance with the recommendation of buffering that is given. The material is used in real-time in the field often undergo additions and even a reduction in the amount of material that is affected by factors specific. Based on this, an actual study is needed on the operational use of the material secondary support.

Keywords: Grasberg Block Cave, underground reinforcement and support, ground support

PENDAHULUAN

Latar Belakang

PT. Freeport Indonesia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan dan menjadi salah satu perusahaan penghasil tembaga, emas dan perak terbesar di dunia. Tambang bawah tanah *Grasberg Block Cave (GBC)* yang terletak dibawah tambang terbuka *(Open Pit)* ialah salah satu tambang masa depan PT. Freeport Indonesia dengan total cadangan yang mencapai 874 juta ton dengan kadar tembaga 1,04%, emas 0,81 gram/ton dan perak 2,9 gram/ton. Pada saat ini tambang GBC masih dalam proses pengembangan atau *development* dan direncanakan akan mulai berproduksi pada tahun 2020 dengan target produksi 160.000 ton per hari. Menggunakan metode ambrukan *(block caving method*), dan metode ambrukan *(block caving method)* telah berproduksi semenjak tahun 2000 sampai saat ini. Adapun siklus *development* yang dilakukan pada tambang GBC meliputi pekerjaan survey, pengeboran, peledakan, pengangkutan dan pemuatan material hasil ledakan, *scalling*, hingga pada tahapan instalasi penyanggaan atau *Ground Support*.

Perkuatan dan penyanggaan bawah tanah (*ground support*) merupakan hal yang sangat penting dan harus diperhatikan selama proses *development*. Penyanggaan dilakukan dengan dua tahapan yaitu *reinforcement* dan *support Reinforcement* atau perkuatan merupakan langkah awal yang dilakukan setelah peledakan selesai. Tujuan dari perkuatan ialah untuk memperkuat ikatan antar massa batuan yang terganggu akibat aktivitas pembuatan lubang bukaan.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Perkuatan sering dilakukan pada tahap *primary support* seperti instalasi *split set, resin bar* dan jenis perkuatan lainnya. Setelah perkuatan selesai, maka penyanggaan dilakukan pada lubang bukaan atau sering disebut sebagai tahap *secondary support*. Penyanggaan bertujuan untuk menjaga kestabilan lubang bukaan, menahan beban terowongan dan meningkatkan kekuatan massa batuan dalam jangka waktu yang lebih lama seiring infrastructure dan tambang berlangsung. Penyanggaan yang dilakukan seperti instalasi *Traedbar*, *Cable bolt* hingga *shotcrete*. Jenis dan material *support* yang digunakan perlu diperhitungkan secara tepat dan disesuaikan dengan kondisi lubang bukaan.

Material *ground support* pada area *development* yang digunakan sering tidak sesuai dengan rekomendasi penyanggaan yang diberikan. Material yang digunakan secara aktual di lapangan sering mengalami penambahan dan bahkan pengurangan jumlah material yang dipengaruhi oleh faktor tertentu. Berdasarkan penjelasan tersebut, maka diperlukan kajian aktual terhadap operasional penggunaan material *secondary support* yang bertujuan untuk menganalisis penyebab terjadinya ketidaksesuaian antara rekomendasi penyanggaan yang diberikan dengan pengaplikasian secara aktual di lapangan.

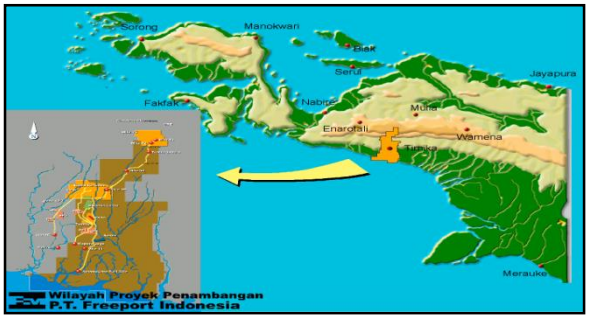
TINJAUAN UMUM

Lokasi Daerah Penelitian

PT. Freeport Indonesia terletak di Pegunungan Jayawijaya. Secara administratif berada di Kabupaten Mimika, Provinsi Papua dan secara geografis wilayah Kontrak Karya PT. Freeport Indonesia berada pada 04°02’30’’LS - 04°11’30’’ LS dan 137°02’30’’BT - 137°10’00’’ BT.

PT. Freeport Indonesia memiliki ijin penggunaan area untuk prasarana proyek yang meliputi daerah Amamapare (*Portsite*), Timika, Kuala Kencana, *Hidden Valley*, Tembagapura, *Ridge Camp*, *Mill Area*, Tambang Bawah Tanah, Gunung Bijih Timur (GBT) hingga *Grasberg*. Namun secara garis besar dikelompokkan menjadi:

1. *Lowland*, yaitu daerah dataran rendah yang meliputi Amamapare, Kuala Kencana dan beberapa fasilitas pendukung seperti bandar udara, pelabuhan laut, bengkel, pompa bahan bakar dan tempat penimbunan kargo.
2. *Highland*, yaitu daerah dataran tinggi pada ketinggian 1.900 – 3850 mdpl yang meliputi *Hidden Valley*, Tembagapura, *Ridge Camp*, *Mill Area*, Tambang Bawah Tanah dan Tambang Terbuka Grasberg.



Gambar 1: Peta lokasi operasional PT. Freeport Indonesia. (Sumber: PT. Freeport Indonesia, 2003)

Profil Perusahaan

PT Freeport Indonesia (PTFI) merupakan perusahaan afiliasi dari *Freeport-McMoRan Copper & Gold Inc.*. PT. Freeport Indonesia menambang, memproses, dan melakukan eksplorasi terhadap bijih yang mengandung tembaga, emas, dan perak yang beroperasi di daerah dataran tinggi Kabupaten. Mimika, Provinsi. Papua, Indonesia. PT Freeport Indonesia (PTFI) memasarkan produknya ke seluruh penjuru dunia.

Sejarah PT. Freeport Indonesia bermula saat seorang manajer eksplorasi bernama Forbes Wilson dari *Freeport Sulphur Company* yang berdomisili di Amerika Serikat (AS) melakukan ekspedisi pada tahun 1960 dan 1967 ke Irian Jaya (sekarang namanya berubah menjadi Provinsi Papua) setelah membaca sebuah laporan yang ditemukannya mengenai keberadaan cadangan gunung bijih (*Ertsberg*). Penemuan ini berdasarkan laporan perjalanan seorang ahli geologi asal Belanda yang bernama Jean Jaques Dozy di Pegunungan Sudirman Irian Jaya dalam laporannya yang berjudul *Leidsche Geologische Mededeelingen* (1936). Tujuan sebenarnya dari perjalanan Jean Jacques Dozy dan rekan-rekannya adalah mendaki Gunung Cartenz yang merupakan salah satu dari puncak tertinggi di rangkaian Pegunungan Sudirman. Selain itu dia membuat catatan dan membawa contoh batuan untuk diteliti. Laporan tersebut yang menjadi dasar seorang ahli seperti Forbes Wilson untuk melakukan ekspedisi pada tahun 1960 dan 1967.

PT. Freeport Indonesia (PTFI) sebagai anak perusahaan Freeport McMoran mulai beroperasi di Indonesia berdasarkan Kontrak Karya (KK) I yang ditandatangani pada tanggal 7 April 1967 selama 30 tahun dengan pemerintah Indonesia. PTFI memulai kegiatan eksplorasi di daerah Gunung Bijih pada bulan Desember 1967. Eksplorasi studi kelayakan dan

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

development dikerjakan selama 5 (lima) tahun oleh PT. Freeport Indonesia.

Konstruksi dalam skala besar dimulai bulan Mei 1970. Pada tahun 1972 PTFI berhasil mengapalkan konsentrat tembaga pertama dari *Ertsberg*. Tahun 1988 ahli geologi PT. Freeport Indonesia (PTFI) kembali menemukan cadangan *Grasberg* yang letaknya hanya beberapa kilometer dari lokasi tambang *Erstberg* dan merupakan cadangan emas terbesar di dunia serta cadangan tembaga nomor tiga terbesar di dunia. Tambang terbuka *Grasberg* akan diperkirakan berhenti beroperasi pada tahun 2018 dan akan digantikan dengan tambang bawah tanah *Grasberg Block Caving* (GBC) yang saat ini masih dalam tahap *development* yang diperkirakan mulai produksi pada tahun 2020.

Pada tanggal 26 Desember 1991 berdiri PT. Freeport Indonesia (PTFI) yang telah berbadan hukum Indonesia dan PT. Freeport Indonesia (PTFI) yang sebelumnya berbadan hukum *Deleware* (New Orleans - negara bagian Amerika Serikat) meleburkan diri. Tanggal 30 Desember 1991 ditandatangani kontrak karya baru antara PT. Freeport Indonesia (PTFI) dengan pemerintah Indonesia yang berlaku untuk massa 30 tahun. Kontrak karya baru ini mencangkup luas wilayah seluas 10.000 hektar dan wilayah baru untuk eksplorasi seluas 2,5 hektar, serta untuk pembangunan sarana-sarana pendukung.

METODE PENELITIAN

Dalam penyusunan paper kali ini penulis melakukan beberapa tahapan yang terdiri dari:

1. Persiapan
   Tahap persiapan merupakan tahap awal dari penelitian yang meliputi:
   a) Studi pustaka. Pada bagian ini penulis mengumpulkan materi yang berhubungan dengan *ground support* dari berbagai sumber seperti, materi dari perkuliahan, artikel-artikel dari berbagai situs (*website*) dan laporan-laporan maupun penelitian-penelitian sebelumnya.
   b) Penentuan judul dan pembuatan proposal untuk dikirimkan ke perusahaan.
   c) Mengikuti *Safety Induction*. Dilaksanakan di Tembagapura, tepatnya di Bukit Barat selama satu hari dan di *Ridc Camp* selama dua hari.
   d) Observasi lingkungan kerja. Observasi dilakukan baik di lingkungan kerja di *departement Underground GBC Operation* dibawah pengawasan staf pada masing-masing bagian antara lain *Short Therm Production, Secondary Breaking, Production Support, Mine Star,* dan *Draw Control.*
2. Pengambilan Data
   Untuk pengambilan data ini terdiri dari dua jenis data yang dipakai yaitu:
   a) Data primer ialah data yang diperoleh secara langsung di lapangan. Data yang diperoleh berasal dari data penggunaan alat *ground support* pada tahap *secondary support*:
      1. Tahapan *development* yang diamati hanya pada aktivitas *secondary support*
      2. Pemasangan *cable bolt* aktual di lapangan
      3. Data *Cycle Time* dari alat *Cabolter*
      4. Data kekuatan massa batuan dan kesskuatan material penyangaan.
   b) Data sekunder ialah data-data pendukung yang diperoleh dengan studi pustaka berupa referensi ilmiah yang berasal dari buku literatur, lokasi sumber sampel (peta), peta kesampaian daerah, kondisi geologi, Data Geologi bawah tanah atau batuan *Grasberg Block Cave* (GBC).
3. Pengolahan Data
   Pengolahan data dilakukan dengan perhitungan yang kemudian disajikan. Hasil pengolahan data kemudian akan dipakai untuk membuat kesimpulan.
4. Kesimpulan
   Kesimpulan diperoleh tidak hanya dari hasil analisa data saja, tetapi juga dengan analisa dari proses pengambilan data atau dalam hal ini proses pengamatan aktual di lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan Data

A. Lokasi Pengambilan Data
   Pengambilan data dilakukan pada tambang bawah tanah *Grasberg Block Cave*, penelitian berada pada level *Crusher* (2730 L), tepatnya pada area *602 Tail Chamber 2nd Pass, 602 Magnet Chamber 2nd Pass, 602 Conveyor* dan *602 Transformer.*

Dimensi Terowongan Berdasarkan Rekomendasi (desain) dan Hasil Penelitian Aktual Di Lapangan

Bentuk terowongan yang dibuat memiliki dimensi yang berbeda-beda dalam satu kali kemajuan lubang bukaan (terowongan) yaitu, desain dimensi terowongan rekomendasi area 602 *Tail* berukuran lebar 10.75 m, tinggi 6.74 m dan panjang 3.60 m, 602

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Magnet berukuran lebar 6.10 m, tinggi 4. 83 m, dan panjang 3.60 m, 602 *Conveyor* berukuran lebar 6.10 m, tinggi VAR.H, dan panjang 3.60 m, 602 *Transformer* berukuran lebar 8.60, tinggi 6.60 m, dan panjang dalam satu kali kemajuan lubang bukaan (terowongan) adalah 3.60.

Tabel 1: Dimensi terowongan rekomendasi (desain)

Area	Dimensi Terowongan Rekomendasi (desain)		
	Lebar	Tinggi	Panjang
Tail	10.75	6.74	3.60
Magnet	6.10	4.83	3.60
Conveyor	6.10	VAR.H	3.60
Transformer	8.60	6.60	3.60

Tabel 2: Dimensi terowongan actual

Area	Dimensi Terowongan Aktual		
	Lebar	Tinggi	Panjang
Tail	10.80	6.70	3.70
Magnet	6.20	4.88	3.70
Conveyor	6.60	6.79	3.80
Transformer	8.70	6.88	3.80

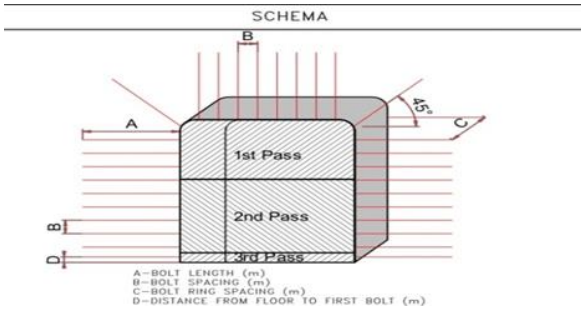
Dimana setelah melakukan penelitian, penulis mendapatkan hasil Aktual di lapangan yaitu, area 602 *Tail* berukuran lebar 10.80 m, tinggi 6.70 m dan panjang 3.70 m, 602 *Magnet* berukuran lebar 6.20 m, tinggi 4.88 m, dan panjang 3.70 m, 602 *Conveyor* berukuran lebar 6.60 m, tinggi 6.79, dan panjang 3.80 m, 602 *Transformer* berukuran lebar 8.70, tinggi 6.88 m, dan panjang dalam satu kali kemajuan lubang bukaan (terowongan) adalah 3.80.

Pada lokasi-lokasi tersebut, untuk pembuatan lubang bor *(drill holes)* menggunakan alat bor Cabolter nomor 153, 156 dan 160 serta jenis batuan yang ditemui dalam penelitian ini adalah *diorite (good ground)*. Waktu pemboran pada area *good ground* cenderung lebih lama dibandingkan pada area *poor ground* dikarenakan karakteristik batuannya yang padat (*compact*).

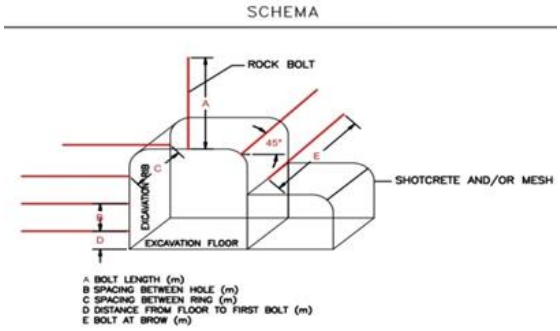
Spasi Cable bolt dan Spasi Antara Ring

Spasi *cable bolt* dan spasi antara *ring* pada area penelitian berbeda-beda, spasi *cable bolt* dan spasi antara *ring* yang direkomendasikan (desain) yaitu, area 602 *tail chamber 2nd pass*, kedalaman lubang bor 6.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.2 m, spasi diantara *ring* 1.2 m dan spasi dari *floor* 0.5 m, 602 *magnet chamber 2nd pass*, kedalaman lubang bor 6.0 m, spasi antara cable bolt 1.0 m, spasi diantara ring 1.0 m dan spasi dari floor 0.5 m, 602 *conveyor* kedalaman lubang bor 5.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.2 m, spasi diantara *ring* 1.2 m dan spasi dari *floor* 0.5 m, dan 602 *transformer* kedalaman lubang bor 5.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.2 m, spasi diantara *ring* 1.2 m dan spasi dari *floor* 0.3 m. Spasi *cable bolt* dan spasi antara *ring* aktual dilapangan yaitu, area 602 *tail chamber 2nd pass*, kedalaman lubang bor 6.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.2 m, spasi diantara *ring* 1.2 m dan spasi dari *floor* 0.5 m. 602 *magnet chamber 2nd pass*, kedalaman lubang bor 6.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.0 m, jarak diantara *ring* 1.0 m dan jarak dari *floor* 0.5 m. 602 *conveyor* kedalaman lubang bor 5.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.2 m, jarak diantara *ring* 1.2 m dan jarak dari *floor* 0.5 m. dan 602 *transformer* kedalaman lubang bor 5.0 m, spasi antara *cable bolt* 1.2 m, jarak diantara *ring* 1.2 m dan jarak dari *floor* 0.3 m.

Gambaran Rekomendasi (desain) Spasi *Cable Bolt* dan Spasi Antara *Ring:*

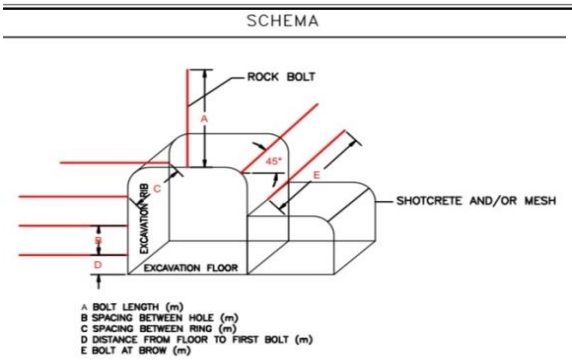


Gambar 2: Rekomendasi spasi cable bolt dan ring 602 Tail GBC PT. Freeport Indonesia



Gambar 3: Rekomendasi spasi cable bolt dan ring 602 Magnet GBC PT. Freeport Indonesia

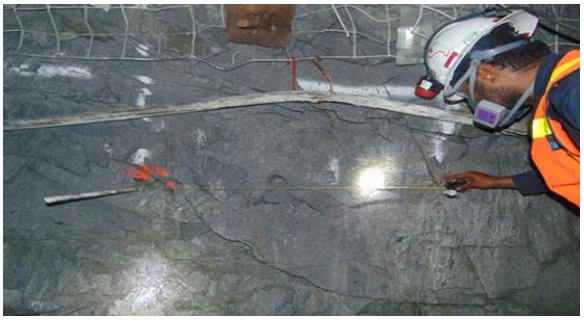
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020



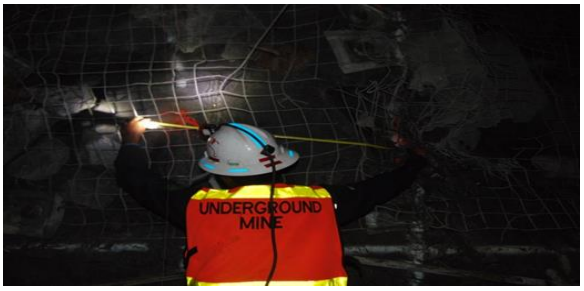
Gambar 4: Rekomendasi spasi cable bolt dan ring 602 Conveyor GBC PT. Freeport Indonesia

Gambaran Aktual Spasi *Cable Bolt* dan Spasi Antara *Ring:*

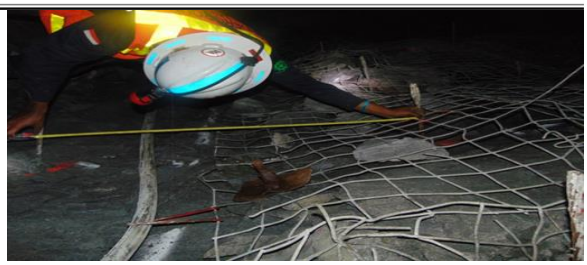
Gambar 5: Aktual spasi cable bolt dan ring 602 Tail GBC PT. Freeport Indonesia



Gambar 6: Aktual spasi cable bolt dan ring 602 Magnet GBC PT. Freeport Indonesia



Gambar 7: Aktual spasi cable bolt dan ring 602 Conveyor GBC PT. Freeport Indonesia



Gambar 8: Aktual spasi cable bolt ring 602 Transformer GBC PT. Freeport Indonesia

Penggunaan Material Secondary Support Berdasarkan Rekomendasi (desain) dan Aktual di Lapangan

Material yang digunakan dalam *secondary support* terdiri dari *cable coil*, semen dan pengeras semen (*flowcable*). Jumlah penggunaan material yang direkomendasikan untuk satu kali kemajuan terowongan ialah, 2-3 roll *cable coil*, 3 ton semen dan 3 karung pengeras semen (*flowcable*))

Gambar 9: Material Secondary Support (cable coil)

Gambar 10: Material Secondary Support (semen)

Evaluasi operasional dilakukan untuk mengoptimalisasikan penggunaan material *secondary support* pada *area level crusher* (2730 L), yaitu *area 602 tail chamber 2nd pass, 602 magnet chamber 2nd pass, 602 conveyor dan 602 transformer* level tambang bawah tanah *Grasberg Block Cave*. Evaluasi operasional ini bertujuan untuk memberikan rekomendasi yang tepat agar penggunaan material secara aktual di lapangan tidak terlalu banyak dan sesuai dengan kebutuhan di lapangan. Data yang diambil secara langsung (aktual) di lapangan berupa data jarak atau spasi antara *cable bolt* dan *ring* beserta jumlah material *secondary support (cable bolt)* dalam

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

satu kali kemajuan lubang bukaan (terowongan) di area-area tersebut.

Material *secondary support* aktual di lapangan area 602 *Tail* berukuran 10.80 L x 6.70 T, 602 *Magnet* berukuran 6.20 L x 4.88 T, 602 *Conveyor* berukuran 6.60 L x 6.79 T, 602 *Transformer* berukuran 8.70 L, x 6.88 T, dan panjang dalam satu kali kemajuan lubang bukaan (terowongan) masing-masing area adalah 3.70 s/d 3.80 meter, terdiri dari 3 ring dengan spasi antar ring berjarak 1.0 s/d 1.2 meter. Penulis mengusulkan bahwa jumlah penggunaan *cable bolt* per ring area *Tail* sepanjang 67 meter dan *Magnet* sepanjang 35 meter. Beserta area *Conveyor* sepanjang 43 meter dan area *Transformer* sepanjang 57 meter. (lampiran 1. Tabel perbandingan material secondary support).

Penggunaan material untuk *secondary support* khususnya (*cable bolt*) pada area *level crusher* (2730 L) yaitu *area 602 tail chamber 2nd pass, 602 magnet chamber 2nd pass, 602 conveyor dan 602 transformer* tambang bawah tanah GBC mengalami perbedaan jumlah material antara rekomendasi (desain) dan aktual di lapangan. Penggunaan semen secara aktual dilapangan mengalami kelebihan material, dimana rekomendasi sebanyak 3 ton akan tetapi penggunaan aktual di lapangan sebanyak 2 ½ ton, untuk material *cable coil* rekmendasi sebanyak 2 roll akan tetapi penggunaan aktual di lapangan sebanyak 1 ½ roll dan pengeras semen *(flowcable)* rekomendasi 3 karung sesuai dengan penggunaan aktual di lapangan. Artinya bahwa untuk material semen, *cable coil* dan *flowcable* terjadi kelebihan jumlah material.

Penggunaan material semen, *cable coil* dan *flowcable* mengalami kelebihan jumlah dari jumlah yang telah direkomendasikan sebelumnya. Hal tersebut terjadi akibat adanya dimensi lubang bukaan yang lebih besar

HARI KERJA	(Pagi - Sore)	TOTAL WAKTU (jam)
Senin	04:00 – 16:00	12
Selasa	04:00 – 16:00	12
Rabu	04:00 – 16:00	12
Kamis	04:00 – 16:00	12
Jumat	04:00 – 16:00	12
Jumlah waktu kerja kru RUC dalam satu hari (satu shift)		12 jam

dari rekomendasi (desain) sehingga menyebabkan terjadinya kelebihan material *secondary support (cable bolt).*

Pengamatan jumlah material yang digunakan untuk area *602 tail chamber 2nd pass, 602 magnet chamber 2nd pass, 602 conveyor dan 602 transformer* secara actual dalam 1 kali kemajuan terowongan ialah sebagai berikut: (lampiran 2. Tabel material 1 kali kemajuan terowongan actual).

Spesifikasi Alat Bor Cabolter

Untuk mengetahui penggunaan alat bor *Cabolter* dapat dilihat dengan parameter:

a. Jenis pekerjaan yang akan dilakukan
Di operasikan untuk pengeboran *(drilling)* dan pemasangan baut batuan *(installation cable bolt)* di tambang bawah tanah, alat bor *Cabolter* memiliki dimensi kecil hingga sedang jika dibandingkan dengan alat bor pada tambang terbuka (*open pit*). Dimensi alat bor *Cabolter* panjang 12.050 mm (12,05 m), lebar 2770 mm (2,77 m), tinggi mesin 2920 mm (2,92 m), dan tinggi boom pada saat tegak lurus mesin 4.650 mm (4,65 m). Dimensi tersebut sesuai jika digunakan bekerja di area *602 Tail Chamber 2nd Pass, 602 Magnet Chamber 2nd Pass, 602 Conveyor dan 602 Transformer*. Kedalaman lubang bor yang dapat dibuat maksimal 10 s/d 12 m, dan batang bor yang digunakan menggunakan *steel drill* ukuran 1.2 dan 1.8 ft.

Gambar 11: Alat cabolter

Jumlah alat bor cabolter yang dimiliki oleh PT. RUC *Cementation* sebanyak 10 unit diantaranya yaitu 79, 155, 156, 165, 170, 173, 92, 142, 153, dan 160. Diantaranya ada 6 unit cabolter boom pendek/kecil dan 4 unit cabolter boom panjang/besar.

Gambar 12: Alat cabolter

Tabel 3: Jadwal kerja (shift pagi)

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Waktu Edar dan Kecepatan Pengeboran

Waktu edar alat bor Cabolter 153, 156 dan 160 adalah hasil dari penjumlahan waktu penetrasi/persiapan pengeboran, waktu pengeboran, waktu transisi/pindah posisi, dan waktu melepas/mengganti batang bor. Waktu edar dapat dilihat dari hasil Cycle Time.

a. Efisiensi Kerja

- Jadwal Kerja
  Jam kerja di PT. Freeport Indonesia sudah disusun sedemikian dan diterapkan setiap harinya dengan dilengkapi aturan-aturan untuk dilaksanakan setiap karyawan dalam memulai pekerjaan hingga mengakhirinya. Dalam pengaturan kegiatan kerja PT. Freeport Indonesia, telah menetapkan jadwal waktu kerja ditunjukan pada tabel 3. Dari tabel 3 diatas jumlah waktu kerja kru RUC *Cementation* normal rata-rata dalam 1 hari, yaitu 12 jam/shift.

- Hambatan Kerja
  Pada kenyataannya di lapangan waktu kerja yang tersedia tidak dapat digunakan sepenuhnya karena adanya hambatan-hambatan yang dapat mengurangi waktu kerja yang tersedia. Kegiatan penambangan menggunakan 1 shift (Pagi-Sore) dengan total waktu kerja 12 jam/shift.

Adapun hambatan yang terjadi terdiri dari hambatan yang dapat dihindari maupun hambatan yang tidak dapat dihindari saat *drilling* dan *grouting* yaitu:

Tabel 4. Waktu hambatan kerja

Jenis Hambatan	*Total* waktu (menit)	Keterangan
Perjalanan dari Barak – Lokasi (OB4) – UG	60	Down Time
Safety Meeting	30	Stand By
Prepare	10	Stand By
Checking location	5	Stand By
Checking engine	5	Stand By
Prepare material	20	Stand By
Repair	40	Down Time
Perjalanan UG-OB4 – Barak	60	Down Time
Total	230	

Jadi dengan demikian, hambatan yang didapat adalah 230 (menit) atau 3 jam 50 menit.

- Perhitungan Effisiensi Kerja
  Effisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu total yang tersedia. Effisiensi kerja dapat digunakan untuk menilai baik tidaknya pelaksanaan suatu pekerjaan.

Perhitungan Effisiensi Kerja didapat dengan mengetahui waktu hambatan yang dihitung seperti berikut:

W = Total Jam Kerja – Hambatan
= 12 jam – 3.50 Jam
= 8.10 Jam

R = Waktu Perbaikan
= 40 (menit)
= 0,40 (Jam)

S = Waktu Stand By
= 30 + 10 + 5 + 5 + 20
= 70 (menit)
= 1,10 (Jam)

$MA = \frac{W}{W+R}$ x 100%
$= \frac{8.10}{8.10+0.40}$ x 100 %
= 95.2 %

$PA = \frac{W+S}{T}$ x 100%
$= \frac{8.10+1.10}{11}$ x 100%
= 83.6 %

$UA = \frac{W}{W+S}$ x 100%
$= \frac{8.10}{8.10 \mp 1.10}$ x 100 %
= 88.1 %

$EF = \frac{W}{T}$ x 100 %
$= \frac{8.10}{11}$ x 100 %
= 73.6 %

Jadi Effisiensi jam kerja yang diperoleh mencapai 73.6 %.

KESIMPULAN

1. Dari hasil pengukuran, perhitungan dan pengamatan aktual di area penelitian maka diketahui bahwa penerapan spasi antar penyangga yang berada pada area penelitian spasinya bertambah lebih dari (1.0 – 1.2) maupun ada juga

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

yang berkurang dari (1.0 - 1.2), sehingga penggunaan material *Cable bolt* aktual di lapangan mengalami penambahan maupun pengurangan material yang digunakan, untuk *area 602 tail chamber 2nd pass* dengan spasi antar penyangga yaitu 0.8 – 0.9 meter, spasi antar *ring* 1.3 – 1.4 meter dan spasi antar *floor* 0.5 meter, untuk kedalaman lubang bor yaitu 6 meter. Area *602 magnet chamber 2nd pass* dengan spasi antar penyangga 1.3 meter, spasi antar *ring* sesuai rekomendasi dan spasi antar *floor* 0.5 meter, untuk kedalaman lubang bor yaitu 6 meter. Area *602 conveyor* dengan spasi antar penyangga sesuai rekomendasi, spasi antar *ring* 0.9 – 1.3 meter dan spasi antar *floor* 0.5 meter, untuk kedalaman lubang bor yaitu 5 meter. Dan area *602 transformer*, dengan spasi antar penyangga sesuai dengan rekomendasi, spasi antar *ring* sesuai rekomendasi, dan spasi antar *floor* 0.3 meter, untuk kedalaman lubang bor yaitu 5 meter dalam satu kali kemajuan lubang bukaan (terowongan). Berdasarkan hasil pengamatan aktual dilapangan, faktor-faktor yang mempengaruhi perbedaan jarak penyanggaan antara rekomendasi (desain) dengan aktual yaitu:

a.) Operator yang bertugas untuk pengeboran lubang bukaan (*drill hole*) kurang teliti saat mengukur dan memberi tanda menggunakan cat pilox pada batuan yang selanjutnya akan di bor (*drill*), sehingga hasil spasi pengeboran terjadi pengurangan bahkan kelebihan dari spasi penyanggaan yang direkomendasikan.

b.) Berdasarkan hasil wawancara dengan operator yang bertugas memasang *cable bolt* di area penelitian, pemasangan *cable bolt* dengan jarak antar penyanggaan dibawah 1.0 – 1.2 meter karena mengikuti arahan dan permintaan dari supervisor.

c.) Operator yang bertugas untuk pengeboran lubang bukaan (*drill hole*) *cable bolt* kurang memperhatikan lembar kerja (*work sheet*) sehingga rekomendasi (desain) penerapan jarak antar penyanggaan yakni 1.0 – 1.2 meter dan jarak antara ring 1.0 – 1.2 meter, tidak diterapkan sepenuhnya di lapangan (aktual).

2. Jumlah material secara aktual di lapangan mengalami kelebihan jika dibandingkan dengan rekomendasi penyanggaan yang diberikan. Material *cable coil* mengalami kelebihan sekitar ½ rol, material semen mengalami kelebihan ½ ton, sedangkan untuk material *flowcable* sesuai dengan rekomendasi (desain) yang diberikan.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelebihan dan kekurangan material *secondary support (cable bolt)* di lapangan ialah kondisi batuan di beberapa titik yang rapuh, spasi atau jarak antar penyangga yang digunakan di lapangan kurang dari 1 m, dan bahkan lebih dari 1.2 m.
4. Kendala-kendala yang terjadi di lapangan yang dapat mengakibatkan hilangnya waktu produktif cabolter adalah waktu tunda (*delay*) yang rata-rata berjumlah 1,05 jam per shift, waktu menunggu (*standby*) yang berjumlah 1,10 jam per shift dan waktu perbaikan (*repair*) yang berjumlah 40 menit.
5. Waktu rata-rata Effisiensi jam kerja yang diperoleh mencapai 73.6 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Terima kasih kepada Tuhan Yesus dan Bunda Maria yang selalu menyertai, membuka hati dan pikiran penulis.
2. Alm. Bapak dan Mama Tercinta, sebagai tanda terima kasih dan cinta penulis persembahkan karya ini dengan tulus kepada Alm. Bapak (Alex Allowisius Kemong) dan Mama (Yohana Nagapulugol/Kwalik) yang selama ini tidak pernah lelah menasehati dan memotivasi, mendoakan serta memberi dukungan baik moral maupun material.
3. Orang-orang Tercinta, sebagai tanda terima kasih penulis juga mempersembahkan karya ini kepada Evita Sari, Yohana Mariana Kemong, Alexander Allowisius Kemong, Theresia Magdarike Kumm, Christoforus Colombus Kemong dan Yohanes Marselino Kemong.
4. Terima kasih sebesar-besarnya saya ucapkan kepada seluruh dosen teknik pertambangan ITATS yang selalu memberikan ilmunya.

DAFTAR PUSTAKA

Rumbewas, J.M, Adhiutama, A. 2019. *Cycle Development Process Improvement in Extraction Level on Production Plan Underground Grasberg Block Cave (GBC) at* PT Freeport Indonesia.

Armando, Mahler & Sabirin, Nurhadi. (2008). Dari Grasberg Sampai Amamapare Proses

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Penambangan Tembaga & Emas Mulai Hulu Hingga Hilir. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Bieniawski, Z.T. (1988). *Engineering Rock Mass Classification, A. Willey Interscience publication,* New York, P. 29-89.

Deere D.U & Deere D.W. (1967). *Rock Quality Designation (RQD) Index. Department of the Army. U.S. Corps of Engineers*. Washington DC. p. 9-12

SFUM PTFI *Cement Grout of Ground Suport*. (1999). PT. Freeport Indonesia, Tembagapura.

Sutalaksana, I. Z., Anggawisastra, R., & Tjakraatmaja, J. H. (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja. Bandung: ITB.

Erlangga (2009), "Manual Cabolter Handbook", 4th Edition, Sandvik Mining and Constuction, Tampere, Finlandia.

Departemen Operation PT Freeport Indonesia

Hoek, E, Kaiser, P.K, and Bawden, W.F. 1995 *Support of Underground Excavations in Hard Rock*. A.A Balkema. Rotterdam Brookfield, p. 235.

Kaiser, P, "Ground Support Review after Burst on Oct 2016", PT. Freeport Indonesia Internal Discussion and Report.

Arjuna Ginting (2017), "Inovasi Sistem Penyanggan di Tambang Bawah Tanah DMLZ PT. Freeport Indonesia".

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tabel 5: Perbandingan penggunaan material secondary support (Semen)

Dimensi Terowongan Aktual			Semen Rekomendasi	Semen Aktual	Selisih
Lebar	Tinggi	Panjang			
10.80	6.70	3.70	3 ton	2 ½ ton	½
6.20	4.88	3.70	3 ton	2 ½ ton	½
6.60	6.79	3.80	3 ton	2 ½ ton	½
8.70	6.88	3.80	3 ton	2 ½ ton	½

Tabel 6: Perbandingan penggunaan material secondary support (Cable Coil)

Dimensi Terowongan Aktual			Cable coil Rekomendasi	Cable coil Aktual	Selisih
Lebar	Tinggi	Panjang			
10.80	6.70	3.70	2 roll	1 ½ roll	½
6.20	4.88	3.70	2 roll	1 ½ roll	½
6.60	6.79	3.80	2 roll	1 ½ roll	½
8.70	6.88	3.80	2 roll	1 ½ roll	½

Tabel 7. Perbandingan penggunaan material secondary support (Flowcable)

Dimensi Terowongan Aktual			Flowcable Rekomendasi	Flowcable Aktual	Selisih
Lebar	Tinggi	Panjang			
10.80	6.70	3.70	3	3	-
6.20	4.88	3.70	3	3	-
6.60	6.79	3.80	3	3	-
8.70	6.88	3.80	3	3	-

Tabel 8: Material 1 kali kemajuan terowongan aktual

Lokasi	Dimensi Terowongan			Material yang digunakan		
	Lebar	Tinggi	Panjang	Semen	Cable coil	Flowcable
602 Tail	10.80	6.70	3.70	2 ½	1 ½	3
602 Magnet	6.20	4.88	3.70	2 ½	1 ½	3
602 Conveyor	6.60	6.79	3.80	2 ½	1 ½	3
602 Transformer	8.70	6.88	3.80	2 ½	1 ½	3