

Evaluasi Produktivitas *Solo Drill (Long Hole Drill)* sebagai Pendukung Produksi pada *Undercut Area Grasberg Block Cave (GBC) Underground Mine* PT Freeport Indonesia Distrik Tembagapura Milepost 74 Kabupaten Mimika Provinsi Papua

Arijuddin Gifari*, Yuliadi, Dono Guntoro

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*arijuddingifari@gmail.com

Abstract. Grasberg Block Cave (GBC) is an underground mine with the Block Caving method belonging to PT Freeport Indonesia and production is the key to profit from the company. Therefore, there is a need for evaluation analysis of the manufacturing of explosive holes. The research method is done by observing the working time of the operator from the solo drill tool as well as the depth achieved, and then carried out drill performance analysis, from the old time drilling data and the depth carried out the average calculation using frequency distribution method to get the ROP value, as well as the calculations with mathematical equations to get the ROP influenced by hardness, density, and percentage of quartz. Ultimately, from the ROP results, the depth of the explosive holes supported with the space data as well as the burden of blasting geometry, will be obtained the productivity value of the tool with production (tonnage). Based on actual time calculation showing the real time of productivity in the field which has the effectiveness of 72,85% get the productivity of the appliance at 277,45 meters/Rig/Shift with an average ROP value 0,63 Meter/minute, that get the production of 1098,69 BCM or when the density of the rocks becomes 2746,74 Kg. While at work time (Evaluated) has a working effectiveness of 78,35% because it reduces the obstacles that can be avoided, obtain a tool productivity of 298,37 Meter/Rig/Shift with production turnover of 1181,54 BCM or when multiplied the rock density to 2953,86 Kg. Therefore, from the total calculation above, actual work effectiveness or have been evaluated has shown a good value because more than 70%. And based on the effectiveness that has been evaluated there is an increase of the production amount indicating the influence of delay time.

Keywords: Blast Hole Drilling, Rate of Penetration (ROP), Rock Mass Characteristics, Empirical Equation, Drill Tool Performance.

Abstrak. Grasberg Block Cave (GBC) merupakan tambang bawah tanah dengan metode *Block Caving* milik PT Freeport Indonesia dan produksi adalah kunci keuntungan dari perusahaan. Untuk itu perlu adanya analisis evaluasi dari pembuatan ketersediaan lubang ledak. Metode penelitian dilakukan dengan mengamati waktu kerja operator dari alat *solo drill* serta kedalaman yang dicapainya, lalu dilakukan analisis performa alat bor, dari data waktu lama

pengeboran dan kedalaman tersebut dilakukan perhitungan rata-rata menggunakan metode distribusi frekuensi untuk mendapatkan nilai ROP, serta dilakukan perhitungan dengan persamaan matematis untuk mendapatkan ROP yang di pengaruhi kekerasan, kerapatan kekar, dan persentase kuarsa. Pada akhirnya, Dari hasil ROP, kedalaman lubang ledak yang didukung dengan data spasi serta burden dari geometri peledakan, akan didapat nilai produktivitas alat dengan produksi (tonase). Berdasarkan perhitungan waktu kerja (*actual*) menunjukkan waktu produktivitas secara nyata di lapangan yang mempunyai efektivitas kerja 72,85% mendapatkan produktivitas alat sebesar 277,45 Meter/*Rig/Shift* dengan rata-rata nilai ROP 0,63 meter/menit, yang mendapatkan hasil produksi 1098,69 BCM atau apabila dikalikan densitas batuan menjadi 2746,74 Kg. Sedangkan pada waktu kerja (*Evaluated*) mempunyai efektivitas kerja 78,35% karena mengurangi hambatan yang dapat dihindari, mendapatkan produktivitas alat sebesar 298,37 Meter/*Rig/Shift* dengan perolehan produksi sebesar 1181,54 BCM atau apabila dikalikan densitas batuan menjadi 2953,86 Kg. Maka dari itu, dari keseluruhan perhitungan diatas, efektivitas kerja secara *actual* ataupun yang telah dievaluasi sudah menunjukkan nilai yang baik karena lebih dari 70%. Dan berdasarkan hasil efektivitas yang telah dievaluasi ada peningkatan dari jumlah produksi yang menandakan adanya pengaruh dari waktu tunda terhadap keefektifan dalam bekerja dan jumlah produksi yang didapat.

Kata Kunci: Pengeboran Lubang Ledak, Rate of Penetration (ROP), Karakteristik Massa Batuan, Persamaan Empiris, Performa Alat Bor.

1. Pendahuluan

PT Freeport Indonesia (PTFI) merupakan salah satu tambang emas yang menerapkan metode tambang bawah tanah. Kegiatan operasi penambangan dengan menggunakan metode tambang bawah tanah sangat bergantung pada keberhasilan proses penggalian batuan itu sendiri. Kegiatan *rock excavation* dilakukan dengan cara pengeboran dan peledakan. Kegiatan ini merupakan kegiatan penggalian yang umum dilakukan pada setiap operasi penambangan dengan metode tambang bawah tanah.

Grasberg Block Cave (GBC) adalah salah satu tambang bawah tanah milik PTFI dengan metode *Block Caving* dan target produksi yang setiap bulannya terus meningkat. Salah satu pendukung dari produksi tersebut yaitu ketersediaan dari lubang ledak yang menjadi faktor utama untuk proses pemberaian. Lubang ludak tersebut dilubangi oleh alat mekanis dengan jenis *Solo Drill*. Menurut *GBC Production Dept*, rencana target produksi puncak sebesar 130 Ton/Hari pada tahun 2023, sedangkan pada awal tahun 2020 ditargetkan sebesar 21-26 Ton/Hari dengan kedalaman pengeboran 150 meter/*rig/shift*. Untuk mempercepat pencapaian dari target puncak produksi tersebut diperlukannya evaluasi dari produktivitas *Solo Drill* itu sendiri.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui performa pengeboran lubang ledak secara aktual.
2. Mengetahui batuan yang ditembus oleh mata bor
3. Mengetahui Rate of Penetration dari alat Solo Drill.
4. Merumuskan persamaan empiris Rate of Penetration (ROP) dengan 3 variabel diantaranya kekerasan batuan, kerapatan kekar, dan persentase kuarsa.
5. Mengetahui nilai produktivitas dari Solo Drill.
6. Mengetahui produksi (tonase) yang didapat dari lubang ledak.

2. Landasan Teori

Pengeboran adalah usaha secara teknis membuat lubang dengan aman sampai menembus lapisan formasi yang kaya akan minyak atau gas. Lubang tersebut kemudian dilapisi dengan *casing* dan disemen, dengan maksud untuk menghubungkan lapisan formasi tersebut dengan permukaan bumi yang memungkinkan penambangan minyak atau gas secara komersial, (Kementrian Pendidikan dan kebudayaan RI, 2013). Secara umum, pengeboran dapat dikatakan sebagai usaha membuat lubang untuk keperluan tertentu. Kecepatan pengeboran merupakan perbandingan antara kedalaman pengeboran (meter) dengan waktu yang dibutuhkan untuk menembus batuan (menit).

Efisiensi kerja adalah perbandingan antara waktu kerja produktif dengan waktu kerja yang tersedia. Waktu kerja yang digunakan adalah waktu untuk produksi, berarti ada kehilangan waktu yang disebabkan oleh adanya hambatan-hambatan selama jam kerja. Pada umumnya efisiensi kerja dipengaruhi oleh keahlian operator, keadaan peralatan, keadaan medan kerja, cuaca dan keadaan material. Efisiensi kerja selalu berubah-ubah tergantung dari faktor-faktor di atas dan jarang sekali waktu yang digunakan sebenar-benarnya. Waktu kerja efektif adalah waktu yang benar-benar dipergunakan untuk berproduksi atau waktu kerja yang tersedia dikurangi dengan waktu yang terbuang oleh adanya hambatan.

Alat bor yang sudah lama digunakan, umumnya kemampuannya akan menurun sehingga sangat berpengaruh pada kecepatan pengeboran. Umur *bit* dan batang bor ditentukan oleh akumulasi jumlah meter kedalaman yang telah dicapai dalam pengeboran. Untuk menilai kondisi suatu alat dapat dilakukan dengan menentukan empat tingkat ketersediaan alat. Penilaian ketersediaan alat bor dapat dilakukan untuk mengetahui kondisi dari pada bor di mana, ketersediaan bor dapat dikatakan sangat baik dengan persentase 90%, dapat dikatakan baik dengan persentase 80%-90%, sedang dengan persentase 70% - 80% dan juga dapat dikatakan buruk dengan persentase alat $\leq 70\%$. (Ashari, 2018).

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Waktu Kerja

Tabel 1. Waktu Tersedia Dalam Satu Hari

Deskripsi	Rentang Waktu	Menit
<i>Blasting</i>	03.30-04.30	60
<i>Clearing Area</i>	04.30-05.00	30
<i>Safety Talk</i>	05.00-05.30	30
<i>Drilling (Morn Shift)</i>	05.30-15.30	600
<i>Blasting</i>	15.30-16.30	60
<i>Clearing Area</i>	16.30-17.00	30
<i>Safety Talk</i>	17.00-17.30	30
<i>Drilling (Night Shift)</i>	17.30-03.30	600
<i>Total (Minute)</i>		1440
<i>Total (Hours)</i>		24

Sumber: PTRI GBC Production Dept. PTFI, 2020

Waktu Produktif

Waktu produktif adalah waktu kerja yang hanya digunakan untuk menghasilkan produksi tanpa ada hambatan apapun. Semakin besar waktu produktif akan semakin tinggi pula produksi yang didapatkan. Berikut rekapitulasi waktu produktif PTRI.

Area	Jumlah Waktu Pengeboran (Menit)
DD 33 N	467,16
DD 31 S	422,32
DD 30 S	444,78
DD 33 S	465,98
DD 31 S	386,48
DD 29 S	489,23
DD 31 S	529,86
DD 33 S	565,50
P31/32-P25/26	240,67
P30/31-DB37W	439,64
DD 19 N	321,53
DD 19 N	197,15
DD 31 N	580,43
DD 31 S	522,28
DD 18 N	513,90
DD 33 N	546,60
DD 33 N	463,32
DD 19 N	507,99
DD 35 N	279,09
DD 20 S	419,46
DD 18 N	263,27
Rata-rata	431,74

Gambar 1. Waktu Produktif

Waktu Efektif

Dari waktu yang tersedia diperoleh waktu kerja efektif adalah waktu yang digunakan untuk menghasilkan produksi yang didalamnya terdapat waktu hambatan baik hambatan yang dapat dihindari ataupun hambatan yang tidak dapat dihindari selama kegiatan produksi berlangsung. Nilai waktu kerja efektif ini akan berpengaruh dalam menentukan atau menghitung efisiensi kerja. Berikut perhitungan waktu kerja efektif PTRI.

$$We = 600 \text{ menit} - (107,834 \text{ menit} + 55,039 \text{ menit})$$

$$We = 437,127 \text{ menit.}$$

Kondisi Alat Bor

Kegiatan pengeboran akan erat kaitannya dengan kecepatan pengeboran, yang mana akan berpengaruh pada jumlah produksi yang dihasilkan. Sehingga dilakukan perhitungan Ketersediaan mekanik (MA), Ketersediaan fisik (PA), Penggunaan Efektif (EU), dan Kesiap-pakaian (UA) untuk melihat kondisi alat bor yang digunakan dalam kegiatan produksi. Berikut kondisi alat bor yang digunakan oleh PTRI di area GBC.

Tabel 2. Kondisi Alat Bor Aktual

Waktu Tersedia (menit)	Waktu Efektif (menit)	Waktu Tunda (menit)	Waktu Perbaikan (menit)	PA (%)	MA (%)	EU (%)	UA (%)
600	437,13	107,83	55,04	90,83	88,82	72,85	80,21

Kecepatan Aktual Pengeboran

No	GBC	Area	Kecepatan		Rata-rata
			Kecepatan Total (RPM/menit)	Kecepatan Revolusi (RPM)	
1	DD-33N	DD-33N	102,7	5,31	8,04
2	DD-31S	DD-31S	102,8	5,57	8,92
3	DD-30S	DD-30S	102,7	5,84	9,60
4	DD-33S	DD-33S	102,7	10,00	8,00
5	DD-31S	DD-31S	102,8	6,54	8,79
6	DD-29S	DD-29S	102,8	7,17	8,84
7	DD-31S	DD-31S	102,8	5,54	8,01
8	DD-31S	DD-31S	102,8	6,79	8,71
9	DD-33S	DD-33S	102,7	10,27	8,24
10	DD-31S	DD-31S	102,7	6,13	8,01
11	DD-31S	DD-31S	102,7	6,20	8,00
12	DD-31S	DD-31S	102,7	5,55	8,01
13	DD-31S	DD-31S	102,7	6,20	8,04
14	DD-31S	DD-31S	102,7	6,50	8,04
15	DD-31S	DD-31S	102,7	6,27	8,00
16	DD-31S	DD-31S	102,7	10,00	8,00
17	DD-31S	DD-31S	102,7	6,74	8,01
18	DD-31S	DD-31S	102,7	7,16	8,00
19	DD-31S	DD-31S	102,7	7,52	8,74
20	DD-31S	DD-31S	102,7	6,54	8,00
21	DD-31S	DD-31S	102,7	6,00	8,00
22	DD-31S	DD-31S	102,7	6,20	8,00

Gambar 2. Kecepatan Pengeboran Aktual

Produktivitas Alat Bor

Produktivitas alat bor merupakan kemampuan suatu alat bor untuk menghasilkan produksi. Yang mana dalam hal ini faktor yang mempengaruhi produktivitas alat bor ini adalah *rate of penetration*. Selain ROP, faktor lain yang mempengaruhinya adalah Ketersediaan Fisik (*Physical Availability, PA*), Kesiap-pakaian (*Use of Availability, UA*), dan lama waktu kerja. Berikut perhitungan produktivitas:

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= 0,63 \text{ meter/menit/rig} \times 60 \text{ menit} \times 90,83\% \times 80,21\% \times 10 \text{ jam/shift} \\ &= 277,45 \text{ meter/rig/shift} \end{aligned}$$

Dari hasil Pumping Test yang telah dilakukan didapatkan nilai konduktivitas dari 2 litologi dominan. Untuk litologi dominan pertama yaitu batupasir gampingan dengan nilai konduktivitas sebesar $1,48 \times 10^{-2} \text{ (m det}^{-1}\text{)}$, untuk nilai konduktivitas litologi dominan kedua yaitu perselingan batupasir dengan batulempung dan batulanau sebesar $1,98 \times 10^{-2} \text{ (m det}^{-1}\text{)}$.

Produksi

Produksi merupakan hasil akhir yang diperoleh di tahapan penambangan. Untuk mengetahui nilai atau besaran produksi, diperlukan perhitungan volume yang disiapkan untuk diproduksi. Dalam hal ini, untuk mengetahui volume yang akan dihasilkan diperlukan nilai burden, spasi, dan kedalaman pengeboran (nilai dari produktivitas). Dalam pengerjaannya, burden antar lubang bor berjarak 2,2 meter, sedangkan spasi antar lubang bor berjarak 1,8 meter. Sehingga dapat dihitung volume yang akan didapatkan. Berikut perhitungannya :

$$\text{Volume} = 2,2 \text{ meter} \times 1,8 \text{ meter} \times 277,45 \text{ meter} = 1098,69 \text{ BCM}$$

Batuan yang ditembus oleh alat Solo Drill adalah diorit. Diorit memiliki nilai density insitu 2,5 kg/m³. Dengan begitu, dapat dihitung nilai produksi dengan perhitungan berikut :

$$\text{Produksi} = 1098,69 \text{ BCM} \times 2,5 \text{ Kg/m}^3 = 2746,74 \text{ Kg} = 2,75 \text{ Ton}$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Batuan lokasi di daerah penelitian yaitu batuan diorit dengan kerapatan kekar jarang (11-17 kekar/m²) dan persentase kuarsa rendah (8%-14%) kemudian persentase kuarsa tinggi (14%-18%).
2. Dalam melakukan pengeboran lubang ledak untuk kebutuhan produksi, alat bor yang digunakan yaitu alat bor Sandvik Solo Drill tipe DL-43I. Dari hasil perhitungan Mechanical Availability memiliki nilai 88,82%, Physical Availability memiliki nilai 90,83%, Effective Utilization memiliki nilai 72,85%, dan Use of Availability memiliki nilai sebesar 80,21%. Dan setelah dievaluasi dengan mengurangi hambatan-hambatan yang dapat dikurangi kondisi mesin bor mempunyai peningkatan dalam Physical Availability menjadi 90,83%, Effective Utilization menjadi 78,35%, dan Use of Availability menjadi 86,26%.
3. Produktivitas kerja (actual) menunjukkan waktu produktivitas secara nyata di lapangan yang mendapatkan produksi sebesar 277,45 Metres/Rig/Shift. Sedangkan pada grafik produktivitas kerja (Evaluated) mendapatkan produksi sebesar 298,37 Meter/Rig/Shift.
4. Kecepatan pengeboran (Rate of Penetration, ROP) dari alat bor yang digunakan itu dihitung dari perbandingan antara suatu kedalaman yang ditembus oleh alat bor itu sendiri, dan dari hasil perhitungan tersebut ROP mempunyai nilai sebesar 0,63 Meter/Menit.
5. Dari hasil regresi, persamaan matematis untuk mencari Y-ROP yaitu:

$$Y = 0,50105 + 0,0006342X_1 + 0,0435630X_2 - 0,0421215X_3$$

5. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Dalam melakukan pengeboran lubang ledak sebaiknya sebelum melakukan pengeboran dilakukan pengecekan terlebih dahulu alat bor yang akan digunakan untuk menghindari terjadinya kerusakan.
2. Pekerjaan yang bersifat operasional dikerjakan oleh *Operation Crew*.

3. Selalu pastikan setiap *crew* aman dari bahaya serta pastikan setiap *crew* bekerja sesuai dengan tugas pokok dan fungsinya.

Daftar Pustaka

- [1] Altindag, Rasit . 2004. “*Evaluation of Drill Cuttings In Prediction Of Penetration Rate By Using Coarseness Index And Mean Particle Size In Percussive Drilling*”. Geotechnical and Geological Engineering 22: 417 – 425, 2004. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands.
- [2] Anshariah, Supratman., Bakri, Hasbi. 2017. “*Produktivitas Kinerja Mesin Bor Dalam Pembuatan Lubang Ledak Di Quarry Batugamping B6 Kabupaten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan*”. Jurnal Geomine, Vol. 5, No. 2, Agustus 2017.
- [3] Anonim, 2013. “*Drilling Engineering by University Heriot-Watt*”, Edinburg, United Kingdom: Institute of Petroleum Engineering, University Heriot-Watt.
- [4] Asmiani, Nur., Widodo, Sri., Daing Sibali, Guntur. “*Studi Pemboran Dan Peledakan Tambang Bawah Tanah Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara*”. Jurnal Geomine, Vol. 4, No. 2, Agustus 2016.
- [5] Ashari, Yunus. 2018. “*Pengeboran Peledakan*”. Buku Ajar Pengantar Teknik Pengeboran BAB 8 Pengeboran Peledakan, Hal 9 - 29.
- [6] Faiza, Owien. 2019. “*Kajian Teknis Performa Pengeboran Lubang Ledak Di PT Nurmuda Cahaya, Desa Batujajar Timur, Kecamatan Batujajar Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat*”. Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung.
- [7] Koesnaryo, S., 2001. “*Pengeboran untuk Penyediaan Lubang Ledak*”. Buku Teknik Peledakan I, Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Yogyakarta.
- [8] Mukherje, Swapna. 2012. “*Applied Mineralogy*”. Geology Survey of India Kolkata, India.
- [9] Naapuri, Jukka., Tamrock. 1988. “*Surface Drilling and Blasting*”. New Jersey, Kolkata, India.
- [10] Prodjosumarto, Partanto. 1993. “*Pemindahan Tanah Mekanis*”. Jurusan Teknik Pertambangan Institut Teknologi Bandung, Bandung.