

**KAJIAN TEKNIS ALAT BOR DALAM PEMBUATAN LUBANG LEDAK
PADA AKTIFITAS PELEDAKAN PT. HPU (HARMONI PANCA UTAMA)
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA PROVINSI KALIMANTAN
TIMUR**

Oleh :
Sujiman¹

ABSTRAK

The purpose of doing this research activity is to assess technically making holes for blasting explosive on drilling activities are effective and efficient in PT. Harmoni Panca Utama in order to know the pattern of drilling, blasting drilling knowing the stages of work, know the production and efficiency of the performance of the drill.

The problem found during research, reviewing work production drilling tool. Primary data collection phase is performed directly in the field such as : cycle time drill, similar volume, average drilling speed, productivity and efficiency.

Based on the results of research on the moon of February it can be concluded that : drilling pattern used by PT. HPU is Staggered rectangular drill pattern derived from the rectangular pattern. Blasting drilling phases of work include : drill site preparation, preparation of drilling, drilling activities. The evaluation component of the current production includes average speed per hour drilling Atlas Copco DM 45 the ability of the 7 holes / hour, with Atlas Copco DM 45 49,52 %, similar volume Atlas Copco drilling tool DM 45 at 61.24 m³/m. productivity drilling holes manufacture explosive on the location of the observation amounted 2.398,73 m³/hour. Production drilling for blasting 494.620,10 m³/month where the number does not reach the target production in the month of February the drilling of 600.000 BCM for or still less 105.379,9 m³, with a 82 % success rate percentage. Improvement efforts, based on the results of the evaluation in the month of February production drilling time by pressing circulation drilling tool DM 45, before improved drilling speed was 0.98 m/min, after improved drilling speed of 1 m/min. with drilling efficiency Atlas Copco DM 45 49.52 %. Able to reduce cycle increase of 2 %.

¹. *Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Kutai Kartanegara*

1. PENDAHULUAN

Dalam suatu operasi peledakan batuan, kegiatan pemboran merupakan pekerjaan yang pertama kali dilakukan dengan tujuan untuk membuat sejumlah lubang ledak dengan geometri dan pola pemboran tertentu pada massa batuan, yang selanjutnya akan diisi dengan sejumlah bahan peledak untuk diledakkan.

Pada kegiatan pembuatan lubang ledak umumnya menggunakan system mekanik, terutama metode rotari dipengaruhi oleh gaya pengumpanan (*feeding*), gaya putaran (*rotation*), dan *flushing* (Carlos and Emilio, 1995). *Flushing* berperan erat dalam menyingkirkan serpihan batuan dari dalam lubang bor ke permukaan.

Udara yang dimampatkan (*bailing air*) merupakan media yang paling umum digunakan dalam *flushing*. Untuk itu perlu adanya suatu cara mengetahui pengaruh *flushing* dalam kegiatan pemboran, baik mengenai kecepatan *cutting* naik dan debit udara yang dibutuhkan, sehingga proses *flushing* untuk pembersihan *cutting* terlaksana dengan baik dan proses pemboran lebih efektif dalam berproduksi. Hal ini disebabkan oleh proses genesa batuan yang akan mempengaruhi karakteristik massa batuan secara fisik (bobot isi, kandungan air, porositas) maupun mekanik (kuat tekan & tarik). Perlu diamati pula kenampakan struktur geologi, misalnya sesar, kekar bidang diskontinuitas dan sebagainya pada batuan. Kondisi geologi semacam itu akan mempengaruhi kemampuan ledak (*blastability*). Tentunya pada batuan yang relatif kompak dan tanpa adanya struktur geologi seperti di atas, dimana jumlah bahan peledak yang diperlukan akan lebih banyak untuk jumlah produksi tertentu, dibanding batuan yang sudah ada rekahannya. Jumlah bahan peledak tersebut dinamakan *specific charge* atau *Powder Factor* (PF) yaitu jumlah bahan peledak yang dipakai untuk setiap hasil peledakan (kg/m^3 atau kg/ton).

2. MAKSUD DAN TUJUAN PENELITIAN

Maksud dari penulisan penelitian ini adalah untuk mengkaji pembuatan lubang ledak pada aktifitas pemboran peledakan. Sedangkan Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pola pemboran
2. Mengetahui tahapan kerja pemboran peledakan
3. Mengetahui produksi dan efisiensi kinerja alat bor

3. RUMUSAN MASALAH

Untuk dapat mencapai peledakan yang optimal dengan perolehan hasil peledakan yang baik maka diperlukan pemboran yang baik. Dengan adanya masalah tersebut, maka ditemukan faktor - faktor apa saja yang dapat dijadikan acuan dalam melakukan penelitian, yaitu antara lain :

1. Faktor – faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja alat bor?
2. Bagaimana upaya peningkatan pencapaian produksi pemboran peledakan?

4. METODOLOGI PENELITIAN

Tahap kajian Literatur merupakan kegiatan awal sebelum dilakukannya penelitian. Pada tahap ini dilakukan kajian-kajian pustaka atau literatur sebagai pendukung kegiatan penelitian yang bersifat teoritis. Observasi Lapangan, yaitu dengan cara peninjauan dan pengamatan langsung kelapangan terhadap objek kajian yang sedang berlangsung yang berkaitan pemboran peledakan

Permasalahan, yaitu mengkaji Produksi kerja alat bor. Tahap pengambilan data primer yang dilakukan secara langsung di lapangan seperti: siklus pemboran (*cycle time* alat bor), volume setara, kecepatan pemboran rata-rata, produktifitas, efesiensi. Tahap pengambilan data sekunder yaitu berupa pengambilan data yang dilakukan tanpa perlu langsung ke lapangan, seperti hasil penelitian terdahulu serta melakukan tanya jawab kepada dosen pembimbing lapangan mengenai judul penelitian.

Akuisi Data, merupakan pengelompokan dari data-data yang diambil untuk proses selanjutnya. Microsoft word dan excel. Tahap Pengolahan Data Setelah mengkaji geometri peledakan maka perhitungan pemboran, di lanjutkan Pembuatan draf hasil dari penelitian.

Untuk mempermudah penulis dan agar tulisan ini tetap mengarah pada maksud dan tujuan yang diinginkan, maka alur penyelesaian masalah dapat di lihat pada diagram alir penelitian di bawah ini :

5. PEMBAHASAN

Evaluasi perhitungan produksi pemboran peledakan PT. HPU meliputi : waktu siklus dan kecepatan pemboran rata – rata, efesiensi kerja alat bor, volume setara dan produktivitas pemboran.

Berdasarkan jam kerja yang tercatat dalam waktu *hours meter* alat bor DM 45 pada bulan february adalah 206,2 jam. Jam kerja alat Bor DM 45 saat ini di PT. Harmoni Panca Utama pada bulan Februari 2015 adalah :

Jumlah kerja terjadwal dalam 2 *Shift* yaitu : 22 Jam
 Jam Kerja yang terjadwal pada Hari biasa yaitu : 22 x 28 = 616 Jam
 Jam kerja istirahat dalam 28 hari : 2 x 28 = 56 Jam
 Jadi Total Jam yang Terjadwal Selama 28 hari Yaitu : 616 + 56 Jam = 672
 Jam kerja = 206,2

Dari hasil pengamatan yang dilakukan, diperoleh nilai kesediaan kegiatan pemboran dalam tiap pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

Tabel 5.1
Ketersediaan Alat

Bulan Juni 2015	W	S	R	T
28 hari	206,20	326,4	139,40	672
Per hari	7,36	11,65	4,97	24

W = Jumlah jam kerja alat

S = Jumlah jam kerja alat tidak operasi, alat dalam kondisi siap

R = Jumlah jam kerja yang digunakan untuk perbaikan
 T = Jumlah jam kerja tersedia (W + S + R)

Mechanical Availability, MA

$$\begin{aligned} MA &= \frac{W}{W+R} \times 100\% \\ &= \frac{7,36}{7,36+4,97} \times 100\% \\ &= \frac{7,36}{12,33} \times 100\% = 59,69\% \end{aligned}$$

Keterangan :

MA = Ketersediaan alat

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan pada alat dalam kondisi dapat beroperasi, dalam arti tidak rusak (jam), hal ini termasuk juga hambatan yang dialami alat ketika dalam melakukan kerja.

R = Jumlah jam untuk perbaikan, yaitu waktu yang dilakukan untuk perbaikan dan juga waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan termasuk juga waktu untuk penyediaan suku cadang.

Besarnya persentase adalah 59,69 %, angka tersebut menunjukkan kondisi sesungguhnya alat yang siap dipakai, maka waktu yang dibutuhkan untuk perbaikan dan perawatan rutin 40,31 % dari waktu yang disediakan. Kondisi alat dalam keadaan rata – rata.

Physical Availability, PA

$$\begin{aligned} PA &= \frac{W+S}{T} \times 100\% \\ &= \frac{7,36+11,65}{24} \times 100\% \\ &= \frac{19,01}{24} \times 100\% = 79,20\% \end{aligned}$$

Keterangan :

PA = Ketersediaan fisik

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan padahal alat tersebut tidak rusak dan dalam keadaan siap operasi.

T = W + R + S = Jumlah seluruh jam kerja dimana alat dijadwalkan dapat untuk operasi.

Besarnya persentase adalah 79,20% dapat dikatakan bahwa fisik keadaan alat baik, walaupun ada waktu sisa yang hilang karena perawatan alat sebesar 20,80%

dari waktu yang dijadwalkan untuk bekerja. Artinya alat lebih banyak digunakan untuk operasi.

Use of Availability, UA

$$\begin{aligned} UA &= \frac{W}{W + S} \times 100\% \\ &= \frac{7,36}{7,36 + 11,65} \times 100\% \\ &= \frac{7,36}{19,01} \times 100\% = 38,71\% \end{aligned}$$

Keterangan :

UA = Ketersediaan pemakaian

W = Jumlah jam kerja, yaitu waktu yang dibebankan pada alat dalam kondisi dapat beroperasi, dalam arti tidak rusak (jam), hal ini termasuk juga hambatan yang dialami alat ketika dalam melakukan kerja.

S = Jumlah jam suatu alat yang tidak dapat dipergunakan padahal alat tersebut tidak rusak dan dalam keadaan siap operasi.

Besarnya persentase yang didapat adalah 38,71 % angka tersebut menunjukkan persentase waktu yang digunakan oleh alat untuk beroperasi saat alat dapat dipakai. Jadi alat tidak terpakai mempunyai persentase sebesar 61,29 % dari waktu saat alat secara mekanis dinyatakan dapat digunakan saat tidak rusak.

Effective Utilization, EU

Menunjukkan berapa persentase dalam kemanfaatan penggunaan alat tersebut untuk beroperasi dalam kurun waktu tertentu.

$$\begin{aligned} EU &= \frac{W}{T} \times 100\% \\ EU &= \frac{7,36}{24} \times 100\% \\ EU &= 30,66\% \end{aligned}$$

Besarnya persentase yang didapat adalah 33,45% angka tersebut menunjukkan persentase waktu yang digunakan oleh alat untuk beroperasi saat alat dapat dipakai. Jadi alat tidak beroperasi mempunyai persentase sebesar 66,55 % dari waktu tertentu.

Efisiensi kerja rata-rata

$$\begin{aligned} \text{Eff. rata-rata} &= \frac{EU + PA + U}{3} \times 100\% \\ \text{Eff. rata-rata} &= \frac{30,66\% + 79,20 + 38,71\%}{3} \times 100\% = 49,52\% \end{aligned}$$

Jadi efisiensi kerja rata-ratanya adalah : 49,52% sedangkan kehilangan nilai pada saat produksi adalah sebesar 50,48 %.

Waktu siklus pemboran adalah waktu yang dibutuhkan untuk membuat lubang dari permulaan sampai kedalaman tertentu, dimana dapat dihitung dengan cara menjumlahkan setiap bagian waktu yang digunakan pada waktu melakukan pemboran.

Pengambilan data *cycle time* dilakukan sebanyak 230 lubang. Siklus pemboran dengan kecepatan pemboran rata - rata didapat dari perbandingan antara kedalaman lubang ledak dengan siklus pemboran (Ct). Didapatkan bahwa siklus pemboran alat bor *Atlas Copco DM 45* pada lokasi adalah :

Keterangan :

kedalaman lubang bor rata - rata (H) = 8,26 meter

waktu edar pemboran rata rata (Ct) = 8,41 menit / lubang

perhitungan pemboran :

kecepatan pemboran rata - rata (Vdr)

$$V_{dr} = H/Ct = 8,26 / 8,41 = 0,98 \text{ m /menit}$$

kecepatan pemboran adalah = 0,98 m/menit = 58,8 m/jam.

= kecepatan pemboran / kedalaman lubang bor

= 58,8 m/jam / 8,26 m

= 7,11 lubang/jam.

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan pemboran permenitnya adalah 0,98 m/menit dan perjamnya adalah 58,8 m/jam. Maka didapatkan kemampuan alat bor membuat lubang dalam 1 jam adalah 7,11 lubang/jam.

6. EVALUASI VOLUME SETARA

Volume setara didapatkan dari perbandingan dari volume *drill* dengan kedalaman lubang bor dengan total lubang yang diperoleh. Volume setara pada lokasi pengamatan adalah sebesar = 61,24 m³/ m.

Keterangan :

perhitungan volume setara $V_{eq} = V / \sum H$

$\sum H$ = kedalaman lubang ledak (m³/m)

V_{eq} = volume setara m³

V = volume batuan yang terbongkar (m³)

$$V_{eq} = \frac{V}{\sum H}$$

$$= \frac{27.478,89 \text{ m}^3/\text{m}}{448,66 \text{ m}} = 61,24 \text{ m}^3/\text{m}$$

Dengan melihat pada tabel 4.3 perbandingan volume batuan yang terbongkar dan kedalaman lubang ledak rata – rata, maka dapat disimpulkan perhitungan volume setaranya adalah 61,24 m³/m.

Produktivitas pemboran penyediaan lubang ledak diperoleh dari perkalian kecepatan pemboran, volume setara dan efisiensi kerja. Produksi pemboran pembuatan lubang ledak pada lokasi pengamatan adalah sebesar = 1.783,17 m³/Jam.

Keterangan :

perhitungan produktivitas alat bor Atlas Copco DM 45

rumus $P = V_t \times V_{eq} \times \text{eff} \times 60 \text{ menit}$

Dimana :

P = Produksi mesin bor (m³/jam)

V_t = Kecepatan pemboran rata-rata (m/menit)

V_{eq} = Volume setara (m³/m)

Eff = Efisiensi kerja mesin bor (%)

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= V_t = 0,98 \text{ m/ menit} \\ \text{eff} &= 49,52 \% (0,4952) \\ V_{eq} &= 61,24 \text{ m}^3/\text{m} \\ P &= 0,98 \times 0,4952 \times 61,24 \times 60 \text{ menit/jam} \\ &= 1.783,17 \text{ m}^3/\text{Jam} \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan produktivitas pemboran pembuatan lubang ledak adalah sebesar = 1.783,17 bcm/Jam, maka untuk mencari produksi pemboran peledakan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} P &= \text{Produktivitas pemboran} \times \text{total jam kerja perbulan} \\ &= 1.783,17 \times 206,2 \\ &= 367.689,65 \text{ m}^3/\text{bulan} \end{aligned}$$

Sehingga dapat diketahui produktivitas alat bor DM 45 perjamnya adalah 1.783,17 m³/jam dengan produksi aktual perbulanya 494.620,10 m³/bulan, sedangkan target produksi sebenarnya pada periode february sebesar 600.000 m³/bulan. Artinya jumlah actual produksi saat ini tidak tercapai karena masih kurang 105.379,9 m³. Sedangkan untuk mencari tingkat persentase keberhasilan alat bor DM 45 dapat digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Produksi} &= \frac{\text{jumlah aktual produksi perbulan}}{\text{jumlah produksi rencana}} \times 100\% \\ \text{Produksi} &= \frac{494,620.10}{600.000} \times 100\% \\ \text{Produksi} &= 82 \% \end{aligned}$$

Kendala dan hambatan yang mempengaruhi ketidaktercapaian produksi alat bor DM 45 saat ini adalah sebagai berikut :

1. Kerusakan Alat bor (*Breakdown*)
Kerusakan ini sering dijumpai pada *low power*, *cabin repair*, pergantian mata bor, *oil compressor low*, *Replace Fuel Filter*, *AC hot*, kebocoran *hose*, *add oil rotary*, sepatu *jack* lepas, *spline shaft auxiliary pump broken*, *caroseal* kendor. Waktu yang terbuang sekitar 139,40 jam pada bulan Februari. (Lampiran E).
2. *Standbay*
Standbay kegiatan pemboran terhenti dimana alat dalam keadaan siap kerja tetapi terhambat oleh kegiatan seperti : persiapan memulai pekerjaan *prepare* lokasi pemboran, terjadi hujan, *slippery* atau persiapan kerja pasca terjadinya hujan yang menyebabkan jalan menjadi licin sehingga perlu dilakukan perawatan jalan, tidak ada lokasi baru, pengisian bahan bakar alat bor dan lain-lainnya. Sehingga waktu *standbay* alat bor DM 45 sebesar 326,4 jam pada bulan februari. (lampiran E).

Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi alat bor DM 45 adalah dengan menekan waktu edar alat bor (*reduce*) atau menekan waktu satu putaran alat bor yang meliputi perpindahan posisi, penetrasi bor, turun dan naiknya menara bor. Langkah - langkah perbaikan tersebut dilakukan guna meningkatkan produktifitas alat bor, sehingga produksi alat bor saat ini yang berjumlah = 1.783,17 m³/Jam dapat ditingkatkan menjadi 1.819,56 m³/Jam jika dikalikan dengan 206,2 waktu produktif jumlah jam kerja perbulan maka didapat hasil produksinya sebesar 375.193,27 m³/bulan. Berikut hasil kajian produksi pemboran.

Langkah perbaikan yang dilakukan untuk mendekati plan produksi pemboran peledakan yang sebesar 600.000 m³/bulan pada bulan februari 2015 adalah sebagai berikut :

Didapatkan bahwa siklus pemboran alat bor *Atlas Copco DM 45* pada lokasi adalah :

Keterangan :

kedalaman lubang bor rata - rata (H) = 8,26 meter

waktu edar pemboran rata rata (Ct) = 8,19 menit / lubang.

perhitungan pemboran :

kecepatan pemboran rata - rata (Vdr)

$Vdr = H/Ct = 8,26 / 8,18 = 1 \text{ m /menit}$

kecepatan pemboran adalah = 1 m/menit = 60 m/jam.

= kecepatan pemboran / kedalaman lubang bor rata-rata

= 60 m/jam / 8,26 meter

= 7,26 lubang/jam.

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan bahwa kecepatan pemboran permenitnya adalah 01 m dan perjamnya adalah 60 m. maka didapatkan kemampuan alat bor membuat lubang dalam 1 jam adalah 7,26 lubang/jam.

Perhitungan produktivitas alat bor Atlas Copco DM 45 setelah menekan waktu edar alat bor (*reduce*) digunakan persamaan rumus produktivitas adalah sebagai berikut :

$$\text{rumus} \quad P = V_t \times V_{eq} \times \text{eff} \times 60 \text{ menit}$$

Dimana :

$$P = \text{Produksi mesin bor (m}^3/\text{jam)}$$

$$V_t = \text{Kecepatan pemboran rata rata (m/menit)}$$

$$V_{eq} = \text{Volume setara (m}^3/\text{m)}$$

$$\text{Eff} = \text{Efisiensi kerja mesin bor (\%)}$$

$$\text{Produktivitas} = V_t = 1 \text{ m/ menit}$$

$$\text{eff} = 49,52 \% (0,4952)$$

$$V_{eq} = 61,24 \text{ m}^3/\text{m}$$

$$P = 1 \times 0,4952 \times 61,24 \times 60 \text{ menit/jam}$$

$$= 1.819,56 \text{ m}^3/\text{Jam}$$

Dapat disimpulkan produktivitas pemboran pembuatan lubang ledak adalah sebesar = 1.819,56 bcm/Jam, maka untuk mencari produksi pemboran peledakan adalah sebesar :

$$P = \text{Produktivitas pemboran} \times \text{total jam kerja perbulan}$$

$$= 1.819,56 \times 206,2$$

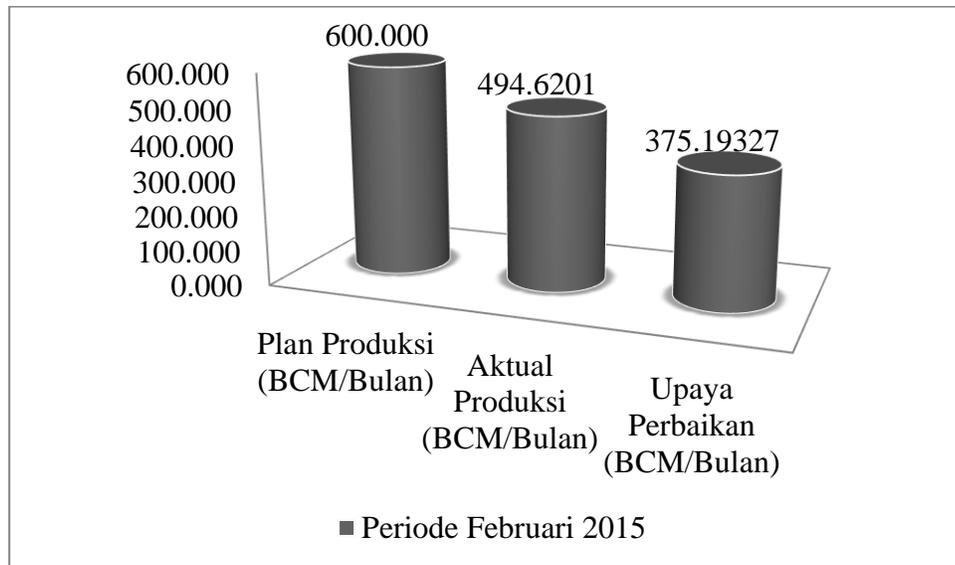
$$= 375.193,27 \text{ m}^3/\text{bulan}$$

Tabel 5.2
Hasil Kajian

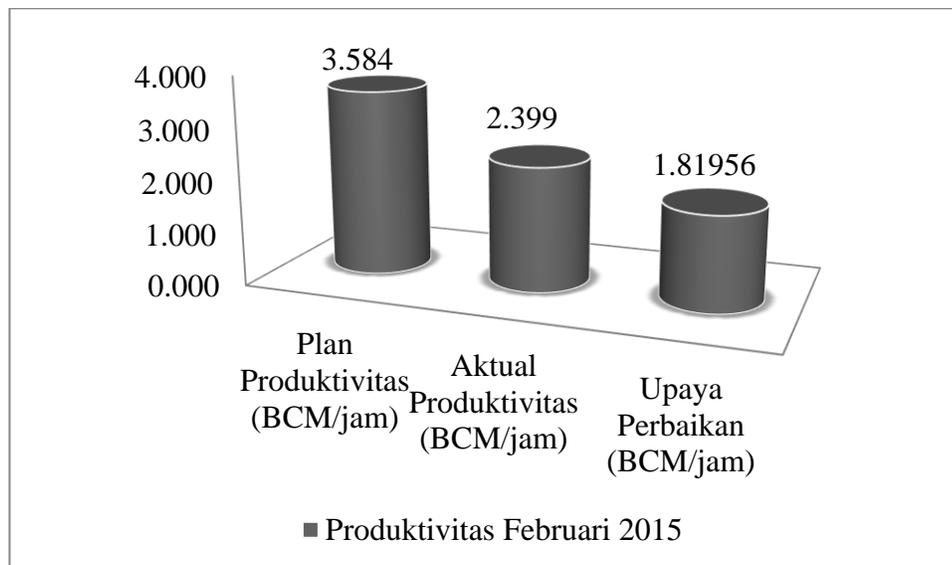
Plan Produksi		Actual Produksi		Upaya Perbaikan	
600.000 m ³ /bulan	3.584 m ³ /jam	494.620,10 m ³ /bulan	2.398,73 m ³ /Jam	375.193,27 m ³ /bulan	1.819,56 m ³ /Jam

Tabel 5.3
Reduce Data Cycle Time Unit Atlas Copco DM 45

NO	<i>Cycle Time</i> Actual yang Diamati	<i>Reduce</i>	<i>Cycle Time</i> Setelah Direduce	<i>Archiment</i> / Pencapaian	Langkah Perbaikan
1	Perpindahan posisi = 0:00:37 Penetrasi bor = 0:07:20 Naik/turun menara bor = 0:00:44 <i>Cycle time</i> actual = 0:08:41 Produktivitas Actual = 1.783,17 m ³ /Jam	Waktu Perpindahan posisi. Sebesar : 30%. Naik/turun menara bor. Sebesar : 27%	Perpindahan posisi = 0:00:26 Penetrasi bor = 0:07:20 Naik/Turun menara bor = 0:00:32 <i>Cycle time</i> actual = 0:08:18 Produktivitas <i>Reduce</i> = 1.819,56 m ³ /Jam	$= \frac{1.783,17}{1.819,56} \times 100\%$ = 2 %	Memperbaiki waktu <i>cycle time</i> sehingga mengoptimalkan kecepatan pemboran peledakan.



Gambar 5.1 Hasil Kajian Produksi Periode Februari 2015



Gambar 5.2 Hasil Kajian Produktivitas Periode Februari 2015

7. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian pada bulan Februari maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Pola Pemboran yang digunakan PT. HPU adalah pola pemboran segi tiga sama kaki (*Staggered Rectangular Drill Pattern*) yang berasal dari pola persegi panjang. Tahapan kerja pemboran peledakan meliputi : persiapan lokasi bor, persiapan pemboran (*drill preparation*), kegiatan pemboran.
2. Evaluasi komponen produksi saat ini meliputi kecepatan rata-rata perjam pemboran *Atlas Copco DM 45* dengan kemampuan 7 lubang/jam, dengan efisiensi pemboran *Atlas Copco DM 45* 49,52 %, volume setara alat bor *Atlas Copco DM 45* sebesar 61,24 m³/m. Produktivitas pemboran pembuatan lubang ledak pada lokasi pengamatan adalah sebesar 2.398,73 m³/Jam. Produksi pemboran peledakan sebesar 494.620,10 m³/bulan dimana jumlah tersebut tidak mencapai target produksi pemboran pada bulan februari yang sebesar 600.000 BCM atau masih kurang 105.379,9 m³, dengan tingkat persentase keberhasilan pemboran 82 %.
3. Upaya perbaikan, berdasarkan hasil dari evaluasi produksi pemboran pada bulan februari dengan menekan atau mereduksi waktu edar alat bor DM 45, sebelum diperbaiki kecepatan pemboran adalah 0,98 m/menit, setelah diperbaiki kecepatan pemboran 1 m/menit. Dengan efisiensi pemboran *Atlas Copco DM 45* 49,52 %. Mampu meningkatkan *reduce cycle time* sebesar 2 %.

8. SARAN

Berdasarkan dari hasil penelitian pada bulan Februari 2015 maka dapat disarankan bahwa :

1. *Prepare* lokasi diusahakan optimal (merata) agar mudah dan aman dalam proses pemboran lubang ledak.
2. Pada saat akan melakukan kegiatan pemboran harus diperhatikan sering bergesernya titik pemboran akibat pergerakan mesin bor ke titik berikutnya, Dan tidak tepatnya mata bor pada titik pemboran akibat terhalangnya pandangan operator mesin bor, sehingga akan mempengaruhi geometri pemboran.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlos L. J., and Emilio, L. J., 1995, *Drilling and Blasting of Rock*, A. A. Balkman, Rotterdam, Brookfield.
- Koesnaryo, S., 2001 a, *Pemboran untuk Penyediaan Lubang Ledak*, Fakultas Teknologi Mineral – Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Koesnaryo, S., 2001 b, *Rancangan Peledakan Batuan*, Fakultas Teknologi Mineral – Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta.
- Kennedy, B. A., 1990, *Surface Mining 2nd Edition*, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. Littleton, Colorado.

- Samhudi, (1995), "*Peledakan Tambang Terbuka*". Kursus Juru Ledak Kelas II, Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan Bandung.
- Samhudi, (2001), "*Teknik Peledakan*". Kursus/Pengujian Juru Ledak Kelas II, Departemen Pertambangan dan Energi Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan Bandung.
- Singgih, S., 2006. "*Teknik Peledakan*". Jurusan Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran". Yogyakarta