

EVALUASI PEMBORAN LUBANG LEDAK PADA TAMBANG *LIMESTONE*

Oki Prastio^{1*}, Agus Triantoro², Riswan², Kartini², Jhon Tohom Y.P³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

²Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

³Plan & Prod. Dep. Head PT Pama Indo Mining

e-mail: *Okiprastio26@gmail.com

ABSTRAK

Pembongkaran material di Pit *Limestone* dan *Development* PT Pama Indo Mining dilakukan dengan kegiatan peledakan. Sebelum kegiatan peledakan, dilakukan kegiatan pemboran untuk penyediaan lubang ledak dengan geometri dan pola tertentu. Penggunaan alat bor harus dioptimalkan agar alat bor tidak sering mengalami kondisi *standby* yang akan berpengaruh terhadap produktifitas operator serta menyebabkan efektifitas dari alat bor tersebut rendah.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menganalisa waktu kerja operator yang didapatkan melalui *time sheet* harian operator, menganalisa faktor-faktor yang menyebabkan utilitas alat bor rendah dan menganalisa kebutuhan alat yang sesuai dengan target pembongkaran material pada pit *Limestone* dan *Development* tahun 2015 yang akan dicapai serta mengamati kondisi dari alat bor tersebut dengan menganalisa gangguan yang sering terjadi pada alat bor.

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa dari target produksi perusahaan tahun 2015 di Pit *Limestone* dan *Development* sebesar 3.191.000 Ton, dengan target 8 lubang ledak per jam untuk 2 unit alat, untuk mencapai target lubang ledak maka diperlukan perbaikan efisiensi kerja menjadi 60 % dari sebelumnya yaitu 51% dengan mengurangi waktu *standby* dari sebelumnya 6 jam menjadi 4 jam. Faktor yang menyebabkan produktifitas alat bor rendah yaitu faktor *Engine Low Power* pada unit alat bor furukawa 02 19,69% travel maintenance 20,83%. Sedangkan untuk furukawa 03 pergantian *bit* 28,85% serta pergantian *Shift* 27,08%. Setelah dilakukan evaluasi kinerja alat bor dan evaluasi jam kerja efektif, maka alat bor yang diperlukan untuk mencapai target produksi *Limestone* yaitu berjumlah 2 unit alat bor dengan meningkatkan efisiensi alat bor menjadi 60% dengan jumlah lubang yang harus dibor sebanyak 16.620 lubang/tahun dengan kedalaman 72 meter/jam.

Kata-kata kunci : Evaluasi Pemboran, *effective utilization*, produktifitas, target lubang.

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 yang sudah tertentu pada massa batuan, yang selanjutnya akan diisi dengan sejumlah bahan peledak untuk diledakkan.

Kegiatan pemboran untuk penyediaan lubang ledak umumnya dilakukan dengan mesin bor mekanik (perkusif, rotari, rotari-perkusif) dengan berbagai ukuran dan kemampuan, tergantung pada kapasitas produksi yang diinginkan.

PT Pama indo Mining menggunakan alat bor sebanyak 2 unit untuk menyiapkan lubang ledak dalam menunjang kegiatan peledakan pembongkaran material dimana dengan alat sebanyak itu menyebabkan alat bor lebih banyak waktu *standby* dari pada waktu bekerja. Penggunaan alat bor harus dioptimalkan agar alat tidak sering mengalami kondisi *standby* sehingga diperlukan analisa mengenai jumlah alat bor yang digunakan untuk membongkar Material yang telah ditargetkan dengan seefektif dan seefisien mungkin.

METODOLOGI

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara yaitu pengamatan dan pengambilan data di lapangan. Pengamatan dan pengambilan data di lapangan dilakukan dengan melihat dan mengambil data langsung pada kondisi aktual daerah penelitian. Data utama yang digunakan pada penelitian ini yaitu data *cycle time*, kecepatan pemboran, efisiensi kerja serta kemampuan produksi pemboran dari alat bor.

Teknik Pengolahan Data

Proses mengetahui kemampuan kerja alat bor dilakukan dengan melakukan pengamatan *cycle time* suatu alat bor dalam membuat satu lubang ledak sehingga diketahui kecepatan pemboran dari alat bor per menitnya. Dari data tersebut maka dapat diketahui kemampuan alat bor tersebut sehingga dapat dijadikan acuan dalam penggunaan alat bor agar tercapai target pembongkaran material. Selain itu, dari data *time sheet* unit maka dapat diketahui faktor yang menyebabkan alat mengalami kondisi *standby* sehingga dapat meminimalisir faktor-faktor tersebut.

1. Pemboran Lubang Ledak

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

2. Sistem Pemboran

Kegiatan pemboran untuk penyediaan lubang ledak umumnya dilakukan dengan mesin bor mekanik (perkusif, rotari, rotari-perkusif) dengan berbagai ukuran dan kemampuan, tergantung pada kapasitas produksi yang diinginkan. (Gokhale, 2010 : 16).

Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Pemboran

Kinerja suatu mesin bor dipengaruhi oleh faktor-faktor sifat batuan yang dibor, rock drillability, geometri pemboran, dan keterampilan operator.

1. Sifat batuan

Sifat batuan yang berpengaruh pada penetrasi dan sebagai konsekuensi pada pemilihan metode pemboran, yaitu kekerasan, kekuatan, elastisitas, plastisitas,

abrasivitas, tekstur, struktur geologi dan karakteristik pembongkaran. (Koesnaryo, 2001 : 14-17)

2. Drillabilitas Batuan (Rock Drillability)

Drillabilitas batuan adalah indikator kecepatan mata bor melakukan penetrasi kedalam batuan. Drillabilitas batuan merupakan fungsi dari sifat batuan seperti komposisi mineral, tekstur, ukuran butir dan tingkat pelapukan (Kurniawan, 2004 : 33)

3. Geometri Pemboran

Geometri dan pola pemboran dirancang secara terpadu dalam rancangan peledakan. Geometri pemboran meliputi; Diameter, Burden (B), Spasi antar lubang ledak (S), Kedalaman lubang ledak (H) dan Kemiringan.

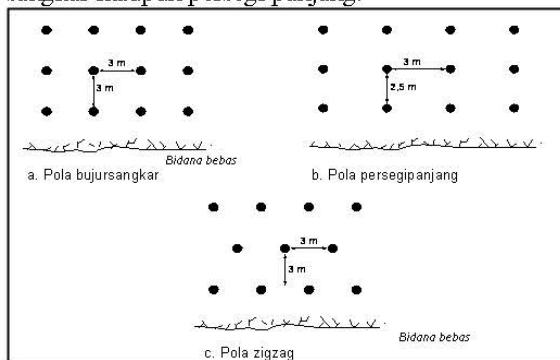
4. Keterampilan Operator

Keterampilan operator dapat diperoleh dari latihan dan pengalaman kerja, dan ini sering agak sulit untuk dinilai secara kuantitatif kecuali hanya berdasarkan catatan historis dari kinerja dan attitude tiap operator. Masalah kedisiplinan sering dijadikan alasan oleh para pihak manajemen dalam menilai karyawannya, tetapi hal ini tidak dapat dijadikan alasan utama karena persoalannya akan sering terkait dengan kondisi kerja secara keseluruhan.

Pola Pemboran

Pola pemboran merupakan suatu pola pada kegiatan pemboran dengan menempatkan lubang-lubang tembak secara sistematis. Terdapat tiga pola pemboran untuk peledakan pada tambang terbuka, yaitu :

1. Pola bujursangkar (square pattern), yaitu jarak burden dan spasi sama ($B = S$)
2. Pola persegi panjang (rectangular pattern), yaitu jarak spasi dalam satu baris lebih besar dibanding burden ($B \neq S$)
3. Pola zig-zag (staggered pattern), yaitu antar lubang bor dibuat selang-seling yang berasal dari pola bujur sangkar maupun persegi panjang.



Sumber : Suwandi, 2009 : 6

Gambar-1. Pola Pemboran

Estimasi Produktifitas Pemboran Lubang Ledak

Produktifitas suatu mesin bor untuk penyediaan lubang ledak menyatakan berapa lubang yang dapat dicakup oleh mesin bor yang dinyatakan dalam satuan waktu (ft/jam). Produktifitas mesin bor dipengaruhi oleh tingkat penetrasi, kuat tekan batuan, berat per inci diameter bit dan perputaran bor per menit.

Persamaan untuk menghitung produktifitas alat bor adalah sebagai berikut :

$$P = (61 - 28 \log_{10} SC) \frac{W}{\phi} \cdot \frac{RPM}{300} \quad (1)$$

$$Pr oduktifitas = \frac{P \times EU}{H} \quad (2)$$

Keterangan :

P = Kecepatan penetrasi (ft/jam)
 Sc = Kuat tekan batuan perseribu (psi)
 W/φ = Berat per inci diameter bit perseribu (lb)
 RPM = Perputaran pipa bor per menit
 EU = Efisiensi Kerja
 (Bauer and Calder, 1967 : 530)

Kecepatan pemboran adalah lamanya waktu yang diperlukan untuk mengebor dan mengatasi hambatan selama pengeboran. Kecepatan pemboran dipengaruhi oleh banyak faktor seperti: geologi, sifat fisik batuan, penyebaran tegangan dan struktur internal. Adapun persamaan untuk perhitungan kecepatan pemboran

$$P = \frac{H}{Ct} \quad (3)$$

Keterangan :

P = Kecepatan penetrasi (drm/menit, meter/menit)
 H = Kedalaman lubang bor (meter)
 Ct = Waktu pengeboran (menit)

Waktu edar pengeboran adalah waktu yang dibutuhkan oleh alat bor untuk melakukan serangkaian kegiatan pembuatan satu lubang bor. Adapun persamaan untuk menentukan waktu edar pengeboran adalah :

$$Ct = \left[\sum_{i=1}^n (Bt + St) \right] + Pt + Dt \quad (4)$$

Keterangan :

Ct = Waktu pengeboran (menit)
 Bt = Waktu mengebor dari permukaan sampai kedalaman tertentu yang disertai dengan peniupan serbuk bor/flushing, (menit)
 St = Waktu untuk menyambung batang-bor, meniup serbuk bor, melepas batang bor (menit)
 Pt = Waktu pindah posisi. Waktu yang diperlukan oleh alat bor untuk pindah dari lubang bor yang telah dibuat ke lokasi lubang bor baru yang akan dibuat (menit)
 Dt = Waktu yang digunakan untuk mengatasi hambatan yang terjadi (menit)

Penggunaan Efektif (EU)

Menunjukkan berapa persen dari seluruh waktu kerja yang tersedia dapat dimanfaatkan untuk bekerja produktif, penggunaan efektif sebenarnya sama dengan pengertian efisiensi kerja. Persamaan dari penggunaan efektif sebagai berikut (Koesnaryo, 2001 : 21) :

$$EU = \frac{W}{W + R + S} \times 100\% \quad (5)$$

1. Ketersediaan Mekanik (Mechanical availability, MA)

Merupakan suatu cara untuk mengetahui kondisi mekanik yang sesungguhnya dari alat yang dipergunakan. Ketersediaan mekanik (MA) ini menunjukkan ketersediaan alat secara nyata karena adanya waktu akibat masalah mekanik. Persamaan dari ketersediaan mekanik (MA) adalah:

$$MA = \frac{W}{W + R} \times 100\% \quad (6)$$

2. Ketersediaan Fisik (Physical Availability, PA)

Merupakan catatan mengenai keadaan fisik dari alat yang dipergunakan dalam beroperasi. Faktor ini merupakan pengaruh dari segala waktu akibat semua permasalahan yang ada.

$$PA = \frac{W + S}{W + R + S} \times 100\% \quad (7)$$

3. Persen Penggunaan Ketersediaan (Use of Availability Percent, UA)

Menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan suatu alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat dipergunakan. Nilai ketersediaan pemakaian (UA) biasanya memperlihatkan seberapa efektif suatu alat yang tidak sedang rusak dapat dimanfaatkan. Hal ini dapat menjadi ukuran seberapa baik pengelolaan alat digunakan. Persamaan dari persen penggunaan ketersediaan (UA), sebagai berikut:

$$UA = \frac{W}{W + S} \times 100\% \quad (8)$$

Keterangan :

EU = Efisiensi kerja alat bor (%)

W = Jam kerja alat, yaitu waktu yang dibebankan kepada operator suatu alat yang dalam kondisi dapat dioperasikan, artinya tidak rusak. Waktu ini meliputi pula tiap waktu mengatasi hambatan hambatan yang ada, waktu untuk pulang pergi permukaan kerja, waktu pindah tempat permukaan kerja, waktu pelumasan dan pengisian bahan bakar, serta waktu hambatan akibat keadaan cuaca (jam)

R = Jumlah jam perbaikan, yaitu waktu yang digunakan untuk perbaikan dan waktu yang hilang akibat menunggu saat perbaikan, termasuk juga waktu penyediaan suku cadang serta waktu perawatan (jam)

S = Jumlah jam menunggu alat, yaitu jumlah jam suatu alat yang tidak dapat digunakan padahal alat tersebut tidak rusak dan dalam keadaan siap beroperasi (jam)

(Koesnaryo, 2001 : 20 - 21)

HASIL DAN DISKUSI

Pengolahan data menguraikan tentang proses pengolahan dari data-data yang didapat dalam penelitian tugas akhir ini. Pengolahan data yang dilakukan diantaranya :

Waktu Siklus Pemboran

Tabel-1. Cycle Time Alat Bor Furukawa 02

Pengamatan	Kedalaman(H) (meter)	Cycle Time (CT) (menit)
1	8,5	7,99
2	7,5	20,18
3	9	9,10
4	3	2,66

Berdasarkan data *cycle time* alat bor Furukawa 02 untuk pengamatan 1 dengan kedalaman 8,5 meter didapatkan *cycle time* 7,99 menit sedangkan pada pengamatan 2 dengan kedalaman 7,5 meter didapatkan 20,18 menit waktu tersebut cenderung lebih lama dan memakan waktu, hal ini disebabkan alat bor mengalami masalah kerusakan pada *engine low power* sehingga kemampuan penetrasi alat bor cukup memerlukan waktu yang lama. Untuk pengamatan 3 dengan kedalaman 9 meter didapatkan *cycle time* 9,10 menit dan pengamatan 4 dengan kedalaman 3 meter didapatkan *cycle time* 2,66 menit pada saat tersebut alat bor dalam kondisi stabil.

Tabel-2. Cycle Time Alat Bor Furukawa 03

Pengamatan	Kedalaman(H) (meter)	Cycle Time (CT) (menit)
1	9	12,71
2	3	1,79
3	7,5	7,92
4	9	12,90

Berdasarkan data *cycle time* alat bor Furukawa 03 untuk pengamatan 1 dengan kedalaman 9 meter didapatkan *cycle time* 12,71 menit, pada pengamatan 2 dengan kedalaman 3 meter didapatkan 1,79 menit, pengamatan 3 dengan kedalaman 7,5 meter didapatkan *cycle time* 7,92 menit dan pengamatan 4 dengan kedalaman 9 meter didapatkan *cycle time* 12,90 menit.

Kecepatan Penetrasi Pemboran

Kecepatan penetrasi pemboran merupakan kemampuan suatu alat bor untuk membuat suatu lubang bor dengan kedalaman dan dalam jangka waktu tertentu. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa kecepatan penetrasi untuk masing-masing alat bor dapat dilihat pada tabel-3.

Berdasarkan data Kecepatan penetrasi Furukawa 02 untuk kedalaman 8,5 meter didapatkan *cycle time* 9,10 menit dengan kecepatan penetrasi 1,07 meter/menit, kedalaman 7,5 meter didapatkan *cycle time* 20,18 menit dengan kecepatan penetrasi 0,41 meter/menit, kedalaman 9 meter didapatkan *cycle time* 9,10 dengan kecepatan penetrasi 0,99 meter/menit dan untuk kedalaman 3 meter didapatkan *cycle time* 2,66 menit dengan kecepatan penetrasi 1,13 meter/menit.

Tabel-3. Kecepatan Penetrasi Furukawa 02

Pengamatan	Kedalaman (H) (meter)	Cycle Time (CT) (menit)	Kecepatan Penetrasi (meter/menit)	Kecepatan Penetrasi (ft/jam)
1	8,5	7,99	1,07	210,62
2	7,5	20,18	0,41	80,70
3	9	9,10	0,99	194,87
4	3	2,66	1,13	222,43

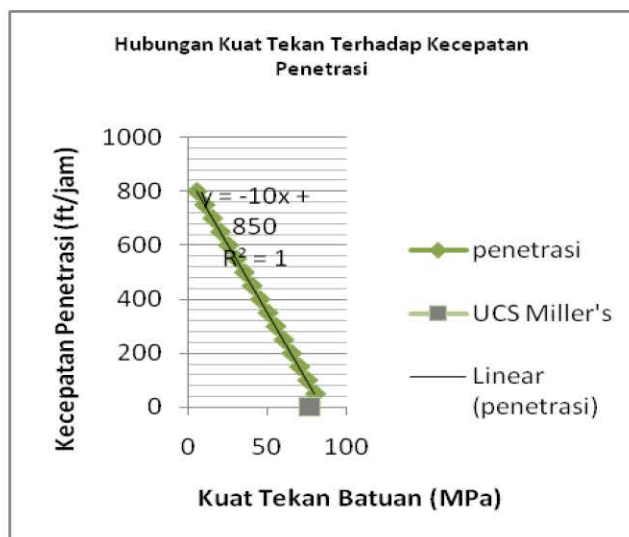
Tabel-4. Kecepatan Penetrasi Furukawa 03

Pengamatan	Kedalaman (H) (meter)	Cycle Time (CT) (menit)	Kecepatan Penetrasi (meter/menit)	Kecepatan Penetrasi (ft/jam)
1	9	12,71	0,71	139,76
2	3	1,79	1,76	346,45
3	7,5	7,92	1,13	222,43
4	9	12,90	0,70	137,79

Berdasarkan data Kecepatan penetrasi Furukawa 03 untuk kedalaman 9 meter didapatkan *cycle time* 12,71 menit dengan kecepatan penetrasi 0,71 meter/menit, kedalaman 3 meter didapatkan *cycle time* 1,79 menit dengan kecepatan penetrasi 1,76 meter/menit, kedalaman 7,5 meter didapatkan *cycle time* 7,92 dengan kecepatan penetrasi 1,13 meter/menit dan untuk kedalaman 9 meter didapatkan *cycle time* 12,90 menit dengan kecepatan penetrasi 0,70 meter/menit.

Pengaruh Kuat Tekan Batuan

Kecepatan penetrasi sangat berpengaruh terhadap kerasnya suatu batuan yang akan dibor semakin keras batuan maka kecepatan penetrasi semakin lama, berikut hubungan antara kuat tekan terhadap kecepatan penetrasi yang dapat dilihat pada gambar-2.

**Gambar-2.** Grafik Hubungan Kuat Tekan terhadap Kecepatan Penetrasi

Berdasarkan grafik tersebut semakin rendah kuat tekan suatu batuan maka akan semakin cepat kecepatan penetrasi dan semakin tinggi nilai kuat tekan suatu batuan maka semakin rendah kecepatan penetrasi yang didapat. Pada grafik tersebut kuat tekan batuan yang ada pada PT Pama Indo Mining yaitu 76,408 Mpa

Efektifitas Kerja Alat Bor

Efektifitas kerja yang digunakan berdasarkan waktu kerja dari alat bor untuk bekerja secara produktif dalam membuat lubang bor selama 1 (satu) shift kerja. Waktu kerja tersedia untuk membuat lubang bor setiap shiftnya adalah 8 jam.

Pada penelitian ini, data efektifitas kerja dan jam kerja efektif yang dihitung merupakan rekapitulasi rata-rata jam kerja alat bor dalam 1 bulan pada tahun 2015.

Dari hasil perhitungan menunjukkan efektifitas kerja rata-rata serta jam kerja efektif rata-rata pershift untuk masing-masing alat bor dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 5-. Efektifitas Kerja Rata-Rata Alat Bor

NO	Alat Bor	Physical Avaibility (PA) %	Utilization Avaibility (UA) %	Mechanical Avaibility (MA) %	Effectifity Utility (EU) %
1	Furukawa 02	77,975	55,875	69,145	42,65
2	Furukawa 03	62,83	90,975	62,095	59,395

Berdasarkan data efektifitas kerja Furukawa 02 *Physical Avaibility (PA)* 77,975%, *Utilization Avaibility (UA)* 55,875 %, *Mechanical Avaibility (MA)* 69,145% dan *Effectifity Utility (EU)* 42,65 %. Sedangkan Untuk Furukawa 03 *Physical Avaibility (PA)* 62,83%, *Utilization Avaibility (UA)* 90,975 %, *Mechanical Avaibility (MA)* 62,095 % dan *Effectifity Utility (EU)* 59,395%. Dilihat dari hasil *Effectifity Utility* atau Efisiensi Kerja alat bor Furukawa 03 memiliki Efisiensi Kerja yang lebih baik yaitu 59,395 % sedangkan Furukawa 02 yaitu 42,65 % dikarenakan alat tersebut sering mengalami *breakdown* dan *travel* untuk *maintanence* alat.

Tabel 6-. Jam Kerja Efektif Rata-Rata Alat Bor

NO	Alat Bor	Work (W)	Recondition (R)	Standby (S)
		(jam/bulan)		
1	Furukawa 02	130,5	97	92,5
2	Furukawa 03	198	96	26

Berdasarkan data jam kerja efektif rata-rata alat bor Furukawa 02 *Work (W)* 130 jam/bulan, *Recondition(R)* 97 jam/bulan, *Stanby (S)* 92,5 jam/ bulan. Sedangkan untuk Furukawa 03 *Work (W)* 198 jam/bulan, *Recondition(R)* 96 jam/bulan, *Stanby (S)* 26 jam/ bulan. Dilihat dari hasil tersebut jam kerja efektif Furukawa 03 lebih baik dibandingkan Furukawa 02 dimana Furukawa 02 sering mengalami *Recondition* dan *Stanby*, serta *Work* yang lebih rendah.

Produktifitas Alat Bor

Produktifitas suatu mesin bor untuk penyediaan lubang ledak menyatakan berapa lubang yang dapat dicakup oleh mesin bor yang dinyatakan dalam satuan

waktu (ft/jam). Produktifitas mesin bor dipengaruhi oleh tingkat penetrasi, kuat tekan batuan, berat per inci diameter bit dan putaran bor per menit. Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan, didapatkan bahwa produktifitas alat bor rata-rata untuk

Tabel-7. Produktifitas Alat Bor Furukawa 02

P (m/menit)	P (ft/jam)	UCS Miller's (Mpa)	RPM
1,07	210,62	76,408	99,50
0,41	80,70	76,408	38,12
0,99	194,87	76,408	92,06
1,13	222,43	76,408	105,08

Berdasarkan data perhitungan produktifitas alat bor Furukawa 02 memiliki Kecepatan penetrasi yang tertinggi pada 222,43 ft/jam dengan Rpm 105,08 Sedangkan yang terendah adalah 80,70 ft/jam dengan Rpm 38,1

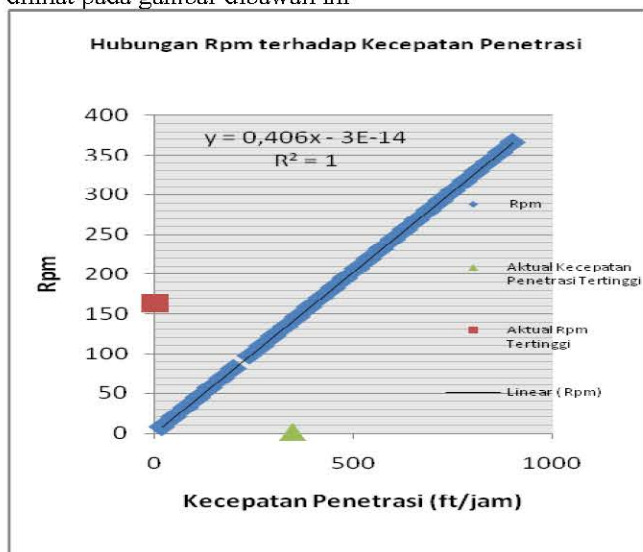
Tabel-8. Produktifitas Alat Bor Furukawa 03

P (m/menit)	P (ft/jam)	UCS Miller's (Mpa)	RPM
0,71	139,76	76,408	66,03
1,76	346,45	76,408	163,67
1,13	222,43	76,408	105,08
0,70	137,79	76,408	65,10

Berdasarkan data perhitungan produktifitas alat bor Furukawa 03 memiliki kecepatan Penetrasi yang tertinggi pada 346,45 ft/jam dengan Rpm 163,67. Sedangkan yang terendah adalah 137,79 ft/jam dengan Rpm 65,10.

Pengaruh Rpm Terhadap Kecepatan Penetrasi

Kecepatan penetrasi sangat berpengaruh terhadap kecepatan Rpm semakin tinggi kecepatan penetrasi maka semakin tinggi Rpm pada suatu alat bor. Berikut hubungan antara kecepatan penetrasi terhadap Rpm yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar-3. Grafik Hubungan Rpm terhadap Kecepatan

Berdasarkan grafik tersebut semakin tinggi kecepatan rpm yang didapat maka semakin tinggi kecepatan penetrasi yang diperoleh pada PT Pama Indo Mining kecepatan rpm tertinggi pada saat penelitian adalah 163,67 rpm dengan Kecepatan penetrasi tertinggi 346,45 ft/jam.

Quarry Production Plan dan Produktifitas Aktual

Quarry Production Plan adalah rencana target produksi batu gamping yang ingin dicapai pada tahun 2015 berikut adalah target Quarry Production Plan 2015 pada bulan Oktober – November yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel-9. Quarry Production Plan 2015

Bulan	Lokasi Limestone (Ton)		Lokasi Development (Ton)	
	Target	Aktual	Target	Aktual
Oktober	334.000	263.905	60.000	31.430
November	309.000	261.224	60.000	24.296
Jumlah	643.000	525.224	120.000	55.726

Berdasarkan tabel tersebut terlihat produktifitas batu gamping selalu tidak tercapai baik itu pada bulan Oktober maupun pada bulan November yaitu dengan jumlah 525.224 ton untuk lokasi *Limestone* sedangkan untuk lokasi *Development* hanya 55.726 ton hal ini sangat jauh dengan target pada bulan Oktober dan November yaitu untuk lokasi *Limestone* 643.000 ton dan 120.000 ton untuk lokasi *Development*.

Faktor ini disebabkan karena seringkali alat bor mengalami *Breakdown* sehingga target produksi yang diinginkan oleh perusahaan tidak tercapai.

Rekapitulasi Standby

Hal-hal yang termasuk dalam kriteria *standby* yang terdapat di perusahaan khususnya departemen *drill and blast* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel-10. Kriteria Standby

Kriteria Standby					
No	Kode	Keterangan	No	Kode	Keterangan
1	S1	Ganti Shift	10	S11	Tidak Ada Lokasi
2	S2	P2H	11	S12	Bersih-Bersih Unit
3	S3	Isi Fuel	12	S13	Tunggu Titik
4	S4	Tunggu Lokasi	13	S15	Internal Process
5	S6	Tunggu Blasting	14	U1	Hujan
6	S7	Rest Time	15	U2	Licin
7	S8	Tunggu Prepare Lokasi	16	U4	No Order
8	S9	No Operator	17	S5	Travel Lokasi
9	S10	Periksa Unit	18	S14	Travel Maintenance

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang didapatkan pada alat bor furukawa 02 dan furukawa 03 selama periode bulan Oktober dan November tahun 2015, Persentase *standby* dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel-11. Persentase *Standby* Furukawa 02

No	Kriteria standby		Jam	Persentase (%)
	Kode	Keterangan		
1	S1	Ganti Shift	52	20,63%
2	S2	P2H	26	10,31%
3	S3	Isi Fuel	11,5	4,56%
4	S4	Tunggu Lokasi	3	1,19%
5	S6	Tunggu Blasting	0	0%
6	S7	Rest Time	52	20,63%
7	S8	Tunggu Prepare Lokasi	0	0%
8	S9	No Operator	0	0%
9	S10	Periksa Unit	0	0%
10	S11	Tidak Ada Lokasi	14	5,55%
11	S12	Bersih-Bersih Unit	23	9,12%
12	S13	Tunggu Titik	3	1,19%
13	S15	Internal Process	0	0%
14	U1	Hujan	2	0,79%
15	U2	Licin	0	0%
16	U4	No Order	0	0%
17	S5	Travel Lokasi	13	5,15%
18	S14	Travel Maintenance	52,5	20,83%

Tabel-12. Persentase *Standby* Furukawa 03

No	Kriteria standby		Jam	Persentase (%)
	Kode	Keterangan		
1	S1	Ganti Shift	52	27,08%
2	S2	P2H	27	14,06%
3	S3	Isi Fuel	10	5,20%
4	S4	Tunggu Lokasi	3	1,56%
5	S6	Tunggu Blasting	0	0%
6	S7	Rest Time	51	26,56%
7	S8	Tunggu Prepare Lokasi	0	0%
8	S9	No Operator	0	0%
9	S10	Periksa Unit	0	0%
10	S11	Tidak Ada Lokasi	5	2,60%
11	S12	Bersih-Bersih Unit	9	4,68%
12	S13	Tunggu Titik	3	1,56%
13	S15	Internal Process	0	0%
14	U1	Hujan	2	1,04%
15	U2	Licin	0	0%
16	U4	No Order	0	0%
17	S5	Travel Lokasi	13	6,77%
18	S14	Travel Maintenance	17	8,85%

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang dilakukan, didapatkan bahwa unit mengalami masalah *standby* pada alat bor furukawa 02 adalah yang terbesar pada saat *Travel Maintenance* (20,83%) hal ini disebabkan karena alat sering mengalami kerusakan sehingga alat bor harus dilakukan perbaikan dan jika alat mengalami kerusakan pada *sparepart* yang vital maka perbaikan akan membutuhkan waktu yang cukup lama dan jika *sparepart* kosong maka harus menunggu pemesanan terlebih dahulu. Sedangkan untuk persentase yang terendah hujan (0,79%)

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang dilakukan, didapatkan bahwa unit mengalami masalah *standby* pada alat bor furukawa 03 yang terbesar Ganti Shift (27,08%) hal ini disebabkan pergantian shift 1 ke *shift* 2 yang cukup memakan waktu yang lama, pergantian dilakukan dari pukul 15.00 WITA, dan berakhir pada pukul 23.00 WITA proses tersebut yang membuat tingginya persentase *standby* karena pada saat pergantian *shift* sarana transportasi pegawai yang cukup lama pada saat pengambilan karyawan dan persiapan karyawan ke lokasi *pit*. Sedangkan untuk yang terendah Hujan yaitu (1,04%)

Rekapitulasi Breakdown

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang didapatkan pada alat bor furukawa 02 dan furukawa 03 selama periode bulan Oktober dan November tahun 2015. Persentase *breakdown* alat bor furukawa 02 dan 03 dapat dilihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel-13. Persentase *Breakdown* Furukawa 02

Furukawa 02 Oktober-November		
No	Kriteria Breakdown	Persentase %
1	Can't Start	3,15%
2	Engine Low Power	19,69%
3	Lampu Kerja Mati	0%
4	Ganti Rakor, Bracket fuel filter lepas, regulator valve patah, bushing root aus, dll	13,39%
5	Ganti fuel pump, fuel limit	3,15%
6	Ganti bit, bit aus	10,24%
7	Penambahan Oil Hydraulic	2,36%
8	Gasket water pump bocor	0%
9	PS 01, PS 02, PS 03	0%
10	Oil Compressor Low	0%
11	Perbaikan dinamo Starter, battery low charge, permasalahan starter	3,94%
12	Kabel radio putus	0%
13	Cranchop abnormal	0%
14	AC panas	4,72%
15	Perbaikan mekanik, Schedule flushing fuel	1,57%
16	Jack dan track Bermasalah	0%
17	Penutup dust collector lepas, bit buntu, dek collector buntu	0%
18	Rotary head tidak berputar permasalahan pada rotary head dan mast	9,45%
19	Drill pipe sensor lepas	0%
20	Repair autolube, penambahan grease	0%
21	Oil engine low	13,39%
22	Sub bit jamed tidak mau dilepas	0%
23	Kebocoran hose hydraulic, permasalahan kebocoran pada unit	14,96%
24	Oil Rotary head low	0%
25	Replace injector engine	0%
26	Fire Suspresion Low	0%

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang dilakukan, didapatkan bahwa unit mengalami masalah *breakdown* pada furukawa 02 yang terbesar yaitu pada masalah *Engine Low Power* sebesar (19,69%). *Engine Low Power* adalah mesin kehilangan tenaga baik pada saat pemboran maupun penetrasi pemboran sehingga kecepatan pemboran berkurang dan mesin akan cepat panas yang bisa mengakibatkan kerusakan pada mesin bor

Tabel-14. Persentase *Breakdown* Furukawa 03

Furukawa 03 Oktober- November		
No	Kriteria Breakdown	Persentase %
1	Can't Start	3,85%
2	Engine Low Power	19,23%
3	Lampu Kerja Mati	0%
4	Ganti Rakor, Bracket fuel filter lepas, regulator valve patah, bushing root aus, dll	9,62%
5	Ganti fuel pump, fuel limit	3,85%
6	Ganti bit, bit aus	28,85%
7	Penambahan Oil Hydraulic	9,62%
8	Gasket water pump bocor	0%
9	PS 01, PS 02, PS 03	0%
10	Oil Compressor Low	0%
11	Perbaikan dinamo Starter, battery low charge, permasalahan starter	3,85%
12	Kabel radio putus	0%
13	Cranchop abnormal	0%
14	AC panas	9,62%
15	Perbaikan mekanik, Schedule flushing fuel	3,85%
16	Jack dan track Bermasalah	0%
17	Penutup dust collector lepas, bit buntu, dek collector buntu	0%
18	Rotary head tidak berputar permasalahan pada rotary head dan mast	0%
19	Drill pipe sensor lepas	0%
20	Repair autolube, penambahan grease	0%
21	Oil engine low	3,85%
22	Sub bit jamed tidak mau dilepas	0%
23	Kebocoran hose hydraulic, permasalahan kebocoran pada unit	3,85%
24	Oil Rotary head low	0%
25	Replace injector engine	0%
26	Fire Suspresion Low	0%

Berdasarkan hasil rekapitulasi yang dilakukan, didapatkan bahwa unit mengalami *breakdown* pada furukawa 03 yang terbesar yaitu pada masalah Ganti *bit*, *bit* aus sebesar (28,85%) dikarenakan *bit* cepat tumpul karena material yang cukup keras.

Rencana Pemboran di Pit Limestone dan Development

1. Kebutuhan Alat

Pada saat ini, alat yang sering digunakan dalam penyediaan pemboran lubang ledak di Pit Limestone yang meliputi Pensil, Jalan lama, Bukit 3b Kiri Atas, Bukit 2 Puncak, Bukit 3b Kanan, Disposol, dan *Development* adalah 2 unit alat bor dengan nomer unit Furukawa 02 dan furukawa 03. Berdasarkan hasil perhitungan target produksi yang akan dibongkar pada lokasi tersebut pada tahun 2015 sebesar 3.191.000 ton, maka jumlah alat bor yang diperlukan untuk mencapai target produksi *Limestone* tersebut dengan menggunakan 2 alat bor dengan jam kerja untuk masing-masing alat bor selama 6 jam/hari.

2. Jumlah Lubang Bor

Penentuan berdasarkan geometri pemboran menunjukkan jumlah lubang bor yang harus dibuat untuk memenuhi rencana target produksi *Limestone* pada tahun 2015 di lokasi pit *Limestone* dan *Development*. Dari hasil perhitungan berdasarkan geometri pemboran rencana menunjukkan jumlah lubang bor yang harus dibuat adalah

sebanyak 47 lubang/hari dengan total kedalaman lubang yang dibor sedalam 72 meter/jam.

Pembahasan

Pembahasan merupakan uraian tentang penyelesaian dari permasalahan yang didapat dari hasil pengolahan data.

Pengaruh Kondisi Lapangan Terhadap Produktifitas Alat Bor

Penyiapan lokasi meliputi mendorong tumpukan material dan meratakan tanah yang akan dibor, membuat tanggul, melandaikan lereng yang berdekatan dengan lokasi dan kemudian setelah dilakukan pemboran maka perlu membuat jalan masuk serta akses untuk unit bor.

Pada pengamatan di lapangan tidak semua persiapan tersebut dilakukan dengan baik seperti kondisi tanah yang belum rata. Hal ini akan mempersulit operator dalam melakukan pemboran yang mana akan berpengaruh langsung terhadap waktu siklus pemboran yang dapat akan berdampak pada produktifitas alat bor. Lokasi pemboran yang miring atau tidak rata akan mengakibatkan waktu siklus pengeboran akan lebih lama karena banyaknya waktu pengeboran yang hilang terutama ketika alat bor akan melakukan manuver yang ditunjukkan dengan perebahan menara alat bor dan *leveling* alat bor.

Pencapaian Produktifitas Penyediaan Lubang ledak

Produktifitas alat bor selain dinyatakan dalam berapa massa batuan yang dapat dibongkar dalam satuan waktu, juga dapat dinyatakan dalam berapa lubang bor yang dapat dibor oleh 1 unit alat bor dalam 1 jamnya.

Dari hasil data yang didapatkan, sebenarnya alat bor tipe Furukawa 02 dan Furukawa 03 dalam 1 jam bisa membuat lubang bor masing masing berkisar 3 - 4 lubang/jam dengan kedalaman lubang bor 9 meter, pada saat alat bor dalam keadaan *Top Performance*. Namun hal ini tidak dilakukan jika alat dalam kondisi *over heat* kemampuan *rate of penetration* alat bor akan menurun drastis sehingga menyebabkan produktifitas alat menurun. Untuk mencapai target lubang yang semestinya 8 lubang per jam untuk 2 alat maka diperlukan perbaikan efisiensi kerja menjadi 60 % dari sebelumnya yaitu 51% yang hanya mendapatkan masing masing alat bor 3 lubang ledak. Dengan efisiensi tersebut maka target penyediaan lubang ledak akan tercapai untuk melakukan perbaikan efisiensi kerja maka yang harus dilakukan adalah mengurangi waktu *stanby* dari sebelumnya 6 jam menjadi 4 jam.

Tabel-15. Pencapaian Produktifitas Alat Bor

No	Alat bor	Kecepatan Penetrasi (meter/menit)	Rpm	P (ft/jam)
1	Furukawa 02	0,90	83,69	177,16
2	Furukawa 03	1,075	99,96	211,61

Berdasarkan tabel pencapaian produktifitas Alat Bor terlihat bahwa produktifitas Alat Bor furukawa 03 lebih produktif yaitu 211,61 ft/ jam sedangkan untuk furukawa 02 hanya 177,16 ft/ jam. Perbandingan tersebut sangat jauh bila dibandingkan produktifitas alat bor furukawa 03 yang lebih baik dalam segi produktifitas alat bor. Hal ini disebabkan alat bor furukawa 02 sering mengalami kerusakan atau *Breakdown*.

Pencapaian Kedalaman Per Lubang Ledak

Target kedalaman lubang ledak pada PT Pama indo mining adalah 72 meter/ jam dengan kedalaman 9 meter per lubang tetapi pada kenyataan dilapangan pada saat *sounding* atau pengukuran kedalaman didapatkan berkisar 8,5 meter yang berarti kurang setengah meter dari target yang sudah ditentukan. yang menyebabkan hal tersebut terjadi adalah pada saat pemboran batang bor yang seharusnya berhenti didalam lubang bor untuk mengeluarkan cutting pemboran hal tersebut tidak dilakukan sehingga material cutting bor masih terdapat pada lubang bor tersebut. Untuk mencapai target kedalaman per lubang ledak yang harus dilakukan adalah pada saat pemboran batang bor harus ditiadakan beberapa detik untuk mengeluarkan hasil *cutting* pemboran yang berada didalam lubang ledak sehingga pada saat *sounding* atau pengukuran kedalaman lubang ledak didapatkan sesuai dengan target kedalaman yang sudah di tentukan oleh perusahaan.

Evaluasi Terhadap Efektifitas dan Produktifitas Alat Bor

Berdasarkan hasil rekapitulasi data *standby* di tahun 2015, *Effective Utilization* alat bor yang dimiliki perusahaan tipe Furukawa 02 adalah 42,65%. Yang menyebabkan utilitas rendah diantaranya adalah *Travel Maintenance* alat bor yang sering mengalami kerusakan sehingga perlu dilakukan perbaikan yang cukup memakan waktu yang lama. Sedangkan *Effective Utilization* alat bor untuk Furukawa 03 yaitu 59,395%.

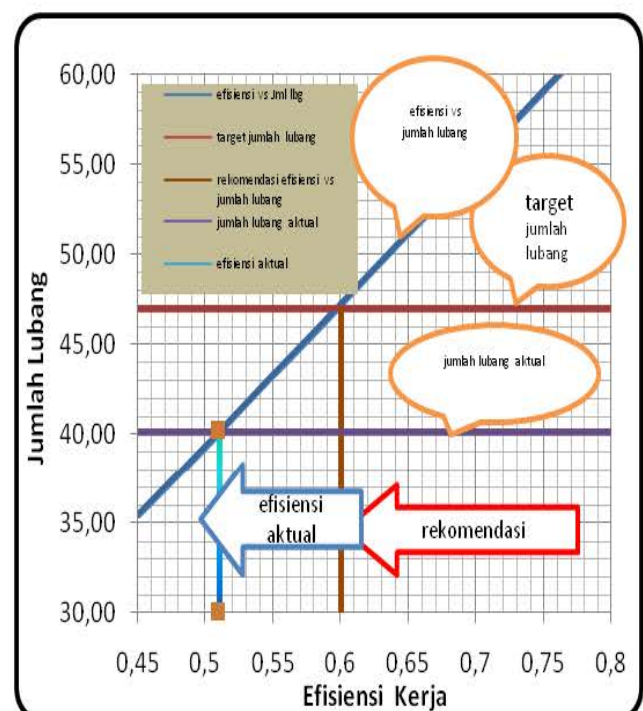
Yang menyebabkan utilitas rendah diantaranya adalah pergantian shift 1 ke *shif* 2 yang cukup memakan waktu yang lama, antara 45 menit sampai dengan 1 jam, proses tersebut yang membuat tingginya persentase *stanby* karena pada saat pergantian *shift* sarana transportasi pegawai yang cukup lama pada saat pengambilan karyawan dan persiapan karyawan ke lokasi *pit*.

Sedangkan untuk hasil rekapitulasi data *breakdown* di tahun 2015, unit bor mengalami *breakdown* paling besar yaitu pada masalah *Engine Low Power* pada unit furukawa 02 (19,69%) sedangkan untuk furukawa 03 masalah pergantian *bit* (28,85%). Unit yang mengalami masalah *Engine Low Power* akan menyebabkan menurunnya kinerja alat bor itu sendiri dan akan mempengaruhi produktifitas unit. Selain menyebabkan menurunnya kinerja unit, *Engine Low Power* menyebabkan traveling unit ke *work shop* untuk dilakukan perbaikan yang tentunya memakan waktu yang cukup lama. Selain masalah *Engine Low Power* pergantian *bit* pada alat bor sering terjadi karena material *limestone* yang cukup keras sehingga perlu dilakukan pergantian dan jika tidak dilakukan maka *bit* akan cepat aus yang menyebabkan akan tumpul dan mengurangi kecepatan dan produktifitas alat bor. Dari hasil wawancara dengan beberapa operator menyebutkan bahwa masalah *Engine Low Power* pada unit bor ini dikarenakan umur unit alat bor yang sudah cukup tua sehingga perlu dilakukan peremajaan unit atau perlu penambahan unit alat bor yang baru mengingat material yang di bor adalah material *limestone* yang mempunyai kekerasan 3.0 dalam skala *MOHS*. Selain itu, *maintenance* (perawatan) yang memadai. pada unit harus terus dijaga agar alat berada dalam keadaan *Top Performance*. Oleh sebab itu, dengan mengetahui masalah yang sering terjadi pada unit,

diharapkan perusahaan lebih melakukan pengawasan terhadap kondisi alat bornya dengan sering melakukan perawatan secara berkala.

Analisa Jumlah Alat Bor di Pit *Limestone* dan *Development* Tahun 2016

Berdasarkan hasil perhitungan mengenai jumlah alat yang semestinya digunakan di *pit Limestone* dan *Development* tahun 2016 dapat diketahui bahwa untuk membongkar material cukup 2 unit alat bor untuk digunakan pada lokasi tersebut dengan jumlah jam kerja efektif untuk masing-masing unit selama 6 jam/hari dari estimasi jumlah jam kerja efektif rata-rata unit pada tahun 2015 dimana berdasarkan perhitungan unit bor bekerja dalam sehari hanya 6 jam. Dengan meningkatkan efisiensi alat bor menjadi 60% maka target lubang bor per hari akan tercapai yaitu 47 lubang/hari. Berikut rekomendasi efisiensi alat bor yang dapat dilihat pada Gambar-4.



Gambar-4. Grafik Simulasi Efisiensi Kerja Alat Bor Terhadap Produktifitas Lubang Per hari

KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil pengamatan adalah sebagai berikut :

1. Untuk mencapai target lubang ledak yang semestinya 8 lubang per jam untuk 2 alat maka diperlukan perbaikan efisiensi kerja menjadi 60 % dari sebelumnya yaitu 51% dengan mengurangi waktu *stanby* dari sebelumnya 6 jam menjadi 4 jam.
2. Untuk mencapai target kedalaman per lubang ledak yang harus dilakukan adalah pada saat pemboran batang bor harus ditiadakan beberapa detik untuk mengeluarkan hasil *cutting* pemboran yang berada didalam lubang ledak sehingga pada saat *sounding* atau pengukuran kedalaman lubang ledak didapatkan sesuai dengan target kedalaman yang sudah di tentukan oleh perusahaan
3. Evaluasi produktifitas dan efektifitas kerja alat bor yang di dapat adalah Masalah kerusakan *Engine Low Power* pada unit alat bor furukawa 02 19,69% travel

maintenance 20,83%. Sedangkan untuk furukawa 03 pergantian *bit* 28,85% serta pergantian *Shift* 27,08%.

4. Jumlah alat bor yang diperlukan untuk mencapai target produksi *Limestone* tahun 2016 adalah sebanyak 2 unit dengan efisiensi alat bor 60 % dengan jumlah lubang yang harus dibor sebanyak 16.620 lubang/tahun dengan kedalaman 72 meter/jam.

Adapun untuk saran yang saya berikan untuk penelitan yang akan datang yang ingin meneliti penelitian pemboran sebaiknya ambillah data sebanyak mungkin tentang alat bor baik itu mengenai data pemboran maupun dari segi batuan yang akan dibor baik itu dari aspek kekerasan batuan maupun dari kecepatan *flushing* dan *cutting* pemboran sehingga dapat memberikan suatu pengetahuan yang luas dan menambah wawasan pengetahuan tentang pengeboran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada Allah SWT dan kedua orang tua saya sehingga dapat menyelesaikan artikel ini, dan saya ucapkan terima kasih kepada kakak saya yang selama ini membiayai kuliah saya dari awal kuliah dan alhamdulillah dapat menyelesaikan program studi teknik pertambangan. Terima kasih saya ucapkan untuk pembimbing saya bapak Agus triantoro dan bapak Riswan yang sudah membimbing selama ini beserta seluruh dosen Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat, dan terakhir untuk teman teman seperjuangan tetap semangat dan pantang menyerah insyallah ada jalan untuk meraih kesuksesan yang sudah di cita-citakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bauer and Calder., 1967, *Surface Mining*. The Society for Mining Metallurgy and Exploration. Hal : 530.
- [2] Gokhale, B.V., 2010, *Rotary Drilling and Blasting in Large Surface Mines*. CRC Press. New York. Hal : 16.
- [3] Koesnaryo, S., 2001, *Pemboran untuk Penyediaan Lubang Ledak*, Fakultas Teknologi Mineral – Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta. Hal : 14 - 21.
- [4] Kurniawan, L., 2004, *Modul Perkuliahan Teknik Peledakan*. Banjarbaru : Teknik Pertambangan Universitas Lambung Mangkurat. Hal : 33.
- [5] Suwandi, Awang., 2009. *Modul 1 Pengetahuan Dasar bahan Peledak, Pendidikan Dan Pelatihan Juru Ledak Penambangan Bahan Galian*. Bandung : Departemen Energi Dan Sumberdaya Mineral R.I. Badan Pendidikan Dan Pelatihan Energi Dan Sumberdaya Mineral Pusdiklat Teknologi Mineral Dan Batubara. Hal : 6