

ANALISIS GEOMETRI PELEDAKAN UNTUK PEMBONGKARAN LAPISAN OVERBURDEN GUNA MENDUKUNG DIGGING TIME PC 3000 DI PIT TIMUR PT. ANUGERAH LUMBUNG ENERGI KABUPATEN TANAH LAUT PROVINSI KALIMANTAN SELATAN

Nalom D.Marpaung¹⁾, Melva Elvrida Pangaribuan²⁾ dan Muhammad Muaz³⁾

^{1),3)}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral
Institut Sains dan Teknologi TD Pardede, Jl. DR.TD.Pardede No.8, Medan 20153

²⁾Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi TD Pardede,
Jl. DR.TD.Pardede No.8, Medan 20153 Sumatera Utara

ABSTRAK

PT. Anugerah Lumbung Energi melakukan Peledakan sebagai proses pemberaian batuan dalam volume yang besar agar massa batuan mudah digali dan diangkut. Salah satu faktor yang paling mempengaruhi keberhasilan peledakan adalah geometri peledakan, yang akan mempengaruhi ukuran fragmentasi. Untuk meminimalisir dan memudahkan waktu *Digging Time PC 3000*.

Pemboran lubang ledak menggunakan alat bor sandvik tipe D 245 S dengan rata rata kedalam lubang 6,69 meter dengan diameter 7,875 inchi, spasi 5,2 meter, burden,4,7 meter, tinggi jenjang 6,69 meter, panjang kolom isian 2,47 meter, stemming 4,17 meter, adapun bahan peledak yang di gunakan ialah ANFO (amonium nitrat + Pure Oil) dengan pola peledakan pola *box cut*, sedangkan pola penyalaan yang dipakai adalah *hole by hole* menggunakan *surface delay* detonator 42 ms, 67 ms, 3000 ms, dan *inhole* detonator 500 ms serta 6000 ms. sistem rangkaian menggunakan sistem non elektrik (nonel) dengan pemicu awal peledakan berupa elektrik detonator yang disambungkan ke *blasting machine* menggunakan *lead wire*

Dari hasil aktual di lapangan memberikan nilai rata-rata peledakan secara teoritis menggunakan perhitungan Kuz-Ram, hasil fragmentasi tidak memberikan hasil yang seperti diinginkan yaitu persentase lolos diperoleh untuk ukuran > 200 cm sebanyak 71,76%, sementara fragmentasi tertahan dengan ukuran > 200 cm sebanyak 23,93%. Dari hasil perhitungan digging time menurut geometri usulan R.L.Ash adalah sebesar 7.7 detik.

Kata Kunci : Overburden, Geometri Peledakan, ANFO, Fragmentasi

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam industri pertambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras sehingga tidak dapat digali secara langsung, karena berpengaruh pada produktifitas alat gali muat tersebut.

Permasalahan yang dialami dalam kegiatan peledakan adalah adanya fragmentasi hasil peledakan yang bongkahan materialnya terlalu besar dari harapan,

sehingga mengganggu kinerja waktu gali (*digging time*) PC 3000 dalam melakukan kegiatan pemuatan hasil peledakan. Akibatnya waktu gali (*digging time*) dari alat muat PC 3000 tidak tercapai.

Maka perlu diadakan suatu upaya untuk melakukan perancangan ulang geometri peledakan, dengan tujuan mendapatkan fragmentasi batuan yang baik, guna mendukung waktu gali (*digging time*) optimal alat gali PC 3000.

1.2. Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian :

1. Menganalisa distribusi fragmentasi hasil peledakan
2. Menganalisa Geometri Peledakan untuk mendapatkan fragmentasi terhadap digging time alat gali muat Power Shovel PC 3000.

Tujuan penelitian :

Menetapkan Geometri Peledakan untuk mendapatkan fragmentasi hasil peledakan guna mendukung *digging time* secara optimal dan produktivitas alat gali muat Power Shovel PC 3000.

1.3. Identifikasi Masalah

1. Pengaruh kekerasan batuan terhadap *powder factor* peledakan yang harus digunakan
2. Pengaruh fragmentasi peledakan terhadap kapasitas bucket yang digunakan

1.4. Rumusan Masalah

1. Bagaimana rancangan geometri peledakan untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang sesuai guna mendukung *digging time* pc 3000 secara optimal?

1.5. Batasan Masalah

1. Penelitian ini hanya terbatas pada analisis teknis peledakan untuk memperoleh fragmentasi yang sesuai untuk mengoptimalkan nilai digging time alat gali muat.
2. Penelitian ini memprediksi ukuran fragmentasi dengan bantuan pendekatan metode teoritis (model Kuz-Ram) .
3. Geometri peledakan teoritis yang digunakan adalah R.L Ash.

1.6. Metode Penelitian.

• data primer

1. Data Produktifitas alat gali muat
2. Data digging time alat gali muat

3. Data Metode, Geometri peledakan

dan bahan peledak yang digunakan

4. Data Fragmentasi hasil peledakan, dan foto fragmentasi hasil peledakan

5. Data Volume setiap melakukan peledakan

• Data Sekunder

1. Peta Lokasi perusahaan

2. Peta wilayah IUP

3. Peralatan-peralatan yang digunakan

4. Spesifikasi bahan peledak

5. Spesifikasi alat muat

BAB II TINJAUAN UMUM

2.1 Sejarah Perusahaan

PT Anugerah Lumbung Energi, site Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Lokasi penelitian termasuk pada wilayah Cekungan Asam-asam. Stratigrafi Cekungan Asam-asam dari yang tertua hingga yang termuda meliputi Formasi Tanjung, Formasi Berai, Formasi Warukin, Formasi Dahor.

Formasi-formasi ini berumur Eosen sampai

Pliosen. Karakteristik batuan penyusun

Cekungan Asam – asam ini antara lain :

- a) Formasi Tanjung (Tet) Formasi tertua, berumur Eosen, yang diendapkan pada lingkungan paralis hingga neritik dengan ketebalan 900-1100 m, terdiri dari atas ke bawah berupa batulumpur, batulanau, batupasir, sisipan batubara. Formasi ini terendapkan tidak selaras di atas batuan pra-tercier (Darlan dkk., 1999).
- b) Formasi Berai (Tomb) Formasi ini terdiri dari batugamping berwarna putih kelabu, berlapis baik dengan ketebalan 20 sampai 200 cm, setempat kaya akan koral, foraminifera dan ganggang, bersisipan napal berwarna kelabu muda, tebal lapisan 10-15 cm, memiliki komposisi foraminifera planktonik.

Selain itu terdapat batulempung berwarna kelabu setempat terserpihkan dengan ketebalan 25 sampai 75 cm. Formasi ini terendapkan dalam lingkungan neritik dan ketebalan formasi lebih kurang 1000 m (Sikumbang dan Heryanto, 1994) c) Formasi Warukin (Tmw) Formasi ini terdiri dari perselingan batupasir kuarsa tebal 5-30 cm berukuran halus sampai kasar setempat konglomeratan, dengan batulempung tebal 3-100 cm. Terdapat sisipan batulempung pasir dan batubara tebal 20-50 cm yang terendapkan dalam lingkungan paralik. Ketebalan total formasi diperkirakan mencapai 1250 m. Umur nisbi akhir Miosen Awal-Miosen Tengah (Sikumbang dan Heryanto, 1994) d) Formasi Dahor (TQd) Formasi ini terdiri dari batupasir kuarsa kurang kompak, konglomerat dan batulempung lunak, dengan sisipan lignite setebal 5-10 cm dan limonite.

BAB III DASAR TEORI

3.1 Kegiatan Peledakan

Peledakan merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam suatu kegiatan penambangan. Peledakan memiliki tujuan untuk membongkar batuan dari suatu massa batuan induknya ke dalam ukuran – ukuran yang dikehendaki untuk mempermudah proses penggalian batuan hasil peledakan. Menurut Koesnaryo (2001), Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila :

- Target produksi terpenuhi (dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan).
- Penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah bahan peledak per volume batuan yang berhasil dibongkar (disebut *powder factor*).
- Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15 % dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan).

- Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan).
- Aman.
- Dampak terhadap lingkungan (*flyrock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu) minimal.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kegiatan Pemboran

Kegiatan pemboran dilakukan setiap hari dengan jumlah rata rata lubang bor yang siap untuk diledakan yaitu 50 lubang. Kegiatan pengeboran dilakukan jam 8 pagi sampai dengan jam 11 . Kegiatan pemboran menggunakan alat bor sandvik tipe D 245 S dengan diameter bit 7,875 inchi atau 200 mm, dan menggunakan metode pemboran yang sumber tenaganya menggunakan udara.



sumber: PT. Anugrah Lumbung Energi

Gambar 4.1 Alat Bor Sandvik D245S

Kemiringan pemboran yang diterapkan dilapangan pada penambangan PT. Anugrah Lumbung Energi untuk pembongkaran lapisan *Overburden* adalah pemboran vertikal terhadap bidang horizontal dengan kedalaman lubang rata –rata 6,69 meter.

4.1.1. Pola Pemboran dan Peledakan

Pola pemboran yang diterapkan adalah pola zigzag . Pola zigzag (*staggered pattern*), distribusi energi peledakan yang

dihasilkan dapat bekerja lebih optimal. Pola peledakan yang digunakan adalah pola *box cut*, sedangkan pola penyalan yang dipakai adalah *hole by hole* menggunakan *surface delay* detonator 42 ms, 67 ms, 3000 ms, dan *inhole* detonator 500 ms serta 6000 ms. sistem rangkaian menggunakan sistem non elektrik (nonel) dengan pemicu awal peledakan berupa elektrik detonator yang disambungkan ke *blasting machine* menggunakan *lead wire*. Jika lubang ledak dalam jumlah banyak , maka proses peledakannya menggunakan *delay* 3000 ms dan 6000 ms untuk meminimalisir dampak peledakan berupa getaran yang dihasilkan pada peledakan tersebut. Penentuan rangkaian ini didasarkan pada arah gelombang hasil peledakan tersebut

4.1.2. Geometri Peledakan

Data geometri peledakan	Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7	rata rata	satuan
Burden	6.27	6.64	6.49	6.26	6.38	6.23	6.30	6.37	m
Spasi	7.07	6.83	7.07	7.13	7.12	7.03	6.90	7.02	m
Stemming	4.05	3.70	3.83	3.99	4.28	4.66	4.68	4.17	m
Sub drilling	0.00								m
tinggi jenjang	6.73	7.03	6.09	6.54	6.62	7.00	6.79	6.69	m
kedalaman lubang ledak	6.73	7.03	6.09	6.54	6.62	7.00	6.79	6.69	m
diameter lubang ledak	7.9								inchi
panjang kolom isian	2.68	3.32	1.95	2.55	2.34	2.34	2.11	2.47	m
jumlah Lubang	50	60	45	50	60	50	60	-	Lubang
jumlah bahan peledak	2250	3000	2250	2250	2700	2500	3000	-	kg
Powder Factor	0.15	0.16	0.18	0.15	0.15	0.16	0.17	0.16	kg/ton
Volume batuan terbongkar (°)	14917	19129	12575	14595	18043	15329	17710	-	m³
Anfo/Lubang	45 Kg	50 Kg	50 Kg	45 Kg	45 kg	50 kg	50 Kg	-	Kg

4.1.3. Pengisian Bahan Peledak

Pengisian bahan peledak kedalam lubang ledak dilakukan menggunakan *Mobile Mixing Unit* (MMU) ke lubang tembak menggunakan auger yang bergerak swing. Cara pengisian bahan peledak dibantu menggunakan *hose*, untuk lubang ledak kering *hose* diarahkan langsung kelubang tembak, kemudian pengisian jumlah bahan peledak kelubang ledak diatur sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan.

Sementara untuk lubang ledak basah digunakan plastik *liner* dengan bagian ujung terikat, dimana bahan peledak ANFO dan *catrige emulsion* serta *inhole detonator* dimasukan kedalam plastik *liner* tersebut. Kemudian ujung atas plastik diikat apabila plastik sudah terisi bahan peledak dengan jumlah yang telah ditentukan. Kemudian plastik ditekan dengan *stick* agar plastik isian tersebut bisa mencapai dasar lubang ledak. Setelah plastik yang berisi ANFO tersebut mencapai dasar lubang ledak lalu lubang ledak diisi dengan *stemming*

4.1.4. Distribusi Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

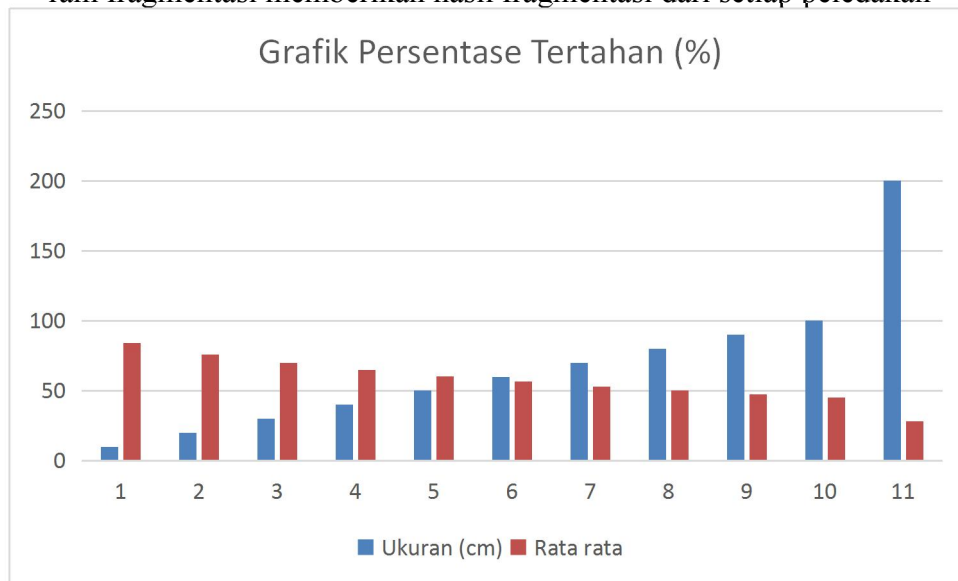
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Fragmentasi Dengan Metode Kuzram (Tertahan)

No	Ukuran (cm)	Persentase tertahan (%)							Rata rata
		Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7	
1	10	85,3	85,98	81,68	84,62	84,06	83,53	82,45	83,95
2	20	76,81	77,5	73,97	76,37	76,22	75,42	74,85	75,88
3	30	70,13	70,73	68,34	69,99	70,27	69,28	69,25	69,71
4	40	64,54	65,03	63,82	64,7	65,39	64,25	64,73	64,64
5	50	59,72	60,08	60,02	60,16	61,23	59,98	60,92	60,3
6	60	55,49	55,73	56,72	56,19	57,59	56,25	57,6	56,51
7	70	51,73	51,85	53,82	52,67	54,36	52,94	54,68	53,15
8	80	48,35	48,36	51,23	49,5	51,45	49,98	52,05	50,13
9	90	45,29	45,19	48,88	46,63	48,82	47,3	49,68	47,4
10	100	42,51	42,32	46,74	44,02	46,42	44,86	47,52	44,91
11	200	24,18	23,41	32,21	26,57	30,1	28,45	32,73	28,24

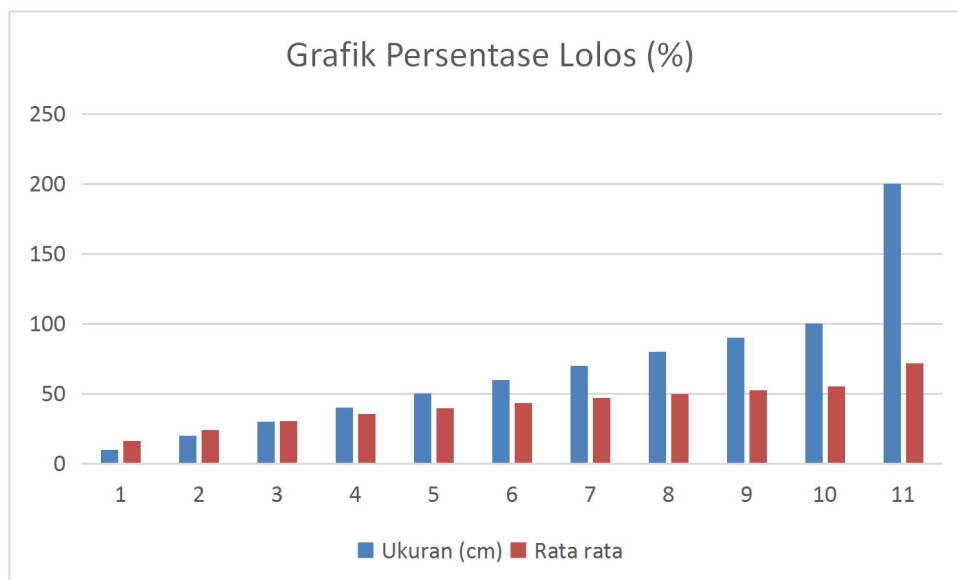
Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Fragmentasi Dengan Metode Kuzram (Lolos)

No	Ukuran (cm)	Persentase lolos (%)							Rata rata
		Hari ke 1	Hari ke 2	Hari ke 3	Hari ke 4	Hari ke 5	Hari ke 6	Hari ke 7	
1	10	14,7	14,02	18,32	15,38	15,94	16,47	17,55	16,05
2	20	23,19	22,5	26,03	23,63	23,78	24,58	25,15	24,12
3	30	29,87	29,27	31,66	30,01	29,73	30,72	30,75	30,29
4	40	35,46	34,97	36,18	35,3	34,61	35,75	35,27	35,36
5	50	40,28	39,92	39,98	39,84	38,77	40,02	39,08	39,7
6	60	44,51	44,27	43,28	43,81	42,41	43,75	42,4	43,49
7	70	48,27	48,15	46,18	47,33	45,64	47,06	45,32	46,85
8	80	51,65	51,64	48,77	50,5	48,55	50,02	47,95	49,87
9	90	54,71	54,81	51,12	53,37	51,18	52,7	50,32	52,6
10	100	57,49	57,68	53,26	55,98	53,58	55,14	52,48	55,09
11	200	75,82	76,59	67,79	73,43	69,9	71,55	67,27	71,76

Hasil distribusi fragmentsi batuan teoritis dari perhitungan menggunakan metode kuz-ram fragmentasi memberikan hasil fragmentasi dari setiap peledakan



Gambar 4.2. Grafik Persentase Tertahan



Gambar 4.3. Grafik Persentase Lolos

dengan rata-rata presentase lolos dengan ukuran < mess 200 71,76%, dan tertahan dengan ukuran > 200 mess 23,93%. Dari hasil tersebut fragmentasi yang dihasilkan dikatakan belum mencapai target yang diinginkan perusahaan yaitu 15% tertahan dan 85% lolos dengan ukuran mess 200 . Dari tabel perhitungan fragmentasi dengan metode Kuz-Ram yang lebih signifikan mendekati target fragmentasi yang tertahan adalah peledakan pada hari ke 2 yaitu 23,41 %, sedangkan fragmentasi tertahan yang nilai persentasenya paling tinggi adalah pada peledakan pada hari ke 7 yaitu 32,73%.

4.1.10. Cycle time rata rata hydraulic loading excavator Pc 3000**Tabel 4.4.** Cycle time rata rata hydraulic loading excavator Pc 3000

no	tgl	digging	swing isi	dumping	swing kosong	cycle time
1	hari ke 1	12,54	8,95	3,1	9,74	34,33
2	hari ke 2	12,49	4,75	3,6	7,86	28,70
3	hari ke 3	12,42	8,75	3,85	8,71	33,73
4	hari ke 4	12,36	7,5	2,93	5,93	28,72
5	hari ke 5	12,94	4,75	3,16	7,86	28,71
6	hari ke 6	12,13	7,36	2,93	7,24	29,66
7	hari ke 7	12,19	4,1	2,98	5,28	24,55
	rata rata	12,44	6,59	3,22	7,52	29,77

Berdasarkan perhitungan geometri rata rata aktual dilapangan di Pit Timur untuk Cycle time rata ratanya adalah sebesar 29,77 detik. Dan Cycle time terendah pada hari ke 7 sebesar 24,55 detik sedangkan Cycle time tertinggi sebesar 33,73 detik pada hari ke 3.

4.1.11. Digging time rata rata hydraulic loading excavator Pc 3000

Berdasarkan analisa dari tabel distribusi fragmentasi ,diperoleh bahwa powder factor memiliki pengaruh terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan. Dari tabel dibawah tersebut bisa diketahui bahwa semakin besar nilai *powder factor* maka bahan peledak yang dipakai juga semakin banyak. namun berdampak pada fragmentasi. Sehingga dapat memudahkan *hydraulic loading excavator pc 3000* dalam melakukan penggalian (*digging*). Semakin rendah nilai digging time maka akan meningkatkan produktivitas alat gali pc 3000. (Lampiran E).

Tabel 4.5. Digging time rata rata hydraulic loading excavator Pc 3000

no	tgl	Digging (detik)
1	hari ke 1	12,54
2	hari ke 2	12,49
3	hari ke 3	12,42
4	hari ke 4	12,36
5	hari ke 5	12,94
6	hari ke 6	12,13
7	hari ke 7	12,19
	rata rata	12,44

4.2. Pembahasan**4.2.1. Geometri Usulan**

Secara aktual dilapangan hasil yang diperoleh dalam setiap peledakan tidak dapat memberikan hasil yang sesuai dengan target perusahaan dengan presentase lolos dengan ukuran > 200 cm sebanyak 85% dan tertahan ukuran > 200 cm 15 % pada ukuran 200 cm. Dari hasil aktual dilapangan memberikan nilai rata-rata peledakan secara teoritis menggunakan perhitungan kuz-ram, hasil fragmentasi tidak memberikan hasil yang seperti diinginkan perusahaan yaitu dengan hasil persentase lolos diperoleh untuk ukuran > 200 cm sebanyak 71,76%, sementara fragmentasi tertahan dengan ukuran > 200 cm sebanyak 23,93%. dengan demikian secara teoritis setiap peledakan yang telah dilaksanakan belum mencapai target yang diinginkan perusahaan dengan ukuran > 200 cm sebanyak 85%, dan ukuran >200 cm sebanyak 15%.

Maka secara teoritis perlu diadakan perencanaan geometri peledakan usulan untuk memperbaiki fragmentasi batuan dan memberikan hasil fragmentasi batuan yang sesuai dengan keinginan perusahaan. Adapun geometri usulan tersebut dapat dilihat pada

(tabel 4.5). Penentuan nilai geometri peledakan usulan berdasarkan *Trial And Error* dengan menggunakan diameter bor 7.875 Inchi = 200mm. (Lampiran D).

Tabel 4.6. Rencana Geometri Usulan

Diameter	200 mm
Burden	4,7 m
Spasi	5.2 m
Stemming	4,19 m
Sub drilling	0
Tinggi jenjang	6,7 m
Powder factor	0,18
Power Charge	2,51 m
Fragmentasi > 200 cm	14,80%

4.2.2. Fragmentasi Batuan

Berdasarkan hasil analisis Kuz-Ram mengenai distribusi fragmentasi diketahui bahwa fragmentasi aktual rata rata hasil peledakan ukuran > 200 cm atau *boulder* sebesar 23.93%. Dengan jumlah *boulder* yang cukup banyak maka proses penggalian (*digging*) dengan menggunakan *hydraulic loading* excavator pc 3000 cukup lama, yaitu sekitar 12.44 detik. Hal ini dikatakan belum optimal karena untuk standar *digging time* dari shovel pc 3000 yang ditetapkan oleh perusahaan adalah 10 detik.

Setelah dilakukan perhitungan geometri peledakan berdasarkan rumus R.L Ash, maka distribusi fragmentasi hasil peledakan yang berukuran > 200 cm mengalami penurunan. Pada geometri usulan menurut R.L Ash distribusi fragmentasi hasil peledakan yang berukuran > 200 cm menjadi 14.80%.

4.2.3. Analisis Digging Time Hydraulic Loading Excavator Pc 3000

Dengan jumlah *boulder* yang cukup banyak maka proses penggalian (*digging*) dengan menggunakan *hydraulic loading* excavator pc 3000 cukup lama, yaitu sekitar 12.44 detik. Hal ini dikatakan belum optimal

karena untuk standar *digging time* dari shovel pc 3000 yang ditetapkan oleh perusahaan adalah 10 detik.

4.2.4. Analisa Perbandingan Digging Time Hasil Geometri Aktual

Hasil penelitian geometri aktual rata rata peledakan yaitu menggunakan diameter lubang ledak 7.875 Inch, *burden* 6.37 meter, spasi 7.02 meter, kedalaman lubang ledak 6.69 meter, panjang kolom isian 2.47 meter, *steaming* 4.17 meter, *powder factor* (PF) 0.16 Kg/Ton. Berdasarkan geometri aktual yang digunakan, dilakukan perhitungan distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan dengan menggunakan persamaan Kuz-Ram, dimana melalui perhitungan ini didapatkan bahwa fragmentasi yang berukuran > 200 cm atau *boulder* yaitu 23.93%. Hal ini belum sesuai dengan keinginan perusahaan, dimana perusahaan menginginkan fragmentasi batuan hasil peledakan yang berukuran > 200 cm atau *boulder* tidak lebih dari 15 %.

Dari hasil perhitungan *digging time* menurut geometri usulan R.L.Ash adalah sebesar 7.7 detik

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Geometri rata rata peledakan menggunakan diameter lubang ledak 7.875 Inch, *burden* 6.37 meter, spasi 7.02 meter, kedalaman lubang ledak 6.69 meter, panjang kolom isian 2.47 meter, *steaming* 4.17 meter, *powder factor* (PF) 0.16 Kg/Ton.
2. Fragmentasi batuan hasil peledakan dengan menggunakan persamaan Kuz-Ram, didapatkan bahwa fragmentasi yang berukuran > 200 cm atau *boulder* yaitu 23.93%. Hal ini belum sesuai dengan keinginan perusahaan, dimana perusahaan menginginkan fragmentasi batuan hasil peledakan yang berukuran > 200 cm atau *boulder* tidak lebih dari 15 %.

3. Fragmentasi aktual rata rata hasil peledakan ukuran > 200 cm atau *boulder* sebesar 23.93%. Proses penggalian (*digging*) dengan menggunakan *hydraulic loading* excavator pc 3000 cukup lama, yaitu sekitar 12.44 detik

5.2 Saran

1. Perlu pengawasan ketika proses pengukuran geometri peledakan untuk pembuatan titik bor agar sesuai dengan geometri peledakan yang sudah direncanakan.
2. Perlu adanya indikator pada mobil MMU (mobi mixer unit) untuk mengetahui ANFO yang dikeluarkan dari MMU guna pengoptimalan pengisian ANFO pada lubang ledak .

DAFTAR PUSTAKA

- Ash R.L, 1990, *Design Of Blasting Round, In Surface Mining* 2nd Ed., By Kennedy (Editor), Colorado.
- Bhandari, S., 1997. "Engineering Rock Blasting Operations". A.A. Balkenna Rotterdam. Netherland.
- Handayani ,R. L., Husain, J. R., & Budiman,A.A.2015 . Pengaruh geometri . peledakan terhadap fragmentasi batuan pada PT.pama persada Kalimantan selatan.*jurnal geomine vol.03*.
- Ilahi, R. R., Ibrahim, E., & Swardi, R., F. 2010. Kajian teknis produktivitas alat gali muat dan alat angkut pada pengupasan tanah penutup di PIT 3 Banko Barat PT. Bukit Asam Tbk.
- Jimeno, L.C. 1995. *Drilling and Blasting of Rocks*. Blaskena : Rotterdam, Netherlands.
- Kramadibrata, Suseno, 2000. *Teknik Pengeboran dan Peledakan*, Jurusan Teknik Pertambangan, ITB, Bandung.
- Kuznetsov, V.M. 1973. *Soviet Mining Science*. 9(2): 144-148.
- Konya, C. J. and E. J. Walter, 1990. *Surface Blast Design*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- Koesnaryo. 2001. Rancangan Peledakan Batuan. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran: Yogyakarta.
- Koesnaryo. 1998. Bahan Peledak dan Metode Peledakan. Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran: Yogyakarta.
- Nilasari ,G.A.,Nurhakim.,riswan., & gunawan,H. 2017. Evaluasi geometri berdasarkan fragmentasi hasil peledakan pada penambangan batu gamping di PT.semen tonasa .*Jurnal himasapta vol.2 ,no.2*
- Olofsson Stig O. 1990. "Applied Explosives Technology For Construction And Mining".
- PT. BA. 2018. Laporan Data Kualitas Batubara PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.Tanjung Enim Sumatera Selatan.
- Prodjosumarto, P. (1995) Pemindahan Tanah Mekanis. Bandung : Jurusan Teknik Pertambangan ,ITB.Second Edition. ARL.A. Sweden.