

PENGARUH FRAGMENTASI DAN GETARAN TANAH AKIBAT PELEDAKAN TERHADAP PRODUKTIVITAS ALAT GALI MUAT DAN KESTABILAN LERENG

EFFECT OF FRAGMENTATION AND SOIL VIBRATION DUE TO BLASTING TO THE PRODUCTIVITY AND SLOPE STABILITY

A.Husni^{1*}, MT.Toha², S.Komar³

¹⁻³Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
Jl. Srijaya Negara Kampus FT Unsri Bukit Besar Palembang

¹Sekolah Tinggi Ilmu Teknik Prabumulih

Jl. Patra No 50 Rt 01 Rw 03 Kelurahan Sukaraja Kecamatan Prabumulih Selatan Kota Prabumulih

e-mail: *¹ ahmadhusni0758@gmail.com

ABSTRAK

MTBU merupakan lokasi Penambangan PT Bukit Asam Tbk. Pembongkaran *overburden* serta *interburden* di lokasi tersebut dilakukan dengan cara peledakan. Besarnya *boulder* pada kegiatan peledakan dapat menyebabkan produksi batubara terhambat, karena bongkahan batuan yang besar tersebut tidak sesuai dengan kapasitas alat. Hal ini menyebabkan produktivitas alat gali muat menjadi terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi fragmentasi hasil peledakan, pengaruh getaran tanah terhadap kemantapan lereng, dan pengaruh fragmentasi hasil peledakan terhadap produktivitas PC 2000. Data primer didapatkan melalui pengamatan lapangan, sedangkan data sekunder didapatkan dari jurnal peneliti terdahulu dan dokumen perusahaan. Pengolahan dan analisis data fragmentasi batuan dilakukan dengan bantuan *software Split Desktop 2.0 Demo*. Analisis getaran tanah dilakukan dengan membandingkan antara nilai PPV akibat peledakan dengan ambang baku getaran. Hasil analisis menunjukkan distribusi fragmentasi dari hasil peledakan adalah ukuran fragmentasi kecil dari 20 cm sebanyak 34,11%, ukuran 21 – 40 cm sebanyak 19,81%, ukuran 41 – 60 cm sebanyak 20,84, ukuran 61 – 80 cm sebanyak 16,24%, dan ukuran 81 – 100 sebanyak 9%. Hasil analisis getaran tanah menunjukkan rata-rata getaran tanah (PPV) sebesar 0,996 mm/s dan termasuk kategori aman bagi lereng dan bangunan. Sedangkan produktivitas *excavator komatsu PC 2000* mencapai 858,22 BCM/jam.

Kata kunci: Fragmentasi, Getaran, Produktivitas

ABSTRACT

MTBU is one of mining location of PT Bukit Asam TBK. At this location, demolition of *overburden* and *interburden* was carried out by blasting. The magnitude of *boulder* on blasting activities can cause coal production to be stunted, because the large rock chunks do not fit into the tool capacity. It is causes the productivity of digging tool will be disrupted. This research aims to determine the distribution of blasting fragmentation, the effect of ground vibration on slope stability, and the effect of fragmentation of blasting on PC 2000 productivity. Primary data is generated by conducting field observations, while secondary data is obtained from previous research journals and company documents. Processing and analysis of rock fragmentation data with the help of *Split Desktop 2.0 Demo* software. Analysis of vibration soil is done by comparing between PPV values due to blasting with the threshold of raw vibration. The results of the analysis show the distribution of fragmentation from blasting results are small fragmentation size of 20 cm by 34.11%, size 21-40 cm by 19.81%, size by 41-60 cm by 20.84, size by 61-80 cm by 16, 24%, and the size of 81-100 is 9%. The results of the ground vibration analysis showed an average ground vibration (PPV) of 0.996 mm / s and included in the safe category for slopes and buildings. While the productivity of the *komatsu PC 2000 excavator* reached 858.22 BCM/hour.

Keywords: Fragmentation, Vibration, Productivity

PENDAHULUAN

PTBA adalah perusahaan tambang batubara berlokasi di Tanjung Enim, Sumatera Selatan, Indonesia. Metode yang digunakan adalah tambang terbuka (*open pit mining*) dengan kegiatan pembongkaran, pemuatan dan pengangkutan. Proses pembongkaran lapisan tanah penutup diantaranya meliputi pembongkaran *overburden* dan *interburden*. Material pada lapisan tersebut memiliki sifat dan karakteristik batuan itu sendiri yang mengharuskan pembongkarannya dilakukan dengan pengeboran dan peledakan [1].

Kegiatan peledakan adalah metode yang sering digunakan pada industri pertambangan batubara untuk memberaikan, meleburkan dan menghancurkan material yang sangat keras [2]. Energi yang dihasilkan dari bahan peledak sebagian besar dapat digunakan untuk memecahkan, menghancurkan atau meleburkan material tersebut. Sisa energi lainnya menjadi energi *waste energy* atau energi yang tersisa [3]. Porositas, bobot isi dan kandungan air adalah sifat fisik dari batuan yang merupakan faktor yang dapat mempengaruhi peledakan. Untuk deformasi dan pemecahan jenis batuan dengan bobot isi yang kecil sangat mudah serta energi peledakan yang diperlukan yang rendah

Kegiatan peledakan perlu memperhatikan perencanaan geometri peledakan dan juga jumlah bahan peledak yang akan digunakan karena berpengaruh pada hasil peledakan [4]. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan suatu produk adalah fragmentasi hasil peledakan. Tingkat fragmentasi terhadap pekerjaan loading material dan pengoptimalan kinerja *crusher* dalam meremukkan material [5,6]. Ukuran fragmentasi hasil peledakan menjadi hambatan dalam proses pemuatan dan pengangkutan apabila ukuran fragmentasi batuan tidak sempurna dan banyak berupa bongkahan (*boulder*). Hal ini mempengaruhi terhadap waktu gali alat muat (*digging time*) dan juga *bucket fill factor* alat gali muat [7]. Besarnya jumlah *boulder* pada kegiatan peledakan *overburden* juga dapat menyebabkan produksi batubara menjadi terhambat. Salah satu penyebab pembengkakan biaya penghancuran sekunder adalah Fragmentasi yang buruk sehingga produk yang dihasilkan *oversize* atau bongkahan besar yang tidak dapat dilakukan pengolahan secara ekonomis, aman serta efisien dengan menggunakan alat muat angkut.

Kegiatan peledakan dalam pelaksanaannya tidak hanya memperhatikan ketercapaian target produksi tetapi juga perlu memperhitungkan dampak yang dihasilkan dari kegiatan peledakan, terutama getaran tanah (*ground vibration*) dapat mengakibatkan efek negatif bagi daerah sekitar berupa kerusakan bangunan karena melampaui standar yang ada. Getaran tanah (*ground vibration*) merupakan sumber energi alam dimana dapat mengakibatkan pergerakan gelombang di dalam tanah, seperti gempa bumi dan aktifitas peledakan [8]. Suatu

kegiatan peledakan dalam memperkirakan nilai tingkat getaran tanahnya dapat dilakukan dengan cara menghubungkan hasil pengukuran getaran tanah dengan parameter-parameter peledakan yang dapat mempengaruhinya. Parameter-parameter tersebut terdiri dari jarak dari lokasi peledakan (R) dan jumlah bahan peledak yang meledak bersamaan (W)[9]. Tiga faktor utama yang mempengaruhi tingkat suatu getaran dari hasil peledakan terdiri dari waktu tunda (*Length of delay*), muatan bahan peledak per waktu tunda dan *detonator accuracy* (faktor dominan terkontrol) [10].

Penelitian terkait fragmentasi serta getaran tanah akibat kegiatan peledakan telah dilakukan oleh peneliti terdahulu terhadap produktivitas dan geometri peledakan pada tambang batuan dan tambang batubara [4-8]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui distribusi fragmentasi hasil peledakan, pengaruh getaran tanah terhadap kemantapan lereng, dan pengaruh fragmentasi hasil peledakan terhadap produktivitas PC 2000 pada lokasi penambangan.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian berada di PT. Bukit Asam, Tbk. Penambangan di MTB dengan luas daerah IUP pertambangan batubara seluas 3300 Ha memiliki 2 area penambangan yaitu MTBU dan MTBS.

Teknik untuk melakukan pengumpulan data adalah pengamatan langsung untuk memperoleh data primer dan melakukan studi literatur terkait penelitian yang berasal dari jurnal peneliti terdahulu dan dokumen perusahaan untuk data sekundernya. Data primer penelitian ini adalah fragmentasi batuan, waktu edar alat gali muat, getaran pada saat peledakan. Data sekunder penelitian ini adalah spesifikasi *Hydraulic Loading Excavator* Komatsu PC 2000, peta lokasi unit pertambangan Tanjung Enim, peta lokasi penambangan yang berada daerah Muara Tiga Besar Utara,

Pengolahan dan analisis data fragmentasi batuan dilakukan dengan bantuan *software Split Desktop 2.0 Demo*. Analisis getaran tanah dilakukan dengan membandingkan antara nilai PPV akibat peledakan dengan ambang baku getaran berdasarkan KepMen Lingkungan Hidup. Pengolahan data produktivitas alat gali muat menggunakan persamaan 1 di bawah ini.

$$P = \frac{3600}{Ct} \times Kb \times Fb \times Eff \times SF \quad (1)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

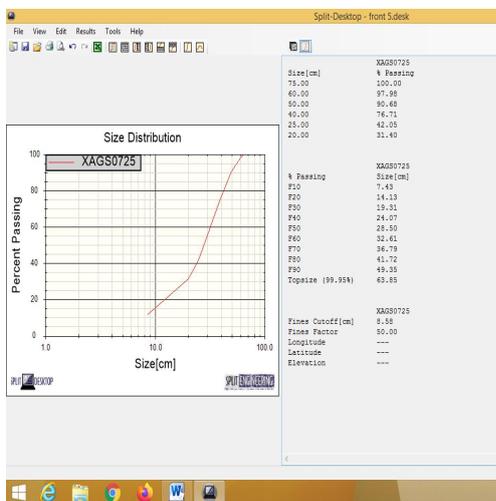
Fragmentasi Hasil Peledakan

Hasil pengamatan fragmentasi material hasil peledakan di lapangan menunjukkan ukuran yang bervariasi seperti ditunjukkan pada Gambar 1. *Software split desktop*

digunakan untuk menganalisis distribusi fragmentasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Fragmentasi hasil peledakan



Gambar 2. Analisis fragmentasi menggunakan *Split Desktop*

Ukuran bingkai yang digunakan pada pengamatan adalah 100 cm berbentuk segi empat sama sisi. Berdasarkan gambar 1 dapat dilihat fragmentasi hasil peledakan sudah memiliki ukuran kurang dari 100 cm atau 1 meter. Ukuran tersebut termasuk variabel yang dimasukkan dalam analisis menggunakan *split desktop* sebagai skala gambar. Skala gambar tidak harus berupa bingkai kayu seperti gambar tersebut. Benda lain seperti helm, palu geologi atau koin juga bisa digunakan sebagai skala pada gambar akan tetapi ukuran skala yang digunakan perlu diketahui ukurannya sehingga tidak merusak data hasil analisis (Tabel 1).

Tabel 1. Distribusi fragmentasi hasil peledakan

Analisis Ke-	Persentase Fragmentasi (%)					
	<20	21-40	41-60	61-80	81-100	>10
1	30,5	21,4	11,3	5,5	31,3	0
2	31,2	32,1	15,6	7,8	13,3	0
3	33,6	33,9	21,3	11,2	0	0
4	39,1	20,3	22,1	12,1	6,4	0
5	33,2	13,1	31,4	22,3	0	0
6	45,1	12,3	33,2	9,4	0	0
7	29,7	11,1	40,1	19,1	0	0
8	35,4	11,9	9,3	33,2	10,2	0
9	33,2	20,4	11,6	31,5	3,3	0
10	30,1	21,6	12,5	10,3	25,5	0
Rata-rata	34,1	19,8	20,8	16,2	9	0

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata ukuran fragmentasi kecil dari 20 cm sebanyak 34,1%, ukuran 21 – 40 cm sebanyak 19,81%, ukuran 41 – 60 cm sebanyak 20,84%, ukuran 61 – 80 cm sebanyak 16,24% dan ukuran 81 – 100 cm sebanyak 9%. Berdasarkan analisis yang dilakukan terlihat bahwa sebanyak empat kali analisis tidak diperoleh ukuran fragmentasi lebih dari 80 cm. Hal ini terlihat dari analisis ke 3, 5, 6, dan 7. Ukuran fragmentasi yang paling dominan dari semua analisis adalah ukuran kecil dari 20 cm. Fragmentasi yang didominasi ukuran halus dan tidak terdapat bongkahan menunjukkan bahwa geometri dan komposisi peledakan sudah baik.

Analisis Getaran Tanah Terhadap Kestabilan Lereng

Kegiatan peledakan tidak dipungkiri akan memberikan pengaruh berupa adanya efek getaran. Pengamatan hasil pengukuran getaran dilakukan pada jarak 500 meter dari lubang peledakan. Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh perusahaan menggunakan geometri peledakan sebagaimana disajikan pada Table 2 berikut.

Tabel 2. Geometri peledakan

No.	Gometri Peledakan	Nilai
1	<i>Spacing</i> (S)	9 meter
2	<i>Burden</i> (B)	8 meter
3	Kedalaman lubang ledak (H)	8 meter
4	Diameter lubang ledak (D)	6,75 inch

Jarak antar lubang ledak (*spacing*) yang digunakan adalah 9 meter. Jarak tegak lurus dari lubang tembok (kolom isian bahan peledak) terhadap bidang bebas (*free face*) yang dekat dengan arah material hasil peledakan

terlempar (*burden*) adalah 8 meter. Kedalaman lubang ledak adalah 8 meter dan diameter lubang ledak yang digunakan adalah 6,75 inch. Hasil pengukuran getaran akibat kegiatan peledakan di area penambangan Muara Tiga Besar Utara dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran getaran tanah

No.	Tanggal	Isian perdelay (kg)	Jumlah Lubang	PF (kg/BCM)	PPV
1	2/12/19	45	145	0,08	0,444
2	3/12/19	45	160	0,08	1,02
3	4/12/19	45	80	0,08	1,13
4	5/12/19	45	100	0,08	1,62
5	6/12/19	60	75	0,08	0,603
6	7/12/19	75	86	0,08	0,571
7	9/12/19	45	60	0,08	1,43
8	10/12/19	50	106	0,08	1,15
Rata-rata					0,996

Berdasarkan Tabel 3 di atas, terlihat bahwa isian bahan peledak per *delay* sebanyak 45 – 75 kg dengan powder factor rata-rata senilai 0,08 kg/BCM. Pengukuran getaran tanah dilakukan pada jarak 500 meter dimana mengacu kepada jarak aman lokasi bangunan dengan lokasi peledakan dengan standard SNI yang aman.

Berdasarkan KepMen Lingkungan Hidup No. 49 Tahun 1996, maka perkantoran dan pemukiman sekitar lokasi peledakan masuk dalam kategori kelas dua dengan nilai *Peak Particle Velocity* 5 mm/s (bangunan dan kerusakan yang telah ada, serta rekahan-rekahan pada tembok). Sementara jika mengacu pada standar SNI tentang baku getaran peledakan pada kegiatan tambang terhadap bangunan di sekitar lokasi tambang adalah masuk kategori kelas tiga (pasang bata pada bangunan, pondasi pada bangunan, dan dengan *slope* beton adukan semen diikat) pada nilai *Peak Particle Velocity* 5 mm/s. Berdasarkan dari data di atas (Tabel 2) diperoleh rata-rata getaran tanah (PPV) sebesar 0,996 mm/s. Data tersebut termasuk dalam kategori aman bagi lereng dan bangunan karena berada di bawah ambang batas PPV yang ditetapkan. Berdasarkan analisis yang dilakukan maka disimpulkan bahwa geometri peledakan yang digunakan oleh perusahaan sudah baik karena getaran tanah yang ditimbulkan berada di baah ambang batas yang ditetapkan.

Produktivitas Alat Gali Muat

Hasil pengamatan waktu edar (*cycle time*) alat *Excavator PC 2000* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Waktu edar *Excavator PC 2000*

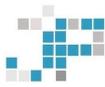
No	Digging (Detik)	Swing Isi (Detik)	Dumping (Detik)	Swing Kosong (Detik)	Total (Detik)
1	17,96	6,55	3,33	5,74	33,58
2	13,3	6,02	3,58	4,58	27,48
3	12,89	6,02	3,77	3,77	26,45
4	10,9	6,86	5,21	4,09	27,06
5	18,75	4,75	3,21	4,02	30,73
6	17,63	3,12	3,9	4,8	29,45
7	14,59	6,17	3,71	5,08	29,55
8	12,43	6,55	3,43	9	31,41
9	10,72	6,18	4,01	5,3	26,21
10	12,39	4,18	3,84	5,71	26,12
11	12,21	6,45	4,74	6,9	30,3
12	9,33	7,36	3,55	8,27	28,51
13	17,5	6,83	4,02	4,81	33,16
14	18,46	6,09	4,87	4,93	34,35
15	13,53	4,71	3,59	4,5	26,33
16	9,69	6,43	3,31	7,53	26,96
17	13,73	5,21	3,75	4,62	27,31
18	15,37	10,15	4,38	5,05	34,95
19	11,52	6,21	3,43	6,05	27,21
20	16,58	7,37	8,53	10,23	42,71
21	9,73	6,74	4,93	4,06	25,46
22	11,39	7,21	3,56	4,87	27,03
23	11,84	5,91	5,15	7,99	30,89
24	16,98	5,41	2,62	6,68	31,69
25	15,54	9,18	3,75	4,09	32,56
26	15,84	6,72	3,49	3,59	29,64
27	18,53	5,28	3,34	5,39	32,54
28	16,24	5,86	3,75	4,44	30,29
29	14,36	6,72	3,92	7,71	32,71
30	14,81	6,77	4,46	7,4	33,44
Rata-rata					30,20267

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa waktu edar *excavator* rata-rata adalah 30,20 detik. Waktu edar tersebut termasuk dalam range nilai standar yaitu 27 – 31 detik [11], sehingga bisa disimpulkan bahwa fragmentasi hasil peledakan sudah baik dengan waktu edar tersebut [12]. Fragmentasi hasil peledakan yang sudah baik menyebabkan tidak perlu diperbaikinya lagi geometri peledakan. Namun, jika waktu gali *excavator* tidak sesuai dengan buku panduan, maka geometri peledakan harus diperbaiki

Cycletime PC 2000 sebesar 30,20 detik berdasarkan pengamatan dan observasi lapangan. Produktivitas Komatsu PC 2000 dihitung menggunakan Per.1 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Bucket (Kb)} &= 11 \text{ m}^3 \\
 \text{Factor Bucket (Fb)} &= 1,1 \\
 \text{Effisiensi Kerja (Eff)} &= 0,70 \\
 \text{Swell Factor (SF)} &= 0,85 \\
 \text{Densitas Material} &= 1,6 \\
 \text{Cycletime (CT) Shovel} &= 30,20
 \end{aligned}$$

$$P = \frac{3600}{30,20} \times 11 \times 1,1 \times 0,70 \times 0,85 = 858,22 \text{ BCM/jam}$$



Perhitungan di atas diketahui bahwa produktivitas PC 2000 yaitu 858,22 BCM/jam. Produktivitas ini sudah baik dan produktivitas ini masih dapat meningkat jika nilai efisiensi kerja bisa lebih baik. Selain itu distribusi fragmentasi yang kecil akan mempengaruhi terhadap waktu edar alat sehingga dapat meningkatkan produktivitas. Fragmentasi hasil peledakan sangat mempengaruhi waktu gali (*digging time*) excavator alat gali muat [13].

KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan distribusi fragmentasi dari hasil peledakan adalah ukuran fragmentasi kecil dari 20 cm sebanyak 34,11%, ukuran 21 – 40 cm sebanyak 19,81%, ukuran 41 – 60 cm sebanyak 20,84, ukuran 61 – 80 cm sebanyak 16,24%, dan ukuran 81 – 100 sebanyak 9%. Produktivitas excavator komatsu PC 2000 sebesar 858,22 bcm/jam. Hasil analisis getaran tanah menunjukkan rata-rata getaran tanah (PPV) sebesar 0,996 mm/s dan termasuk kategori aman bagi lereng dan bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raimon, K., (2016). *Hand Out Teknik Peledakan : Padang*
- [2] Syafi'i, AA., Riswan, R., Hakim, RN., Saismana, A., Kartini. (2016). Evaluasi Isian Bahan Peledak Menggunakan Analisis Distribusi Ukuran Fragmen Pada Peledakan Batuan Penutup di Tambang Terbuka Batubara. *Jurnal Himasapta, 1 (1)*.
- [3] Rendy, F., Budi, S., dan Bustanil, H. (2012). *Perangkat Lunak Analisis Getaran Tanah Akibat Peledakan*. Bandung : Program Studi Teknik Pertambangan, FTTMITB.
- [4] Rosyad, F., Zaenal., Solihin. (2016). Evaluasi Geometri Peledakan untuk Menghasilkan Fragmentasi yang diinginkan pada Kegiatan Pemberaian Batuan Andesit di PT. Mandiri Sejahtera Sentra, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Teknik Pertambangan, 2(1)*.
- [5] Handayan, RL. (2015). Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan pada PT. Pamapersada Nusantara Site Adaro Provi. *Jurnal Geomine, 3(1)*.
- [6] Adha, RL. (2017) *Pengaruh Fragmentasi Hasil Peledakan Terhadap Produktivitas Alat Gali Muat di PT. Semen Padang, Bukit Karang Putih Indarung, Sumatera Barat*. ETD Unsyiah.
- [7] Safarudin, Purwanto, Djamaludin. (2016). Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan Digging Time Material Blasting. *Jurnal Penelitian Engineering 20(2)*.
- [8] Maryura, R., Toha, TM., Sudarmono, D. (2014) *Kajian Pengurangan Tingkat Getaran Tanah (Ground Vibration Level) Pada Operasi Peledakan Interburden B2-C Tambang Batubara Air Laya Pt. Bukit Asam (Persero), Tbk Tanjung Enim*. *Jurnal Pertambangan 2(1)*.
- [9] Budiman. AA., Umar, PE., Abdullah, RM. (2016). Analisis Powder Factor Dan Fragmentasi Hasil Ledakan Menggunakan Perhitungan Kuz-Ram Pada Tambang Batubara Di Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine 4(2)*.
- [10] Marmar, D.(2012). Makalah Short Course Ground Vibration, Getaran dan Airblast Peledakan, Bandung.
- [11] Lydianingtiyas, D., dan Suhariyanto. (2018). *Alat Berat*. Polinema Press: Malang
- [12] Balasubramanian. (2015). Assesment of Risk in Construction Industry. *International Journal of Research in Engineering and Technology. 2 (1)*.
- [13] Arif, I. (2016), *Geoteknik Tambang*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Batubara Di Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Geomine 4 (2)*.