

ANALISIS HUBUNGAN ANTARA NILAI KESEDIAAN ALAT DAN UKURAN FRAGMENTASI HASIL PELEDAKAN DENGAN BESARNYA PENGGUNAAN DAYA LISTRIK PADA *HAMMER CRUSHER* DI PT SEMEN BATURAJA (PERSERO), TBK BATURAJA SUMATERA SELATAN

ANALYTIC CORRELATION BETWEEN AVAILABILITY AND SIZE OF FRAGMENTATION AFTER BLASTING WITH ELECTRIC POWER CONSUMPTION IN *HAMMER CRUSHER* AT PT SEMEN BATURAJA (PERSERO), TBK BATURAJA SOUTH SUMATERA

Hendy¹, Restu Juniah², Syarifudin³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,
Jl. Palembang-Prabumulih KM 32, Indralaya, 30662, Indonesia
E-mail: hendyheles33@gmail.com

ABSTRAK

Proses reduksi ukuran batu kapur di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk menggunakan crusher jenis hammer crusher. Energi listrik digunakan sebagai sumber energi dari hammer crusher yang didapat dari PLN. Penggunaan listrik pada crusher dipengaruhi oleh ukuran fragmentasi feed dan keefektifan dari crusher tersebut yang dapat dihitung dari nilai kesediaan alat crusher. Penggunaan listrik aktual hammer crusher adalah sebesar 185 kW dengan produksi sebanyak 178.841 ton. Setelah dihitung maka penggunaan listrik yang dipakai untuk mencapai target produksi 200.000 ton adalah sebesar 235,78 kW. Penggunaan listrik ini dinilai belum efektif dikarenakan ukuran fragmentasi yang belum sesuai dan nilai kesediaan alat yang rendah. Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan rata-rata ukuran fragmentasi peledakan adalah 53,06 cm dengan distribusi ukuran fragmentasi batuan yang lebih besar dari 80 cm sebesar 16,72%. Persentase ini dinilai masih terlalu besar dikarenakan seharusnya hasil ukuran fragmentasi yang lebih besar dari 80 cm diharapkan dibawah 10%. Efisiensi dari alat juga dinilai masih kecil yaitu sebesar 73,73% yang mengartikan dalam sehari alat tidak bekerja selama rata-rata 3,16 jam yang menyebabkan beban produksi alat per jamnya menjadi semakin besar sehingga menambah penggunaan daya listrik. Hal ini disebabkan oleh adanya hambatan baik mekanis maupun non mekanis yang mengganggu kerja dari alat. Cara yang digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan listrik pada hammer crusher adalah dengan mengubah desain geometri peledakan sehingga nantinya akan memperkecil persentase ukuran fragmentasi yang lebih besar dari 80 cm menjadi dibawah 10% dan juga mengatasi hambatan non mekanis dengan cara membangun stockpile baru sehingga dapat meningkatkan keefektifan dari alat.

Kata Kunci: Daya Listrik, Hammer Crusher, Fragmentasi, Nilai Kesediaan Alat

1. PENDAHULUAN

Proses penggerusan material dari hasil tambang dilakukan oleh *limestone crusher*. PT Semen Baturaja (Persero), Tbk menggunakan *hammer crusher* [1]. Sumber energi yang digunakan oleh *crusher* ini menggunakan energi listrik yang berasal dari PLN. Penggunaan energi listrik di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk dinilai belum efisien apabila dilihat dari jam kerja alat dan ukuran *feed* yang digerus. Jam kerja alat *hammer crusher* di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk hanya 275,39 jam dari 361,1 jam yang menunjukkan bahwa keefektifan dari *hammer crusher* hanya 73,73%. Kehilangan waktu rata-rata/hari sebanyak 3,15 jam/hari. Efisiensi alat dinilai masih rendah dan dapat dioptimalkan. Ukuran fragmentasi butir rata-rata yang dihasilkan sebesar 81,1 mm dengan ukuran rata-rata umpan sebesar 53,06 cm. Ukuran fragmentasi ini didapatkan dari geometri aktual dengan jarak *burden* 2,85 m, spasi 4,86 m, panjang kolom isian 3,12 m, dan *subdrilling* 0,3 m. Distribusi fragmentasi dengan ukuran diatas 80 cm sebesar 16,72%. Persentase ini dinilai masih terlalu tinggi sehingga menyebabkan turunnya efisiensi penggunaan listrik dari *hammer crusher*. Oleh karena itu perlu diadakan kajian mengenai geometri peledakan agar ukuran fragmentasi batu kapur yang menjadi umpan dapat

diperkecil sehingga dapat meningkatkan efisiensi *hammer crusher* dalam hubungannya dengan penggunaan energi listrik yang dipakai *hammer crusher*.

Permasalahan yang dihadapi adalah penggunaan listrik *hammer crusher* dinilai tidak optimal dikarenakan ukuran fragmentasi *feed* dan efisiensi kerja dari *hammer crusher* belum optimal. Berdasarkan permasalahan diatas maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah Apakah fragmentasi hasil peledakan sudah sesuai dengan spesifikasi ukuran *feed hammer crusher*? Apakah kinerja dari *hammer crusher* sudah optimal? Berapa besar penggunaan daya listrik yang digunakan untuk pengoperasian *hammer crusher*? Apakah penggunaan listrik *hammer crusher* di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk sudah optimal?

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyesuaikan fragmentasi hasil peledakan agar sesuai dengan spesifikasi dari *hammer crusher* agar penggunaan listrik optimal, mengoptimalkan kinerja dari *hammer crusher*, mengetahui besarnya penggunaan listrik di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk dan mengoptimalkan penggunaan listrik pada *hammer crusher* di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk

Salah satu bahan baku pada pembuatan semen adalah batu gamping. Proses reduksi batu gamping di PT Semen Baturaja dimulai dari pemberaian batu gamping dengan cara peledakan, lalu akan diangkut menuju *crusher* tipe *hammer crusher* menggunakan *dumpruck* tipe Nissan tipe CWB45A LDN1 sebanyak 9 unit dengan kapasitas ± 30 ton. Untuk pemuatan ke dalam *Dump Truck* digunakan alat *Excavator* merk Komatsu tipe PC300-8 sebanyak 4 unit [1]. Selanjutnya batu kapur yang telah direduksi dari *hammer crusher* akan diteruskan menuju proses pembakaran di *kiln* dan akhirnya menjadi produk berupa semen [2].

Penggunaan listrik *hammer crusher* dipengaruhi oleh ukuran fragmentasi hasil peledakan dan nilai kesediaan alat [3]. Semakin besar ukuran *feed* maka akan semakin besar juga penggunaan listriknya [4]. Ukuran fragmentasi peledakan secara teoritis dapat dihitung melalui persamaan Kuz ram [5] dan geometrinya dapat didesain dengan menggunakan persamaan RL Ash [6]. Geometri didesain agar memenuhi nilai dari *reduction ratio* [7]. Nilai kesediaan alat dapat dihitung dari nilai *mechanical availability* (MA), *physical availability* (PA), *use of availability* (UA), dan *effective utilization* (EU) [8] dapat dilihat dari persamaan berikut:

Untuk menghitung ketersediaan mekanis alat berat dapat digunakan rumus berikut:

$$Ma = \frac{Wt \times 100\%}{(Wt + Wr)} \quad (1)$$

Keterangan:

Wt : Waktu yang dibebankan kepada seorang operator suatu alat dalam kondisi dioperasikan. Waktu ini juga termasuk pelumasan dan pengisian bahan bakar, dan hambatan dikarenakan faktor cuaca

Wr : Waktu untuk perbaikan dan waktu yang hilang karena menunggu saat perbaikan juga waktu untuk penyediaan suku cadang serta waktu perawatan *preventive*

$$Pa = \frac{(Wt + Wstb) \times 100\%}{(Wt + Wr + Wstb)} \quad (2)$$

Keterangan:

Wstb : “*Standby Hours*” atau jumlah jam alat yang tidak dapat dipergunakan padahal alat tidak rusak dan dalam keadaan siap.

Wt+Wr+Wstb : “*Schedule Hours*” atau jumlah seluruh jam jalan dimana alat dijadwalkan untuk beroperasi

$$Ua = \frac{Wt \times 100\%}{(Wt + Wstb)} \quad (3)$$

Angka UA ini menunjukkan seberapa maksimal suatu alat dapat digunakan. Hal ini nantinya akan menjadi tolak ukur dalam pengelolaan peralatan

Nilai dari kesediaan alat ini nantinya akan berpengaruh terhadap beban produksi dari alat, dapat dilihat dari persamaan berikut [9]:

$$Th = \frac{Tp}{We \times Wpe} \quad (4)$$

Keterangan:

Th : Beban Produksi
 Tp : Target Produksi
 We : Waktu Efektif
 Wpe : Waktu Produksi Efektif

Nilai Wpe ditentukan dari rata-rata nilai MA, PA dan UA

Untuk menghitung keefektifan kerja maka digunakan persamaan [10]:

$$Ep = \frac{\text{Jumlah Produk (ton)}}{\text{Jumlah Umpan (ton)}} \times 100 \% \quad (5)$$

Penghitungan penggunaan energi listrik dihitung menggunakan persamaan Bond [11]:

$$\frac{P}{\dot{m}} = 0.3161w_i \left(\frac{1}{\sqrt{D_{pb}}} - \frac{1}{\sqrt{D_{pe}}} \right) \quad (6)$$

Keterangan:

P/m : Energi yang dibutuhkan
 WI : Working Index (Kwh/Ton)
 Dpb : Diameter Konsentrat (Mikron)
 DPe : Diameter Produk (Mikron)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu penelitian dimulai dari Tanggal 20 April 2016 hingga 20 Mei 2016. Lokasi penelitian berada di unit *crushing plant* PT Semen Baturaja (Persero), Tbk. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu studi literatur, survey lapangan, pengumpulan data, pengolahan data dan analisis data.

Data terdiri dari data primer dan sekunder. Data primer yang diambil yaitu data ukuran produk *hammer crusher*, data jumlah waktu kerja efektif unit *hammer crusher*, dan data besarnya penggunaan listrik per hari *hammer crusher*. Data sekunder yang diambil adalah data geometri peledakan, data ukuran fragmentasi hasil peledakan, dan data spesifikasi *hammer crusher*

Data ukuran produk *hammer crusher* didapat selama 30 hari dengan waktu pengambilan *sample* per jam dimulai dari pukul 08.00 sampai dengan 18.00, data waktu kerja efektif *hammer crusher* diambil dengan menghitung waktu bekerja dan berhentinya alat, penggunaan listrik aktual dan data jumlah *feed* yang masuk dan konsentrat yang dihasilkan diambil melalui *software* PVC di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk. Data tersebut selanjutnya diolah dengan bantuan *software microsoft excel*

Hasil analisis terhadap data hasil pengolahan data primer dan sekunder adalah:

- Ukuran rata-rata dan distribusi fragmentasi hasil peledakan
- Work index penggunaan listrik aktual *hammer crusher*
- Nilai kesediaan alat aktual dan teoritis dari *hammer crusher*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan listrik pada *hammer crusher* di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk selama masa penelitian adalah sebesar 185,4 kW dengan ukuran rata-rata hasil fragmentasi peledakan sebesar 53,06 cm, distribusi fragmentasi lebih dari 80 cm 16,72% dan efisiensi alat sebesar 73,73%. Nilai ini masih terhitung besar karena distribusi ukuran yang lebih dari 80 cm ditargetkan dibawah 10% efisiensi alat ditargetkan lebih dari 80%.

Penggunaan daya listrik dinilai belum optimal dikarenakan oleh beberapa alasan, yaitu:

- Distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan diatas 80 cm masih diatas 10 %

Distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan aktual di lapangan menunjukkan bahwa distribusi ukuran fragmentasi ukuran yang lebih besar dari 80 cm sebesar 16,72%, ukuran 30 cm-80 cm sebesar 51,09% dan ukuran yang berada dibawah 30 cm sebesar 32,18 cm. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran fragmentasi hasil peledakan yang berada diatas 80 cm masih cukup besar , walaupun bukaan *crusher* bisa menampung ukuran fragmentasi sampai dengan 150 cm akan tetapi ukuran fragmentasi ≥ 80 cm dapat menyebabkan material menyangkut di *crusher* dan juga menjadi salah satu penyebab penggunaan listrik *hammer crusher* yang belum optimal.

b. Efisiensi kerja alat yang rendah

Nilai efiseinsi merupakan nilai yang menunjukkan persentase waktu efektif operasi rata-rata unit *hammer crusher* dengan memperhatikan kehilangan waktu yang disebabkan oleh berbagai faktor. Dari data waktu operasi *crusher* dapat diketahui jumlah kehilangan waktu mencapai 3,16 jam/hari atau hanya 73,73%. Waktu yang hilang disebabkan oleh alasan mekanis seperti kegagalan *start central crusher*, *roller carrying* yang lepas, dan penggantian *hammer* dan hambatan nonmekanis seperti persiapan lahan tambang, *stockpile* penuh, PLN *blackout*, dan persiapan pulang pekerja. Hal ini menyebabkan tidak tercapainya target produksi sebesar 200.000 ton. Setelah dilakukan perhitungan beban produksi yang harus dicapai agar memenuhi target produksi adalah sebesar 824,37 ton/jam. Hal ini mengakibatkan penggunaan listrik per jam dari *hammer crusher* semakin besar. Penyebab dari rendahnya efiseinsi alat adalah banyaknya waktu yang terbuang akibat hambatan mekanis maupun non mekanis.

Cara yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan penggunaan listrik dari *hammer crusher* adalah

a. Memperbaiki geometri peledakan

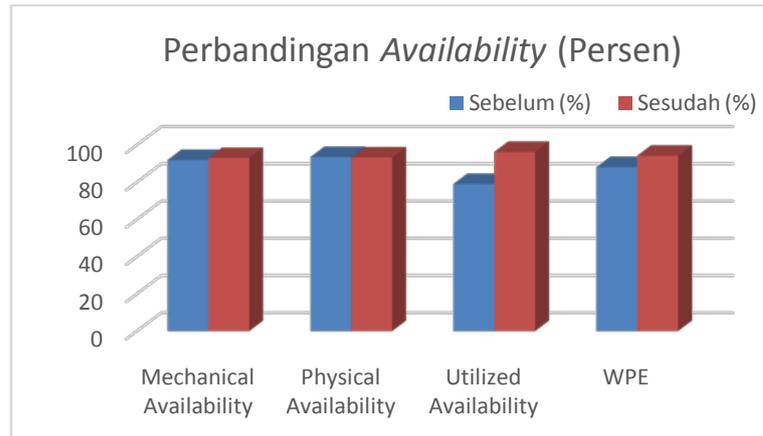
Berdasarkan geometri peledakan aktual yaitu, *burden* 2,85 m, *spasi* 4,86 m, tinggi jenjang 5,43 m , jumlah lubang ledak 445 lubang, *subdrilling* 0,3 m, *stemming* 2,8 m dan *primary charge* 3,12 m menghasilkan ukuran fragmentsi rata-rata sebesar 53,06 cm dan distribusi fragmentasi ukuran lebih dari 80 cm sebesar 16,72%, 30-80 cm sebesar 51,09 cm dan dibawah 30 cm sebesar 32,18%. Setelah dihitung menggunakan persamaan RL Ash maka didapatkan geometri yang baru yaitu *burden* sebesar 2,4 m, *spasi* 2,87 m, kedalaman lubang ledak 5,91 m, panjang kolomisian 3,51m, tinggi jenjang 5,43 m, dan berat bahan peledak per lubang 14,75 kg. Berdasarkan geometri tersebut maka ukuran rata-rata fragmentasi turun menjadi 33,19 cm, distribusi ukuran lebih dari 80 cm sebesar 7,5%

b. Mengatasi hambatan non mekanis

Hambatan nonmekanis adalah hambatan yang bukan disebabkan oleh kerusakan alat. Hambatan ini terjadi selama 73,28 jam yaitu *stockpile* yang penuh selama 58,26 jam, PLN *blackout* selama 6,96 jam, dan persiapan pulang pekerja selama 2,26 jam yang mengakibatkan efisiensi dari penggunaan *hammer crusher* secara keseluruhan menjadi rendah. Hal ini dapat dilihat dari nilai kesediaan alat, kesediaan mekanis (MA) sebesar 91,85%, kesediaan fisik (PA) alat 93,45%, UA 78,98% sehingga didapatkan Wpe sebesar 88,01%. Apabila hambatan *stockpile* penuh dengan membuat *stockpile* baru dan para pekerja diberi arahan kembali tentang waktu pulang maka kehilangan waktu akibat hambatan non mekanis diperkirakan akan berkurang menjadi 12,76 jam yang akan meningkatkan efektifitas dari penggunaan *hammer crusher* dan juga akan menurunkan beban kerja alat. Nilai kesediaan alat juga meningkat, nilai kesediaan mekanis menjadi 92,98%, kesediaan fisik menjadi 93,23%, UA menjadi 96,2% yang menjadikan waktu produksi efektif menjadi sebesar 94,14%

Tabel 1 Geometri Aktual 15 Mei 2016 – 25 Mei 2016

No	B (M)	S (M)	L (M)	JL (Buah)	J (M)	H (M)	T (M)	PC (M)	Volume/ Lubang (M ³)	Volume Total (M ³)
15	3	5	5.7	60	0.3	6	2.8	3.2	90	5400
16	2.9	4.85	5.7	35	0.3	6	2.8	3.2	84.39	2953.65
17	2.8	4.85	8.7	40	0.3	9	4.3	4.7	122.22	4888.8
18	3	5	2.7	23	0.3	3	1.4	1.6	45	1035
19	2.8	4.7	8.7	32	0.3	9	2.8	6.2	118.44	3790.08
20	2.86	4.8	5.7	45	0.3	6	2.8	3.2	82.368	3706.56
21	2.8	4.9	5.7	45	0.3	6	2.8	3.2	82.32	3704.4
22	2.78	4.9	2.7	30	0.3	3	1.4	1.6	40.866	1225.98
23	2.9	5	5.7	25	0.3	6	2.8	3.2	87	2175
24	2.73	4.7	2.7	50	0.3	3	2	1	38.493	1924.65
25	2.8	4.8	5.7	60	0.3	6	2.8	3.2	80.64	4838.4
Σ	2.85	4.86	5.43	445.00	0.30	5.73	2.61	3.12	79.43846	35350.11



Gambar 1. Perbandingan Availability Sebelum dan Sesudah Perbaikan

Tabel 2. Hambatan Hammer Crusher

No	Jenis Hambatan		Jumlah	Kehilangan Waktu (Jam)
	Mekanis	Non Mekanis		
1		Persiapan Lahan Tambang (S)	2	5.8
2		Stockpile Penuh (S)	8	58.26
3	CR 01 Gagal Start Central (R)		1	3.25
4	Ganti Hammer CR 01 (R)		2	13.39
5		PLN Blackout (S)	6	6.96
6	Roller Carrying 15 BC 06 Lepas (R)		1	2.7
7	15 BC 06 Gagal Start Central (R)		1	3.84
8	Roller Return 15 BC 06 Lepas (R)		1	1.25
9		Persiapan Pulang Pekerja (S)	5	2.26
Total	24,43 jam	73,28 jam		97.71

Setelah dilakukan perbaikan maka penggunaan listrik hammer crusher menurun dari 235,38 kW menjadi 155,78 kW atau sebesar 79,6 kW

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Geometri peledakan aktual dengan nilai *burden* 2,85 m, spasi sebesar 4,86 m, tinggi jentang 5,43 m, jumlah lubang ledak sebanyak 445 lubang, *subdrilling* 0,3 m, *stemming* 2,61 m dan *primary charge* 3,12 m, menghasilkan ukuran fragmentasi rata-rata 53,06 cm dengan distribusi fragmentasi sebesar 16,72% untuk material yang berukuran diatas 80 cm, 51,09% untuk ukuran 30-80 cm dan 32,18% untuk material dengan ukuran dibawah 80 cm.
2. Hasil perbaikan geometri dengan menggunakan persamaan RL Ash dengan nilai *burden* sebesar 2,4 m, spasi 2,87 m, kedalaman lubang ledak 5,91 m, panjang kolom isian 3,51 m, tinggi jentang 5,43 m dan berat bahan peledak per lubang 14,75 kg. Berdasarkan geometri tersebut maka didapatkan ukuran fragmentasi rata-rata yang dihitung menggunakan persamaan Kuz-Ram sebesar 33,19 cm, indeks keseragaman 1,26, dan nilai karakteristik batuan 37,76 cm. Terjadi penurunan rata-rata nilai fragmentasi peledakan dari 53,06 cm menjadi 33,19 cm dan persentase distribusi ukuran ≥ 80 cm menjadi 7,5%
3. Nilai dari *mechanical availability* mengalami kenaikan sebesar 1,13% menjadi 92,98%. Nilai dari *physical availability* mengalami penurunan sebesar 0,22% menjadi 93,23%. Nilai dari *utilized availability* mengalami peningkatan sebesar 17,22% menjadi 96,2%. Nilai kesediaan alat rata-rata mengalami kenaikan sebesar 6,13% menjadi 94,14%,

4. Efisiensi aktual dari *hammer crusher* adalah sebesar 73,73% dan setelah dilakukan perbaikan efisiensi meningkat menjadi 86,81%

Penggunaan listrik aktual *hammer crusher* adalah 235,78 kW untuk mencapai target produksi dan setelah dilakukan kajian berdasarkan nilai kesediaan *hammer crusher* dan ukuran fragmentasi umpan maka penggunaan daya listrik menurun menjadi 155,78 kW.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handoko, Probo. (2015). Kajian Teknis Peremukan Batu Kapur (*Size Reduction*) Pada Unit *Crushing Plant* Untuk Mencapai Target Produksi 7000 Ton/ Hari di PT Semen Baturaja (Persero), Tbk.Skripsi, Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya
- [2] Ali Ihsyan, H. (2014). Kajian Kominusi Limestone Pada Area Penambangan PT Semen Padang (Persero), Tbk Bukit Karang Putih Indarung Sumatera Barat.Skripsi.Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya
- [3] F. C. Bond.(1952).*The Third Theory of Comminution*.Transactions on AIME Mining Engineering, Vol. 193, No 2, Hal: 484-494
- [4] E. Stamboliadis.(2003).*Impact Crushing Approach to the Relationship of Energy and Particle Size in Comminution,* *European Journal of Mineral Processing and Environmental Protection*.Vol. 3, No. 2, Hal :160-166.
- [5] Koesnaryo. S.(2001).Rancangan Peledakan Batuan.Yogyakarta:Fakultas Tambang UPN "Veteran".
- [6] Saptono Singgih.(2006).Teknik Peledakan.Yogyakarta: Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran".
- [7] Taggart A,F.(1967).*Handbook of Minerals Dressing 9. Orland Industrial Minerals Willey Handbook Series*
- [8] Harahap AI.(2014)Kajian Kominusi Limestone Area Penmabnagan PT Semen Padang (ersero), Tbk. Bukit Karang Putih Indurung Sumatera Barat.Skripsi.Fakultas Teknik: Universitas Sriwijaya
- [9] Rochmanhadi. (1982). *Alat-Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [10] B.A. Wills dan T.J. Napier-Munn. (2006). *Mineral Processing Technology 7th Edition: An Introduction to the Practical Aspects of Ore Treatment and Mineral Recovery*. Australia: Elsevier Science And Technology Books.
- [11] F. C. Bond.(1961).*Crushing and Grinding Calculations*.*British Chemical Engineering*.Vol. 6, Hal:378-38506