

# **EVALUASI KINERJA OPERASI PENGEBORAN DAN PELEDAKAN TERHADAP PRODUKTIVITAS EXCAVATOR DI QUARRY KARANG PUTIH PT SEMEN PADANG, INDARUNG**

## **THE PERFORMACE EVALUATION OF DRILLING AND BLASTING OPERATION ON EXCAVATOR PRODUCTIVITY IN QUARRY KARANG PUTIH PT SEMEN PADANG, INDARUNG**

**Rori Meidiantoni<sup>1</sup>, M. Taufik Toha<sup>2</sup>, Diana Purbasari<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya,  
Jl. Raya Palembang-Prabumulih Km.32 Inderalaya Sumatera Selatan, Indonesia  
Email: rori.meidiantoni@gmail.com

### **ABSTRAK**

*PT. Semen Padang melakukan penambangan batu kapur dengan target produksi 9.844.319 ton per tahun. Penambangan batu kapur membutuhkan aktivitas pengeboran dan peledakan untuk memberai batuan agar lebih mudah digali oleh excavator. Kinerja pengeboran Furukawa HCR 1500 D20II mampu mencapai target produksi pengeboran 800 ton/jam, yaitu dengan produktivitas sebesar 970,40 ton/jam. Struktur joint spasi dekat menghambat operasi pengeboran. Semakin dekat joint spasi akan membuat kecepatan pengeboran berkurang karena terjepitnya batang bor. Distribusi fragmentasi hasil peledakan dievaluasi menggunakan software Split Desktop 2.0. didapatkan persentase boulder sebesar 15,46 %. Peledakan belum menghasilkan fragmentasi yang optimal. Fragmentasi hasil peledakan dipengaruhi oleh jenis joint spasi batuan. Semakin dekat joint spasi maka fragmentasi yang dihasilkan semakin baik. Pengisian bahan peledak dengan metode column loading mengakibatkan energi peledakan tidak tersebar merata. Berdasarkan hasil evaluasi, produktivitas Excavator Backhoe Caterpillar 6030 sebesar 1506,02 ton/jam. Geometri peledakan dimodifikasi dengan menambah isian bahan peledak per lubang. Setelah mengalami modifikasi geometri, produktivitas meningkat menjadi 1659,06 ton/jam atau meningkat 10,16% dari produktivitas awal.*

Kata Kunci: Pengeboran, Peledakan, Fragmentasi, Geometri Peledakan, Produktivitas, Joint

### **ABSTRACT**

*PT. Semen Padang is mining limestone with production target of 9,844,319 ton per year. Limestone mining requires drilling and blasting activities to provide broken rocks to be easier excavated by excavator. The drilling performance of Furukawa HCR 1500 D20II was able to exceed the 800 ton/hour of drilling productivity target, with 970.40 ton/hour productivity. The existence of close joint spacing hampers drilling operation. The closer joint spacing would cause a decrease in drilling speed because drill's rod was pinched. Evaluation of rock fragmentation distribution of blasting result using Split Desktop Software by fragmentation value boulder percentage are 15.46%. Blasting was not optimal yet. Fragmentation of blasting result was influenced by joint. The closer of joint spacing would produce fragmentation well. Loading explosive method by column loading caused the blasting energy not spreading evenly. According of evaluation result, productivity of Excavator Backhoe Caterpillar 6030 was 1506.02 ton/hour. Blasting geometry need to modify by adding explosive use per hole. After modified, excavator productivity will increase to be 1659.06 ton/hour or increase 10.16% than before.*

Keywords: Drilling, Blasting, Fragmentation, Excavator Productivity, Joint

## 1. PENDAHULUAN

PT. Semen Padang adalah perusahaan yang memproduksi semen di Indonesia sejak 1910 terletak di bukit Karang Putih, Indarung, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatera Barat. Salah satu bahan baku semen adalah batu kapur. Pengeboran dan peledakan batu kapur merupakan salah satu aktivitas penambangan di Quarry Karang Putih. Pengeboran batu kapur memiliki target produksi sebesar 800 ton/jam yang bertujuan menyediakan lubang ledak untuk peledakan. Ukuran fragmentasi merupakan salah satu indikator keberhasilan peledakan. Fragmentasi yang terlalu besar (*Boulder*) akan membuat waktu penggalian menjadi lebih lama dan menurunkan produktivitas *excavator*. Persentase *boulder* diharapkan tidak lebih dari 15%. Evaluasi pengeboran dan peledakan perlu dilakukan untuk mengetahui ketercapaian target produksi pengeboran dan penggalian *excavator*.

Rumusan masalah penelitian yang telah dilakukan adalah bagaimana kinerja operasi pengeboran, bagaimana distribusi fragmentasi hasil peledakan, bagaimana produktivitas *excavator*, dan bagaimana rekomendasi geometri peledakan untuk mengoptimalkan kinerja *excavator*. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kinerja pengeboran, mengetahui distribusi fragmentasi hasil peledakan, mengetahui produktivitas *excavator*, dan merekomendasikan geometri peledakan untuk mengoptimalkan penggalian *excavator*. *Excavator* yang digunakan adalah *excavator* backhoe caterpillar 6030.

Kinerja pengeboran dipengaruhi oleh karakteristik batuan, jenis alat bor dan mata bor, metode pengeboran, geometri pengeboran, dan kemampuan operator. Kinerja pengeboran dapat diukur dengan ketercapaian target produksi pengeboran dengan Pers. 1 [1].

$$P = Vt \times Veq \times E \times 60 \quad (1)$$

Keterangan:

- P = Produksi alat bor (m<sup>3</sup>/mnt)
- Vt = Kecepatan pengeboran (m/mnt)
- Veq = Volume setara (ton/m atau m<sup>3</sup>/m)
- Eff = Efisiensi alat bor (%)

Beberapa faktor yang mempengaruhi fragmentasi peledakan adalah geometri peledakan, sifat fisik dan mekanik batuan [2], pola pengeboran, pola peledakan, karakteristik bahan peledak, *delay* peledakan, dan *powder factor* [3]. Fragmentasi peledakan dapat dihitung dengan persamaan Kuz-ram dan analisis fotografi seperti Split Desktop 2.0. dan Wiprag. Analisis fotografi menghasilkan nilai distribusi fragmentasi yang lebih akurat dibanding Kuz-ram karena foto yang dianalisis merupakan foto aktual fragmentasi peledakan. Model Kuzram bisa digunakan untuk memprediksi fragmentasi sebelum dilakukan peledakan.

Penentuan distribusi fragmentasi dengan model Kuzram merupakan gabungan antara teori Kuznetsov dan Rossien Rammler yang disulkan oleh Cunningham [4]. Kemudian Model tersebut dikoreksi oleh Spathis dalam menentukan ukuran rata-rata fragmentasi, nilai keseragaman, dan karakteristik ukuran untuk menghitung persentase fragmentasi yang tertahan di ayakan dengan menggunakan Pers. 2-3 [5-6].

$$X_c = X_m \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{n}\right) \quad (2)$$

Keterangan:

- X<sub>c</sub> = Karakteristik ukuran fragmentasi (cm)
- X<sub>50</sub> = ukuran fragmentasi ketika persen lolos ayakan 50%
- X<sub>m</sub> = Rata-rata ukuran fragmentasi (cm)
- n = Indeks keseragaman
- Γ = Fungsi Gamma

$$R_x = e^{-\left(\frac{x}{x_c}\right)^n} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan:

- R<sub>x</sub> = persentase material yang tertahan pada ayakan (%)
- X<sub>c</sub> = ukuran ayakan (cm)

Produktivitas *excavator* merupakan kemampuan *excavator* dalam memindahkan bahan galian per jam kerja yang dapat dihitung dengan Pers. 4 [7].

$$P_{\text{exct}} = \frac{Kb \times Bf \times 3600 \times Ek}{Ct} \times Sf \quad (4)$$

Keterangan:

P<sub>exct</sub> = produktivitas excavator (bcm/jam)

C<sub>t</sub> = waktu edar alat gali - muat (detik)

K<sub>b</sub> = kapasitas *bucket* (m<sup>3</sup> atau ton)

B<sub>f</sub> = *bucket factor* (%)

E<sub>k</sub> = *efisiensi kerja* (%)

S<sub>f</sub> = *swell factor* (%)

## 2. METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian ini dilakukan di PT Semen Padang pada tanggal 22 Agustus 2017 sampai 28 September 2017. Tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan adalah studi literatur, pengambilan data, pengolahan data, dan analisis data. Penelitian dilakukan dengan mengamati operasi pengeboran, peledakan, dan penggalian *excavator*. Data primer yang diambil adalah geometri peledakan, jumlah isian bahan peledak, foto fragmentasi peledakan, *cycle time* alat *drill* dan *excavator*, jam kerja alat *drill* dan *excavator*. Sedangkan data sekunder yang diambil adalah peta topografi, data geologi lapangan, sifat fisik dan mekanik batuan, spesifikasi alat *drill*, spesifikasi *excavator*, spesifikasi bahan peledak.

Data *cycle time* pengeboran, geometri pengeboran, dan efisiensi pengeboran diolah dengan *microsoft excel* untuk mengetahui kecepatan dan produktivitas pengeboran [8]. Data geometri peledakan diolah untuk mengetahui volume peledakan dan jumlah bahan peledak yang akan digunakan untuk menghitung distribusi fragmentasi dengan model Kuzram. Distribusi fragmentasi juga ditentukan dengan Split Desktop 2.0. Data *cycle time excavator* diolah untuk mengetahui produktivitas penggalian. Setelah itu merekomendasikan geometri peledakan untuk menghasilkan fragmentasi yang efektif untuk mengoptimalkan penggalian *excavator* dengan menggunakan pendekatan model Kuzram yang dianggap mendekati perhitungan Split Desktop 2.0. Kecepatan pengeboran dan distribusi fragmentasi dicari hubungannya terhadap struktur *joint*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Kinerja Operasi Pengeboran

#### 3.1.1. Karakteristik Batuan

Kegiatan pertambangan di PT Semen Padang dilakukan dengan sistem *Quarry* (tambang terbuka). Batu Kapur di Quarry tersebut memiliki densitas batuan sebesar 2,65 ton/m<sup>3</sup> dan kuat tekan uniaksial sebesar 60 Mpa (Tabel 1). Berdasarkan pengamatan *joint* (Gambar 1) yang dilakukan, lokasi penelitian dominan memiliki *joint* spasi moderat lebar. Penelitian ini mengidentifikasi lokasi per peledakan berdasarkan jumlah jenis jarak *joint* spasi terbanyak. Berdasarkan pengamatan *joint* spasi, terdapat tiga jenis *joint* spasi terbanyak pada lokasi peledakan, yaitu *joint* spasi dekat (60-200 mm), *joint* spasi moderat lebar (200-600mm), dan *joint* spasi lebar (600-2000 mm)

#### 3.1.2. Geometri Pengeboran dan Peledakan

Pengukuran geometri pengeboran dan peledakan aktual di lapangan diperoleh burden sebesar 4,44 meter, spasi 5.48 meter, kedalaman lubang ledak 10,98 meter, dan *powder factor* 0,12 Kg/ton (Tabel 2). Pengeboran lubang ledak menggunakan alat *drill* furukawa HCR-1500 D20II. Pengeboran ini menggunakan metode *top hammer*.

**Tabel 1. Karakteristik Fisik dan Mekanik Batuan Kapur**

Karakteristik Batuan Kapur	Nilai
Densitas batuan	2,65 ton/m <sup>3</sup>
Kuat tekan uniaksial (UCS)	60 Mpa
Modulus elastisitas	0,86 Mpa
Sudut geser dalam	15,12 derajat



Gambar 1. Struktur Batuan

Tabel 2. Geometri Pengeboran dan Peledakan Aktual

Tanggal	Front	Total Lubang	D	B	S	L	T	J	H	HC	Isian per lubang (Kg)	PF (Kg/ton)
			Inci	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)		
26/08/2017	7	43	5	4.64	5.54	11.18	6.04	1.00	10.18	5.14	76.07	0.11
28/08/2017	2	120	5	4.48	5.46	10.94	5.76	1.00	9.94	5.18	76.66	0.12
30/08/2017	2	55	5	4.52	5.48	11.05	6.12	1.00	10.05	4.93	72.96	0.11
30/08/2017	5	42	5	4.29	5.74	11.13	5.85	1.00	10.13	5.28	78.14	0.12
31/08/2017	2	40	5	4.57	5.56	10.89	5.92	1.00	9.89	4.97	73.56	0.11
03/09/2017	2	30	5	4.36	5.48	11.02	5.86	1.00	10.02	5.16	76.37	0.12
04/09/2017	1	52	5	4.42	5.43	10.96	5.93	1.00	9.96	5.03	74.44	0.12
05/09/2017	1	50	5	4.34	5.41	10.79	5.68	1.00	9.79	5.11	75.63	0.12
06/09/2017	2	70	5	4.53	5.61	11.22	5.90	1.00	10.22	5.35	79.18	0.11
07/09/2017	7	55	5	4.38	5.35	11.18	6.17	1.00	10.18	5.01	74.15	0.12
09/09/2017	7	45	5	4.43	5.47	10.97	5.78	1.00	9.97	5.19	76.81	0.12
13/09/2017	5	34	5	4.56	5.53	10.92	5.94	1.00	9.92	4.98	73.7	0.11
21/09/2017	2	33	5	4.65	5.67	10.90	5.73	1.00	9.90	5.17	76.52	0.11
22/09/2017	2	27	5	4.54	5.52	11.07	5.88	1.00	10.07	5.19	76.81	0.11
23/09/2017	4	37	5	3.16	3.74	10.76	5.46	1.00	9.76	5.30	78.44	0.26
26/09/2017	7	37	5	4.38	5.43	10.83	5.60	1.00	9.83	5.23	77.4	0.12
27/09/2017	7	33	5	4.40	5.46	10.91	5.77	1.00	9.91	5.14	76.07	0.12
<b>Rata-rata</b>		<b>47</b>	<b>5</b>	<b>4.39</b>	<b>5.40</b>	<b>10.98</b>	<b>5.84</b>	<b>1.00</b>	<b>9.98</b>	<b>5.14</b>	<b>76.05</b>	<b>0.12</b>

### 3.1.3. Kecepatan Pengeboran

Pengamatan dilakukan pada alat *drill* furukawa HCR 1500 D20II. Kecepatan pengeboran adalah perbandingan antara kedalaman lubang bor dengan *cycle time* pengeboran. *Cycle time* pengeboran dimulai dari waktu mengebor batang bor 1, sambung batang bor 2, waktu mengebor batang bor 2, melepas sambungan batang bor 2, mengangkat batang bor 1, dan pindah ke lubang selanjutnya. Pengamatan *cycle time* pengeboran dilakukan di setiap pengeboran lubang ledak (Table 3). Kecepatan pengeboran dipengaruhi oleh kondisi struktur batuan, sifat fisik dan mekanik batuan, ukuran bit, kemampuan alat bor, dan kemampuan operator. salah satu kondisi struktur batuan adalah *joint* spasi. *Joint* spasi dekat menghambat kinerja pengeboran yang ditandai rendahnya kecepatan pengeboran yaitu 0,4569 m/menit, sedangkan kecepatan pengeboran tertinggi terdapat pada lokasi dengan *joint* spasi lebar, yaitu 0,4880 m/menit. Penyebab rendahnya kecepatan pengeboran di struktur *joint* spasi dekat adalah terjadi pergerakan struktur batuan sehingga batang bor dapat terjepit. Akibatnya adalah butuh waktu tambahan untuk mengatasi hambatan ini.

Tabel 3. Cycle Time Pengeboran

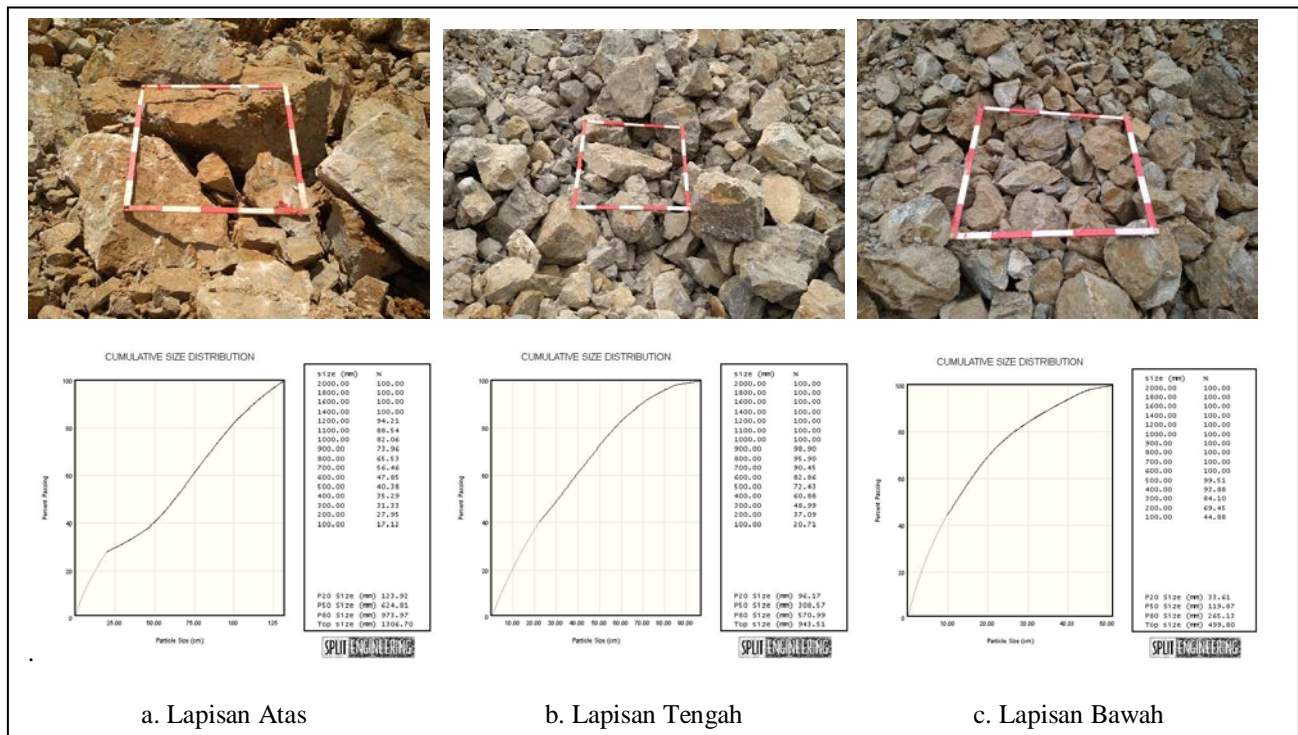
No.	Struktur Joint	Cycle time (menit)	Kecepatan Pengeboran (m/menit)	Produktivitas (ton/jam)
1	Spasi dekat	24,02	0,4569	937,37
2	Spasi moderat lebar	23,16	0,4741	972,66
3	spasi lebar	22,50	0,4880	1001,17
Rata-rata		23,23	0,4730	970,40

3.1.4. Produktivitas Pengeboran

Target produksi pengeboran per alat *drill* Furukawa HCR 1500 D20II adalah 800 ton/jam. Produktivitas ini dipengaruhi oleh geometri pengeboran, efisiensi kerja, dan kecepatan pengeboran. Berdasarkan hasil pengamatan, efisiensi kerja sebesar 58,33%, kecepatan rata-rata pengeboran 0,4730 m/menit, volume setara sebesar 58,64 ton/m sebesar sehingga didapatkan produktivitas rata-rata pengeboran sebesar 970,40 ton/jam (Tabel 3) sehingga target produksi pengeboran telah tercapai.

3.2. Fragmentasi batuan hasil peledakan

Suatu kegiatan peledakan yang baik akan menghasilkan fragmentasi sesuai yang direncanakan. Ukuran fragmentasi yang dianggap *boulder* adalah  $\geq 80$  cm, dikarenakan dapat mengganggu aktivitas penggalian *Excavator Backhoe Caterpillar 6030* serta peremukan *crusher*. Distribusi fragmentasi hasil peledakan dihitung dengan menganalisis foto peledakan menggunakan *software* Split Desktop 2.0 (Gambar 2). berdasarkan pengamatan, persentase ukuran *boulder* ( $\geq 80$  cm) sebesar 15,46% (Tabel 4). Fragmentasi hasil peledakan belum optimal karena persentase *boulder* melebihi 15%. Pengisian bahan peledak menggunakan metode *coulumn loading*. Metode pengisian ini memiliki kekurangan tidak tersebar merata energi peledakan.



Gambar 2. Foto Fragmentasi Peledakan dan Kurva Distribusi Fragmentasi di struktur joint spasi moderat lebar



**Tabel 4. Distribusi Fragmentasi Peledakan**

Frekuensi Peledakan	Jenis struktur <i>joint</i>	Distribusi Fragmentasi (%)						Boulder (≥ 80 cm)
		0-20 cm	21-40 cm	41-60 cm	61-80 cm	81-100 cm	> 100 cm	
3	Spasi dekat	44.79	21.24	14.36	10.66	6.52	2.44	8.96
8	Spasi moderat lebar	38,59	21,54	15.35	10,67	7,15	6.71	13.86
7	Spasi lebar	33,04	14,87	14,87	10,65	9,10	11,74	20,84
<b>Rata-rata</b>		<b>37,72</b>	<b>21,15</b>	<b>15,00</b>	<b>10,66</b>	<b>7,73</b>	<b>7,73</b>	<b>15,46</b>

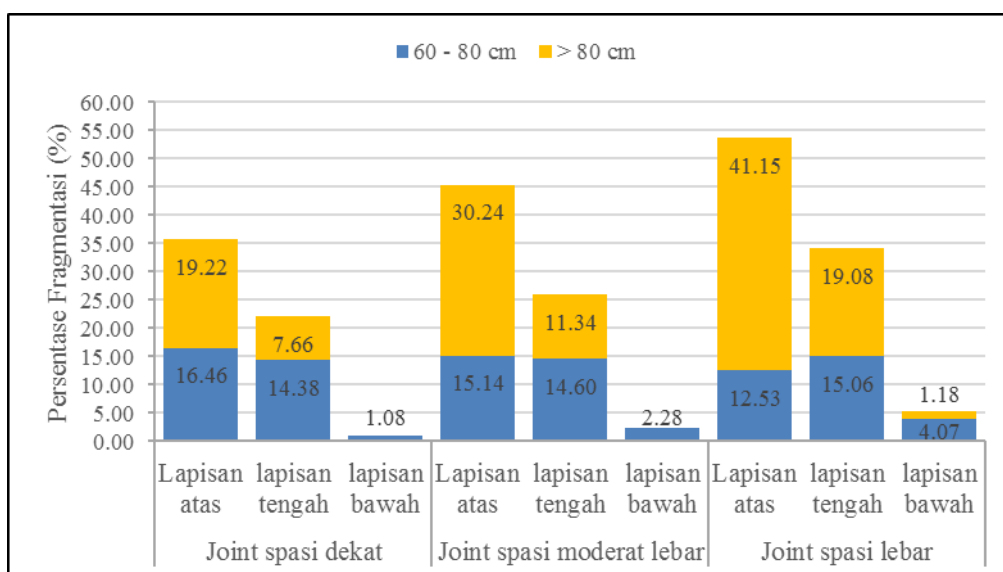
Berdasarkan Tabel 4, hasil distribusi fragmentasi yang didapat memiliki fragmentasi ≥ 80 cm sebesar 15.46%. dan persentase ≤ 80 cm sebesar 84.54%. Fragmentasi *boulder* (≥ 80 cm) lebih dari 15 % memiliki arti bahwa peledakan di PT Semen padang belum optimal [1].

Distribusi fragmentasi dipengaruhi oleh struktur *joint*. Struktur *joint* dekat memiliki persentase *boulder* yang lebih sedikit dibanding struktur *joint* spasi lebar, yaitu 8,96% berbanding 20,84%. Semakin dekat *joint*, maka fragmentasi semakin baik (*boulder* sedikit). Distribusi fragmentasi juga dipengaruhi oleh sistem pengisian lubang ledak dengan *column loading*, dimana kolom isian bahan peledak terletak paling bawah kemudian ditutup dengan material *stemming*. Pengaruh peledakan *column loading* dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3, diketahui terdapat perbedaan antara persentase *boulder* (≥80 cm) dan ukuran 60-80 cm pada setiap lapisan. Lapisan atas memiliki persentase *boulder* paling banyak, sedangkan lapisan bawah memiliki persentase *boulder* paling sedikit. Misalnya pada lokasi *joint* spasi dekat, persentase *boulder* pada lapisan atas, tengah dan bawah berturut-turut sebesar 19,22%, 7,66%, dan 0%. Begitu juga dengan ukuran fragmentasi 60-80 cm, persentase tertinggi terdapat pada lapisan atas. Lapisan atas memiliki persentase *boulder* dan fragmentasi 60-80 cm tertinggi disebabkan oleh energi peledakan terkonsentrasi pada bagian bawah lubang ledak (area bahan peledak). Panjang *stemming* yang tinggi dan lebih besar dari panjang kolom bahan peledak (HC) juga menjadi penyebab tingginya *boulder* pada lapisan atas dan tengah. Energi peledakan bagian atas lubang ledak memiliki energi terkecil karena jauh dari sumber peledakan. Energi peledakan akan merata jika menggunakan sistem pengisian *deck loading* [9].

3.1.2. Produktivitas Alat Gali Muat

Perhitungan produktivitas alat gali muat dilakukan untuk dapat mengetahui besarnya kemampuan alat gali muat untuk memindahkan material hasil peledakan ke alat angkut dalam hitungan per jam. Produktivitas *excavator* dipengaruhi oleh *cycle time*, kapasitas bucket, *bucket fill factor*, *swell factor*, dan efisiensi kerja.



**Gambar 3. Hubungan Fragmentasi Peledakan dan Joint Spasi**

*Excavator* yang digunakan adalah *Excavator Backhoe Caterpillar* 6030. Berdasarkan hasil perhitungan, *cycle time* dan produktivitas *Excavator* Backhoe Caterpillar 6030 sebesar 30,46 detik dan 1506,02 ton/jam. Struktur *joint* berpengaruh terhadap fragmentasi. Semakin dekat jarak *joint* spasi, produktivitas penggalian semakin besar. Struktur *joint* dengan spasi dekat memiliki produktivitas sebesar 1614,26 ton/jam, *joint* spasi moderat lebar sebesar 1534,65 ton/jam, *joint* spasi lebar sebesar 1413,73 ton/jam (Tabel 5). Produktivitas terbesar terletak pada lokasi peledakan dengan struktur *joint* spasi dekat dikarenakan material yang digali memiliki fragmentasi yang lebih homogen (*boulder* sedikit) dibanding di lokasi lainnya.

Berdasarkan Tabel 5, diketahui bahwa persentase fragmentasi *boulder* mempengaruhi kinerja penggalian *excavator*. Semakin besar persentase *boulder* akan mempersulit penggalian yang ditandai dengan meningkatnya *cycle time excavator* sehingga menurunkan produktivitas penggalian. Fragmentasi yang diharapkan adalah distribusi fragmentasi dengan sedikit *boulder* sehingga dapat meningkatkan produktivitas penggalian. Hubungan antara produktivitas (Y) dan *boulder* (x) adalah  $Y = -16,5684x + 1762,1514$ .

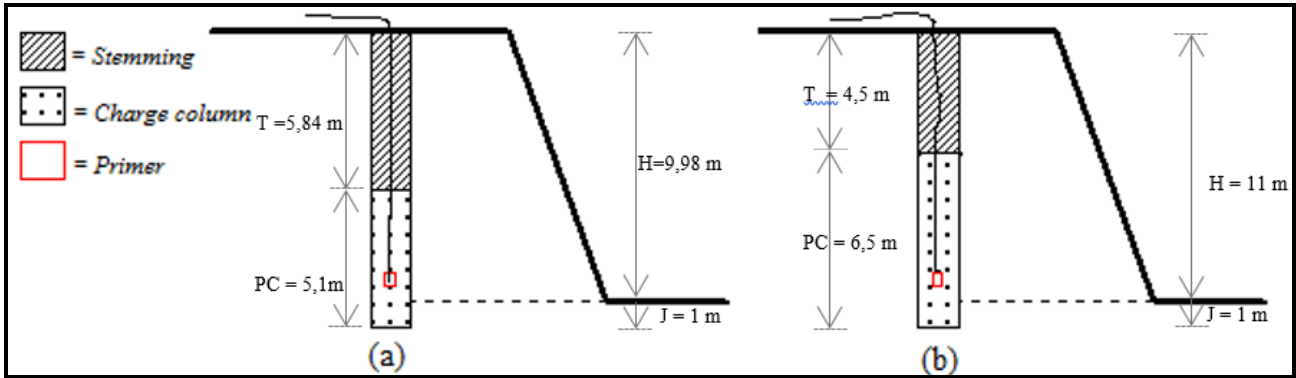
Berdasarkan *handbook* Caterpillar, *cycle time Excavator Backhoe Caterpillar* 6030 memiliki range *cycle time* antara 24 detik sampai 30 detik. Namun, hasil pengamatan di lapangan didapatkan 10 dari 17 kali pengamatan memiliki *cycle time* diatas 30 detik. Salah satu faktor penyebabnya adalah fragmentasi hasil peledakan yang kurang optimal.

#### 3.4. Perbaikan Fragmentasi Hasil Peledakan

Berdasarkan uraian sebelumnya, fragmentasi hasil peledakan belum optimal sehingga membutuhkan modifikasi geometri peledakan. salah satu kekurangan geometri sebelumnya adalah terlalu tingginya *stemming*. Tinggi *stemming* secara teori adalah maksimal satu kali burden [10]. Berdasarkan geometri aktual, burden sebesar 4,44 m dan *stemming* sebesar 5,84 m yang berarti *stemming* terlalu besar 31,53% sehingga penggunaan bahan peledak terlalu sedikit secara teori. Modifikasi geometri peledakan dilakukan dengan penambahan bahan peledak. Tinggi *stemming* dikurangi menjadi 4,5 meter sehingga tinggi *column charge* meningkat menjadi 6,5 meter, sedangkan aspek geometri lainnya adalah relatif sama seperti geometri awal (Gambar 4). Geometri peledakan direkomendasikan menggunakan *burden* 4,5 m, spasi 5,5 m, kolom isian 6,5 m, *subdrilling* 1 m, tinggi jentang 10 m, *stemming* 4,5 m, dan kedalam lubang ledak sebesar 11 m. Penggunaan bahan peledak Dabex 73 (*loading density* 14,8 Kg/m) sebesar 96,2 Kg per lubang.

**Tabel 5. Cycle Time dan Produktivitas Excavator**

Jenis <i>Joint</i>	Material hasil peledakan Ke	Fragmentasi <i>boulder</i> (%)	<i>Cycle time</i> (detik)		Produktivitas (Ton/jam)	
			Nilai	Rata-rata	Nilai	Rata-rata
Spasi dekat	1	9,25	29,46	28,59	1565,92	1614,26
	2	10,99	28,49		1619,23	
	3	6,64	27,83		1657,63	
Spasi moderat lebar	1	14,41	30,43	30,09	1516,00	1534,65
	2	13,36	30,47		1514,01	
	3	12,65	29,03		1589,11	
	4	13,22	29,15		1582,57	
	5	17,16	30,23		1526,03	
	6	17,72	32,10		1437,13	
	7	9,20	29,51		1563,26	
	8	13,13	29,78		1549,09	
Spasi lebar	1	21,09	33,35	32,69	1383,26	1413,73
	2	22,13	33,04		1396,24	
	3	18,45	31,35		1471,51	
	4	19,83	33,65		1370,93	
	5	20,37	30,37		1518,99	
	6	23,19	34,39		1341,43	
<b>Rata-rata</b>		<b>15,46</b>	<b>30,46</b>		<b>1506,02</b>	



Gambar 4. (a) Geometri peledakan aktual dan (b) geometri peledakan modifikasi

Tabel 6. Distribusi Fragmentasi dengan Geometri Peledakan Modifikasi.

Distribusi Fragmentasi (%)					
0-20 cm	21-40 cm	41-60 cm	61-80 cm	81-100 cm	≥100 cm
37.38	30.64	17.3	8.46	3.74	2.48

Fragmentasi hasil peledakan dengan geometri modifikasi dapat diprediksi dengan Kuzram. Hasil distribusi fragmentasi  $\geq 80$  cm sebesar 6,22 % (Tabel 6). Setelah mengalami modifikasi geometri, produktivitas meningkat menjadi 1659,06 ton/jam atau meningkat 10,16 % dari produktivitas awal.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan sebelumnya didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Produktivitas rata-rata pengeboran sebesar 970,40 ton/jam, telah melampaui target produksi pengeboran perhari yaitu sebesar 800 ton/jam. Kecepatan pengeboran dipengaruhi oleh jenis *joint* spasi. Untuk *joint* spacing dekat diperoleh kecepatan pengeboran 0,4569 m/ menit, untuk *joint* spacing moderat lebar diperoleh kecepatan pengeboran 0,4741 m/ menit, dan untuk *joint* spacing lebar diperoleh kecepatan pengeboran 0,4880 m/ menit. Semakin dekat *joint* spasi maka kecepatan pengeboran semakin kecil karena terjepitnya mata bor.
2. Berdasarkan ketentuan persentase maksimum *boulders* yaitu 15%, maka distribusi fragmentasi rata-rata hasil peledakan belum optimal karena persentase *boulder* yaitu 15,46%. Distribusi fragmentasi dipengaruhi oleh jenis *joint* spasi batuan. Semakin dekat *joint* spasi maka fragmentasi yang dihasilkan semakin baik. Pengisian bahan peledak dengan metode *column loading* mengakibatkan energi peledakan tidak tersebar merata.
3. Produktivitas rata-rata *Excavator Backhoe Caterpillar* 6030 sebesar 1506,02 ton/jam. Produktivitas terbesar terletak pada lokasi dengan struktur *joint* spasi dekat karena fragmentasi hasil peledakan yang relatif seragam (sedikit *boulder*) dibanding pada lokasi dengan struktur *joint* spasi moderat lebar dan lebar.
4. Geometri peledakan direkomendasikan menggunakan *burden* 4,5 m, spasi 5,5 m, kolom isian 6,5 m, *subdrilling* 1 m, tinggi jenjang 10 m, *stemming* 4,5 m, dan kedalam lubang ledak sebesar 11 m. Setelah mengalami modifikasi geometri, produktivitas meningkat dari 1506,02 ton/jam menjadi 1659,06 ton/jam atau meningkat 10,16 % dari produktivitas awal.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pembimbing di lapangan Bapak Yelmi Adi Putra, S. T., Bapak Romi Abdillah, S. T., dan seluruh karyawan PT. Semen Padang yang telah membantu dan membimbing selama kegiatan penelitian berlangsung.



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Koesnaryo, S. (2001). *Pemboran untuk penyediaan lubang ledak Teori Peledakan*. Yogyakarta: Teknik Pertambangan UPN.
- [2] Waluyo, Taufik Toha, Endang Wiwik. (2017). Analisis Pengaruh Struktur *Joint* Terhadap Fragmentasi Peledakan dan Produktivitas Alat Gali Muat PT Semen Padang (Persero), Tbk. *Jurnal Pertambangan Vol. 1 No. 4 Agustus 2017*.
- [3] Jimeno, C. (1995). *Drilling and Blasting of Rock*. A. A. Rotterdam, Netherlands : Balkema Publisher.
- [4] Cunningham, C.V.B. (1987). Fragmentation estimations and the Kuz-Ram model - Four years on. *Proceedings of the second international symposium on rock fragmentation by blasting*, Keystone, Colorado, 475-487.
- [5] Spathis, A.T. 2004. A Correction Relating to the Analysis of the Original Kuz-Ram Model. *International Journal for Blasting and Fragmentation*, 8:4,201-205.
- [6] Spathis, A.T. 2013. *A three parameter rock fragmentation distribution*. Orica Mining Services Technical Centre: Australia
- [7] Tenrissuki, A. (2002). *Pemindahan Tanah Mekanis dan Alat Berat*. Jakarta : Penerbit Universitas Guna Dharma.
- [8] Gokhale, V. B. 2011. *Rotary Drilling and Blasting in large Surface Mines*.USA: CRC Press.
- [9] Toha, M. T., Bochori, and Waluyo. (2017). Blasting Design Without *Subdrilling* on *Jointed Limestone* to Optimize Fragmentation. *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology Vol. 7 No. 5 ISSN : 2088–5334*.
- [10] Ash, R. L. (1990). *Design of Blasting Round, Surface Mining*. Canada : B.A Kennedy, Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.