

KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN PADA KEBERHASILAN PEMBONGKARAN *OVERBURDEN* BERDASARKAN FRAGMENTASI HASIL PELEDAKAN

Rudi Frianto¹, Nurhakim¹, Riswan¹

Abstrak: Kajian teknis geometri peledakan pada keberhasilan pembongkaran *overburden* berdasarkan fragmentasi hasil peledakan pada pit 3 dan pit 4 PT. Aktuhup, Kecamatan Barito Tuhup Raya, Kabupaten Murung Raya, Propinsi Kalimantan Tengah telah dilakukan. PT. Asmin Koalindo Tuhup merupakan perusahaan tambang batubara yang menghasilkan batubara yang berkualitas tinggi yang sering disebut *Coking Coal*. Dalam mendapatkan batubara tersebut dilakukan kegiatan pembongkaran *overburden* yang tidak lepas dari kegiatan pemboran dan peledakan. Geometri peledakan yang digunakan ada 3, yaitu burden 6,5m x spasi 7,5m, burden 7m x spasi 8m dan burden 7,5m x spasi 8,5m. Perbedaan geometri ini menghasilkan fragmentasi hasil peledakan yang berbeda juga, serta berdampak pada proses selanjutnya yaitu penggalian dan pemuatan yang dilakukan oleh alat gali muat Liebherr 9250 dan Liebherr 9350. Metode kajian teknis menggunakan *software Split Desktop (Photographic)* dan dibandingkan dengan teoritis menggunakan metode Kuzram. Hal ini dilakukan untuk mengetahui fragmentasi hasil peledakan. Hasil dari *Split Desktop* berupa prosentase ukuran fragmen yang digunakan untuk membandingkan hasil fragmentasi dari geometri peledakan yang digunakan dan menghubungkannya dengan *digging time* dan *bucket fillfactor* alat gali muat. Hasil dari kajian menunjukkan bahwa geometri yang optimum adalah geometri 7mx8m memiliki fragmentasi hasil peledakan dengan persentase 30,41% (ukuran ≤ 200 mm), 23,95% (ukuran 201-400 mm), 21,99% (ukuran 401-600 mm), 15,51% (ukuran 601-800 mm) dan 8,14% (ukuran > 800 mm) dengan *digging time* 10,99 sekon dan *bucket fill factor* sebesar 69,76%. Rancangan geometri peledakan yang direkomendasikan berdasarkan alat gali muat yang digunakan, tinggi jenjang yang direncanakan dan ukuran fragmen rata-rata yang dikehendaki sebesar 30 cm.

Kata Kunci: Geometri Peledakan, Fragmentasi, *Split Desktop*, Kuz-Ram, *DiggingTime*, *Bucket Fill Factor*

PENDAHULUAN

Dalam industri pertambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras, sehingga tidak dapat digali secara langsung karena berpengaruh pada produktifitas alat gali muat tersebut. Dengan berkembangnya teknologi, ditemukan solusi untuk memberaikan batuan tersebut yaitu dengan proses peledakan. Dimana

proses ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pemberaian batuan keras sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien. Jadi perlunya perancangan geometri peledakan yang tepat dengan memperhatikan *powder factor* (PF) yang digunakan. Dimana dalam rancangan geometri peledakan, *powder*

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Lambung Mangkurat
Email : rudifrianto@rocketmail.com

factor ini akan menjadi acuan terhadap biaya yang dikeluarkan dalam proses peledakan.

Pada proses peledakan terdapat beberapa indikator keberhasilan peledakan, salah satunya adalah fragmentasi, dimana ukuran fragmen yang dihasilkan berpengaruh untuk proses penggalian *overburden* yang terledakkan yang mempengaruhi kinerja alat gali muat. Suatu rancangan geometri peledakan yang optimal diperlukan untuk mengkaji geometri peledakan yang akan digunakan dan fragmentasi hasil peledakan tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Kegiatan Peledakan

Kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pemberaian batuan dari batuan induk menggunakan bahan peledak. Menurut kamus pertambangan umum, bahan peledak adalah senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan cepat apabila diberikan suatu perlakuan, menghasilkan sejumlah gas bersuhu dan bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat singkat.

Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila (Koesnaryo,1988):

1. Target produksi terpenuhi (dinyatakan dalam ton/hari atau

ton/bulan).

2. Penggunaan bahan peledak efisien (dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak disebut *powder factor*).
3. Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar perpeledakan).
4. Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan–retakan).
5. Aman.
6. Dampak terhadap lingkungan minimal.

Pola Pemboran

Kegiatan pemboran lubang ledak dilakukan dengan menempatkan lubang–lubang ledak secara sistematis, sehingga membentuk suatu pola. Berdasarkan letak lubang bor maka pola pemboran dibagi menjadi dua pola dasar, yaitu pola pemboran sejajar (*parallel pattern*) dan pola pemboran selang seling (*staggered pattern*)

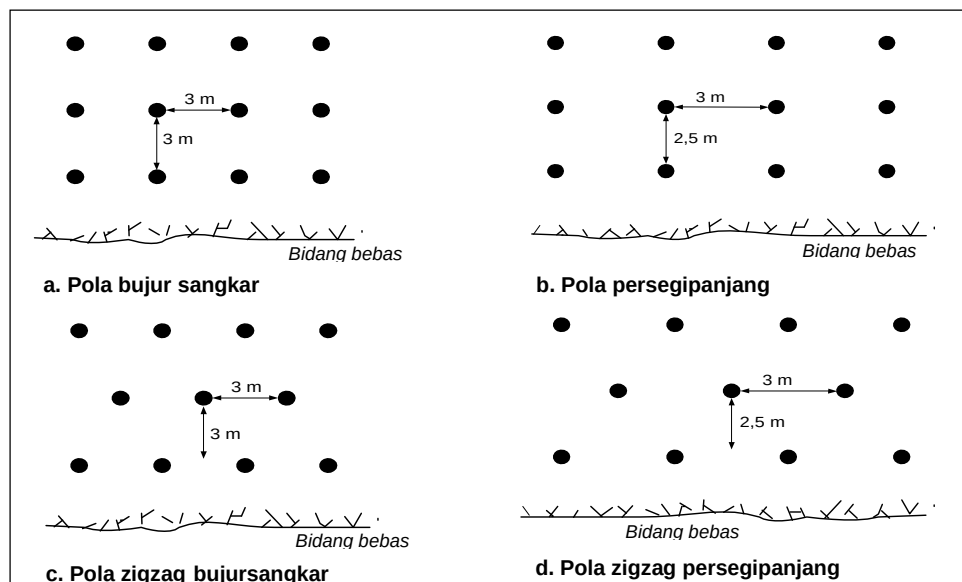
Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang–lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya

ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya.

Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:

1. *Box Cut*, yaitu pola ini arah lemparan seluruhnya ketengah area peledakan, biasa digunakan apabila kesulitan atau tidak ada *free facel* lain selain di atas.
2. *Echelon*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batumannya kesalah satu sudut dari bidang bebasnya.
3. *"V" cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batumannya kedepan dan membentuk huruf V.
4. *Flat Face*, yaitu pola peledakan dengan waktu tunda yang sama untuk tiap deret lubang ledak (*row by row*).



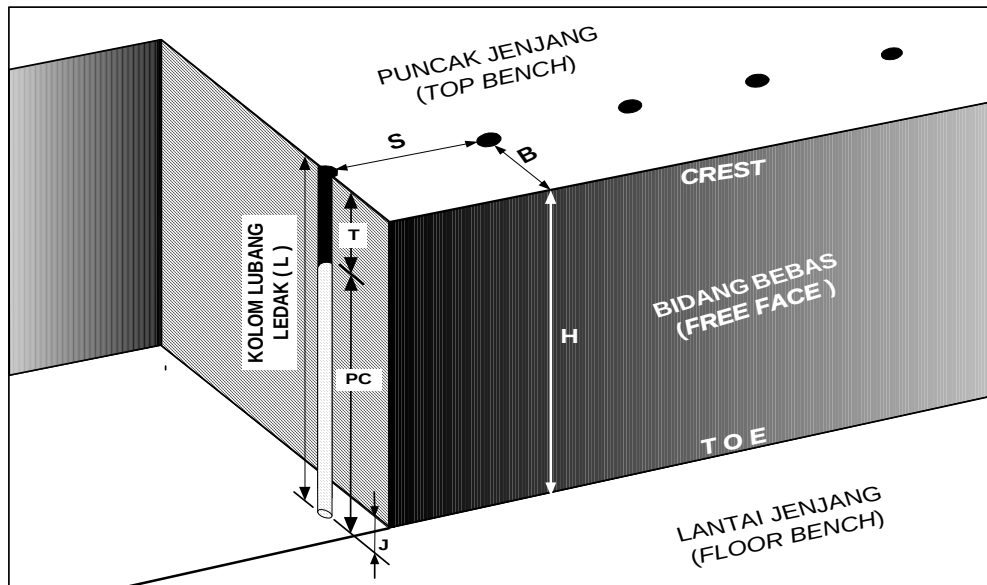
Sumber : Anonim, 2009b; 6

Gambar 1. Pola Pemboran

Geometri Peledakan Menurut Konya (1990)

Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan yang diinginkan maka perlu suatu perencanaan ledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri peledakan. Terminologi dan

simbol yang digunakan pada geometri peledakan ditunjukkan oleh Gambar 2 dengan keterangan B adalah *burden*, L kedalaman kolom lubang ledak, S adalah spasi, T adalah penyumbat (*stemming*), H adalah tinggi jenjang, PC adalah isian utama (*primary charge* atau *powder column*) dan J adalah *subdrilling*



Sumber : Anonim, 2009b ; 24

Gambar 2. Geometri Peledakan Jenjang

Powder Factor

Powder factor adalah bilangan yang menyatakan jumlah massa bahan peledak yang digunakan untuk meledakkan sejumlah batuan. Ada 2 cara untuk menyatakan *powder factor* dari suatu peledakan:

1. Berat bahan peledak per volume batuan yang diledakkan (kg/m^3)
2. Berat bahan peledak per berat batuan yang diledakkan (kg/ton)

Powder factor di lokasi penelitian dihitung dengan persamaan 1.

$$\text{Powder Factor} = \frac{W_{\text{Powder}_{\text{handak}}}}{V_{\text{material}}} \quad (1)$$

Fragmentasi

Model Kuz-Ram merupakan gabungan dari persamaan *Kuznetsov* dan persamaan *Rossin–Rammler*.

Persamaan *Kuznetsov* (persamaan 2) memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan *Rossin–Rammler* menentukan persentase material yang tertampung dinyatakan dengan ukuran tertentu.

$$\bar{x} = A \left(\frac{V_0}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,1} \quad (2)$$

$\bar{x}$ adalah ukuran rata-rata fragmentasi batuan (cm), A adalah faktor batuan, V_0 adalah volume batuan yang terbongkar (m^3) dan Q adalah berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg). Persamaan 2 adalah untuk tipe bahan peledak TNT. *Cunningham* memodifikasi persamaan 2 untuk memenuhi penggunaan ANFO sebagai bahan peledak, sehingga persamaan 2 menjadi :

$$\bar{x} = Ax \left(\frac{V_0}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,1667} \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \quad (3)$$

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Lambung Mangkurat
Email : rudifrianto@rocketmail.com

Q adalah berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg), E adalah RWS bahan peledak, untuk ANFO = 100 dan TNT = 115. Volume batuan yang hendak terbongkar ditentukan dengan persamaan 3 dengan syarat adanya penentuan ukuran rata-rata fragmentasi yang dikehendaki, sehingga didapat persamaan 4.

$$Q = \sqrt[0.1669]{\frac{\bar{X}}{A \times \left(\frac{1}{PF}\right)^{0.8} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-0.63}}} \quad (4)$$

$$PF = \frac{Q}{V_o} \quad (5)$$

$$V_o = B \times S \times H \quad (6)$$

B adalah burden(m), H adalah tinggi jenjang(m), S adalah spasi(m), dan PF adalah powder factor (kg/m³)

Distribusi fragmen batuan hasil peledakan ditentukan dengan persamaan *Rossin – Rammler*, yaitu :

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \quad (7)$$

R adalah persentase massa batuan yang lolos dengan ukuran X(cm), X_c adalah karakteristik ukuran(cm), X adalah ukuran ayakan (cm) dan n adalah Indeks Keseragaman. X_c dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$X_c = \frac{\bar{X}}{(0,693)^{1/n}} \quad (8)$$

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh Cunningham dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan di bawah ini (Konya, 1990):

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{A-1}{2}\right) \left(\frac{PC}{H}\right) \quad (9)$$

Dimana :

B = Burden (m)

D = Diameter (mm)

W = Standar deviasi lubang bor (m)

A = Ratio spasi/burden

PC = Panjang muatan handak (m)

H = Tinggi jenjang (m)

Split Desktop

Split Desktop merupakan program pemrosesan gambar (*image analysis*) untuk menentukan distribusi ukuran dari fragmen batuan pada proses penghancuran batuan yang terjadi pada proses penambangan.

Program *Split desktop* dijalankan oleh *engineer* tambang atau teknisi di lokasi tambang dengan mengambil input data berupa foto digital fragmentasi. Sistem *Split desktop* terdiri dari *software*, *computer*, *keyboard* dan monitor. Terdapat mekanisme untuk mengunduh gambar dari kamera digital kedalam komputer. Unsur-unsur terkait dalam *Split desktop* yaitu,

fragmenbatuan, fotodigital, perangkat komputer, hasilanalisis. (Duna, 2010)

Bucket Fill Factor

Karakteristik ukuran material memiliki peranan penting dalam menentukan proses pemuatan. Produksi

alat gali muat sangat dipengaruhi oleh material yang dimuatnya, dikenal dengan istilah faktor pengisian *bucket* yaitu perbandingan volume material nyata yang dimuat *bucket* dengan kapasitas munjung *bucket* yang dinyatakan dalam persen (%) (Tabel 1).

Tabel 1. *Bucket Fill Factor*

<i>Condition</i>	<i>Excavating Conditions</i>	<i>Bucket Fill Factor</i>
<i>Easy</i>	<i>Excavating natural ground of clayey soil, clay, or soft soil</i>	1,1 – 1,2
<i>Average</i>	<i>Excavating natural ground of soil such as sandy soil and dry soil</i>	1,0 – 1,1
<i>Rather</i>	<i>Excavating natural ground of sandy soil such as with gravel</i>	0,8 – 0,9
<i>Difficult</i>	<i>Loading Blasted Rock</i>	0,7 – 0,8

Sumber : Anonim, 2007 : 15A-9

HASIL DAN PEMBAHASAN

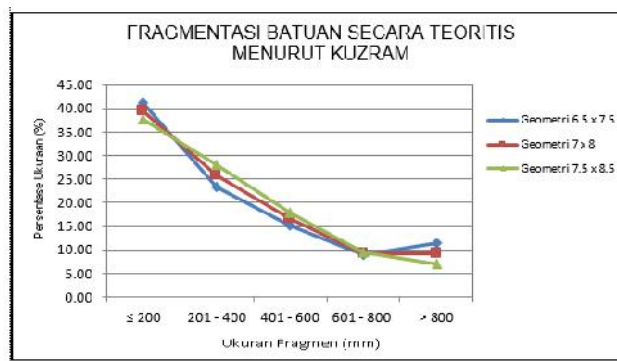
Prediksi Distribusi Fragmentasi Hasil Peledakan Menurut Kuzram

Berdasarkan geometri peledakan yang digunakan PT Asmin Koalindo Tuhup, maka diperoleh hasil perhitungan prediksi distribusi

fragmentasi hasil peledakan menurut Kuzram seperti pada Tabel 2. Berdasarkan grafik pada Gambar 2 terlihat semakin besar geometri peledakan yang digunakan, maka semakin kecil ukuran fragmen yang dihasilkan.

Tabel 2. Prediksi Distribusi Fragmentasi Hasil Peledakan Menurut Kuzram

Geometri	6,5 x 7,5	7 x 8	7,5 x 8,5
Size (mm)	Persentase Ukuran (%)		
≤ 200	41,08	39,44	37,77
201 - 400	23,36	25,69	28,02
401 - 600	15,15	16,56	17,91
601 - 800	8,90	9,23	9,37
> 800	11,52	9,08	6,93



Gambar 3. Prediksi distribusi fragmentasi batuan secara teoritis menurut kuzram

Hal tersebut dikarenakan tiap geometri peledakan memiliki perbedaan panjang kolom isian bahan peledak. Semakin besar geometri peledakan, maka semakin panjang kolom isian bahan peledak.

Jadi dapat disimpulkan geometri peledakan yang menghasilkan ukuran fragmen > 800 mm tiap peledakannya di bawah toleransi adanya *boulder* yang ditetapkan perusahaan sebesar 15% sudah efektif, akan tetapi dari ketiga

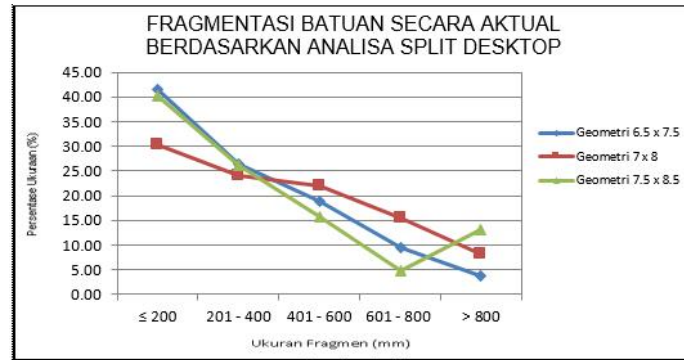
geometri peledakan tersebut yang paling efektif adalah geometri peledakan 7,5 m x 8,5 m.

Distribusi Fragmentasi Hasil Peledakan Aktual dari Analisa *Split Desktop*

Berdasarkan geometri peledakan yang digunakan PT Asmin Koalindo Tuhup maka dapat dilakukan perhitungan distribusi fragmentasi hasil peledakan dengan analisa *Split Desktop*, yaitu (Tabel 3)

Tabel 3. Distribusi rata-rata fragmentasi batuan aktual berdasarkan analisa *split desktop*

Geometri	6,5 x 7,5	7 x 8	7,5 x 8,5
Size (mm)	Persentase Ukuran (%)		
≤ 200	41,52	30,41	40,28
201 - 400	26,31	23,95	26,13
401 - 600	18,85	21,99	15,75
601 - 800	9,55	15,51	4,84
> 800	3,77	8,14	13,00



Gambar 4. Grafik distribusi fragmentasi batuan secara aktual berdasarkan analisa *split desktop*

Gambar 4 menunjukkan bahwa geometri peledakan yang menghasilkan ukuran fragmen >800 mm tiap peledakannya di bawah toleransi adanya *boulder* yang ditetapkan perusahaan sebesar 15% secara aktual berdasarkan analisa *split desktop* efektif, akan tetapi dari ketiga geometri peledakan tersebut yang paling efektif adalah geometri peledakan 6,5 x 7,5 m

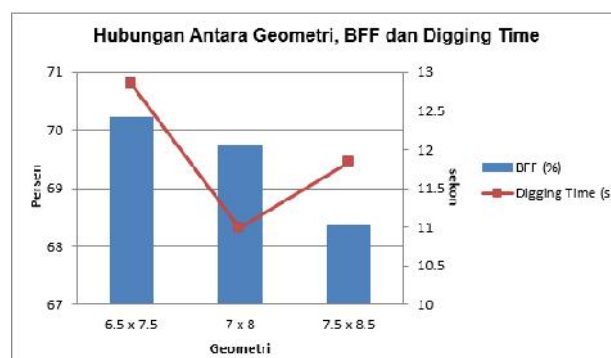
karena menghasilkan ukuran fragmen >800 mm paling sedikit dan ukuran fragmennya lebih seragam.

Analisa *Digging Time* dan *Bucket Fill Factor* Alat Gali Muat

Pengamatan *digging time* dan *bucket fill factor* merupakan salah satu parameter untuk memberikan penilaian terhadap kinerja alat gali muat terhadap ukuran fragmen hasil peledakan.

Tabel 4. Data *digging time* dan *bucket fill factor* alat gali muat

Geometri	<i>Digging Time</i> (S)	<i>Bucket Fill Factor</i> (%)
6.5 m x 7.5 m	12.85	70.23
7 m x 8 m	10.99	69.76
7.5 m x 8.5 m	11.84	68.37



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Geometri, *Bucket Fill Factor* dan *Digging Time*

Gambar 5 merupakan grafik hubungan antara Geometri Peledakan, nilai *Bucket Fill factor* dan *Digging Time* Alat Gali Muat. Hasil ukuran fragmen yang dihasilkan tiap geometri peledakan yang digunakan akan berpengaruh kepada *digging time* dan *bucket fill factor* alat gali muat. Berdasarkan pengamatan di lapangan, pada geometri 6,5 x 7,5 menghasilkan *bucket fill factor* sebesar 70,23% dengan *digging time* 12,85 sekon. Pada geometri 7x8 menghasilkan *bucket fill factor* sebesar 69,76% dengan *digging time* 10,99 sekon, sedangkan pada geometri 7,5 x 8,5 menghasilkan *bucket fill factor* sebesar 68,37% dengan *digging time* 11,85 sekon. Hal ini dapat disebabkan karena semakin kecil ukuran fragmen yang dihasilkan akan mempermudah penggalian dan memberi peluang untuk menghasilkan *bucket fill factor* yang besar, sehingga

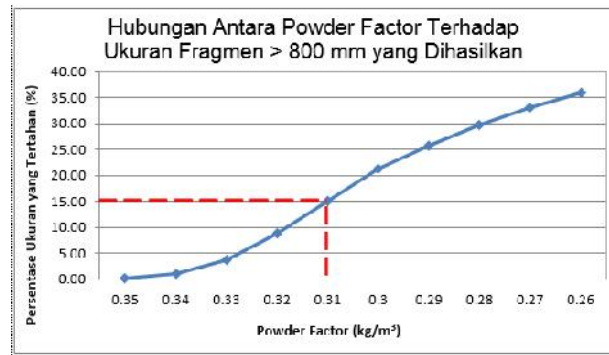
untuk memperoleh hal tersebut memerlukan *digging time* yang lama. Faktor-faktor lain yang menyebabkan *digging time* lama adalah jarak antar butir atau kerapatan butir, jenis dan kondisi material tersebut, kondisi *front* kerja, serta keahlian operator. Sasaran yang diinginkan perusahaan yaitu *digging time* alat gali muat yang cepat dan menghasilkan *bucket fill factor* yang besar. Hal tersebut ditunjukkan pada geometri 7x8 menghasilkan *bucket fill factor* sebesar 69,76% dengan *digging time* yang cepat, yaitu 10,99 sekon.

Simulasi Rancangan Geometri Peledakan

Simulasi rekomendasi rancangan geometri peledakan yang dapat diberikan berdasarkan ukuran fragmen rata-rata sebesar 30 cm, tinggi jenjang yang diinginkan 10 meter, seperti Tabel 5 :

Tabel 5. Rekomendasi rancangan geometri peledakan

No	B (m)	S (m)	H (m)	L (m)	PC (m)	T (m)	J (m)	D (in)	De (kg/m)	PF (kg/m ³)	Sz > 80 cm (%)
1	5	12.1	10	11.5	8.44	3.06	1.5	6.56	25.06	0.35	0.07
2	5	10.8	10	11.5	7.34	4.16	1.5	6.56	25.06	0.34	0.94
3	5	9.7	10	11.5	6.36	5.14	1.5	6.56	25.06	0.33	3.78
4	5	8.6	10	11.5	5.49	6.01	1.5	6.56	25.06	0.32	8.78
5	5	7.6	10	11.5	4.71	6.79	1.5	6.56	25.06	0.31	14.99
6	5	6.7	10	11.5	4.03	7.47	1.5	6.56	25.06	0.30	21.28
7	5	5.9	10	11.5	3.42	8.08	1.5	6.56	25.06	0.29	25.70
8	5	5.2	10	11.5	2.89	8.61	1.5	6.56	25.06	0.28	29.63
9	5	4.5	10	11.5	2.43	9.07	1.5	6.56	25.06	0.27	33.04
10	5	3.9	10	11.5	2.03	9.47	1.5	6.56	25.06	0.26	35.95



Gambar 6. Grafik hubungan antara *powder factor* terhadap ukuran fragmen > 800 mm yang dihasilkan

Perusahaan menetapkan bahwa toleransi adanya *boulder* (>800 mm) yang dihasilkan tiap peledakan tidak melebihi 15% dari volume yang akan dibongkar. Faktor yang mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan salah satunya adalah geometri peledakan dan *powder factor*. Faktor tersebut dilakukan simulasi perancangan geometri peledakan dan *powder factor* yang dianggap optimum dan efisien.

Berdasarkan hasil simulasi rancangan geometri peledakan pada tabel 2,5, persentase toleransi adanya *boulder* sebesar 15% pada penggunaan PF minimum sebesar 0.31 kg/m³. Apabila menggunakan PF di bawah dari PF minimum, maka akan mengurangi kebutuhan bahan peledak yang digunakan tetapi jika ditinjau dari ukuran fragmen yang dihasilkan >800 mm melebihi batas toleransi adanya *boulder* sesuai dengan ketentuan perusahaan. Apabila menggunakan PF

lebih besar dari PF minimum akan menghasilkan ukuran fragmen >800 mm lebih kecil, tetapi apabila ditinjau dari *digging time* dan *bucket fill factor* alat gali muat kemungkinan akan menghasilkan selisih yang tidak terlalu signifikan, serta apabila penggunaan PF yang besar akan meningkatkan biaya peledakan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai fragmentasi hasil peledakan pada PT. Asmin Koalindo Tuhup, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Geometri peledakan yang optimum, yaitu geometri dengan burden 7m x spasi 8m hal ini dikarenakan pada geometri ini menghasilkan ukuran fragmen >800mm sebesar 8,14%, *digging time* alat gali muat rendah 10,99 detik dan *bucket fill factor* 69,76 %.

2. Faktor-faktor teknis yang mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan adalah prepare lokasi yang tidak maksimal sehingga menyebabkan deviasi-deviasi, antara lain ketidaktepatan titik bor, arah pemboran dan deviasi pengisian jumlah bahan peledak per lubang, serta penggunaan tamper saat pemadatan material *stemming*.
3. Simulasi rancangan geometri peledakan minimum yang direkomendasikan, sesuai dengan toleransi adanya ukuran fragmen > 800 mm sebesar 15% adalah diameter lubang ledak 6,56 inci, *burden* 5 m, spasi 7,6 m, tinggi jenjang 10 m, kedalaman lubang ledak 11,5 m, panjang kolom isian bahan peledak 4,71 m, panjang *stemming* 6,79 m, *subdrilling* 1,5 m dengan PF sebesar 0,31 kg/m³.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2007, *Spesification and Application Handbook Edition 28 Komatsu*, Japan, Page 15A-9.
- Anonim, 2009b, *Modul Kursus Juru Ledak Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara*, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta. Halaman 6-16.
- Duna, B. I, 2010, *Panduan Split Desktop*, Banjarbaru, Universitas Lambung Mangkurat, Halaman 1-15
- Hartman, H.L, 1987, *Introductory Mining Engineering*, Canada : John Wiley & Son. Inc. Page 124.
- Hustrulid, W, 1999, *Blasting Principles for Open Pit Mining Volume 1*, Colorado School of Mines, Golde, Colorado, USA, Page 107.
- Indonesianto, Y, 2008, *Pemindahan Tanah Mekanis*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta, Halaman 36-37.
- Koesnaryo, 1988, *Bahan Peledak dan Metode Peledakan*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta, Halaman 58.
- Konya, C.J and Edward J.W, 1990, *Surface Blast Design*, Prentice Hall, Engle Wood Cliffs, New Jersey, Page 127.
- Meryan, Della Gloria, 2011, *Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Pada PT. Kalimantan Prima Persada Site Tanjung Alam Jaya Di Desa Batang BanyuKec. Pengaron Kab. Banjar Propinsi Kalimantan Selatan*, Skripsi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Halaman 3-5;3-19.
- Pratiwi, Citra, 2012, *Kajian Teknis Geometri Peledakan Pada Pembongkaran Overburden Ditinjau Dari Fragmentasi Hasil Peledakan di PT. Wahana Baratama Mining Desa Sungai*

Cukai Kec. Satui Kab Tanah Bumbu Kalimantan Selatan, Skripsi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Halaman 3-20;3-21.

Simulasi Monte Carlo Untuk Menentukan Faktor Batuan Di Pit A Selatan – PT Dharma Henwa, TBK, Skripsi, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Halaman 3-33.

Rudianto, S, 2008, *Perhitungan Distribusi Fragmen Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Model Kuzram Dengan Menggunakan*