

**Kajian Teknis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Dan  
Digging Time Di Pit Kangguru Pt. Pamapersada Nusantara Jobsite Pt.  
Kaltim Prima Coal**

Septian Panca Nugraha<sup>1</sup>, R. Hariyanto<sup>2</sup>, Indri Lesta Siwidiani<sup>2</sup>

<sup>1/2</sup>UPN “Veteran” Yogyakarta

Afiliasi/Institusi Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran”  
Yogyakarta,

Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta 55283 Indonesia

email : septianpanca29@yahoo.co.id

**ABSTRACT**

*The research was conducted at coal mining area pit Kangguru, which mining activities was operated by PT. Pamapersada Nusantara. The research location is at East Kutai Regency, East Kalimantan. The applied mining system is open pit mining system with strip mine method.*

*The research was conducted to evaluating the blasting geometry to rock fragments marked by the boulder percentage, and the digging time of the digging equipment for overburden stripping operation which consists of siltstone and claystone. Based on field orientation, problems found that the fragment size was not optimal because there were still many boulder materials (> 86 cm). The average boulder percentage of blasting results based on the photographic analysis method was 27,261%, and the digging time of the loading equipment was 11.89 seconds on average.*

*One of the factors causing the un-optimal size of the blasting fragment is due to the inadequate use of explosives and the blasting geometry on the condition of the blasted rock mass. Improving blasting geometry is required to obtain optimal blasting fragmentation. The blasting geometry design which proposed improvement is determined by using the R.L. Ash taking into account the powder factor. The proposed blasting geometry design is burden 6,9-7,1 m, spacing 10,4-10,6 m, stemming 4-4,5 m, and blast hole depth of 8.9 m. The amount of explosives used per blast hole was 90,5-119,46 kg, and the powder factor value was 0,16-0,18 kg / m<sup>3</sup>. The percentage of boulder after improvement analyzed by the KCO method was 1,23%-3,15% for siltstone blasting and 1,21%-3,12% for claystone blasting. The average digging time after improvement was 11.06-11,15 seconds.*

*Keywords: blasting geometry, rock fragments, digging time*

**ABSTRAK**

Penelitian dilakukan di area pertambangan batubara pit Kangguru yang kegiatan pertambangannya dijalankan oleh PT. Pamapersada Nusantara. Lokasi penelitian terletak di Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Sistem penambangan adalah sistem tambang terbuka dengan metode *strip mine*.

Penelitian dilakukan untuk mengkaji kembali geometri peledakan terhadap fragmen batuan yang ditandai dengan persentase *boulder*, dan *digging time* alat gali muat pada operasi pengupasan *overburden* yang terdiri dari batulanau dan batulempung. Berdasarkan observasi lapangan, ditemukan permasalahan pada ukuran fragmen yang belum optimal karena masih banyak ditemukan material *boulder* (>86 cm). Persen *boulder* rata-rata hasil peledakan berdasarkan metode analisis fotografi adalah 27,261%, dan *digging time* alat muat rata-rata 11,89 detik

Faktor penyebab belum optimalnya ukuran fragmen hasil peledakan salah satunya dikarenakan karena belum optimalnya pemakaian bahan peledak dan geometri peledakan terhadap kondisi massa batuan yang diledakkan. Perbaikan geometri peledakan dibutuhkan untuk memperoleh fragmentasi hasil peledakan yang optimal. Rancangan geometri peledakan yang menjadi usulan perbaikan ditentukan menggunakan metode R.L. Ash dengan mempertimbangkan *powder factor*. Rancangan geometri peledakan yang diusulkan adalah burden 6,9-7,1 m, spacing 10,4-10,6 m, stemming 4-4,5 m, dan kedalaman lubang ledak 8,9 m. Jumlah bahan peledak yang digunakan per lubang ledak adalah sebanyak 90,5 - 119,46 kg dan nilai *powder factor* rancangan 0,16-0,18 kg/m<sup>3</sup>. Persentase *boulder* setelah perbaikan yang dianalisis dengan metode KCO adalah 1,23%-3,15% untuk peledakan batulanau dan 1,21%-3,12% untuk peledakan batulempung. *Digging time* setelah perbaikan rata-rata adalah 11,06-11,15 detik.

Kata Kunci: geometri peledakan, fragmen batuan, digging time

## I. 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 pembeaian 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 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.

## II. METODE/METHOD

### Kegiatan Peledakan

Kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pembeaian 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 20% 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

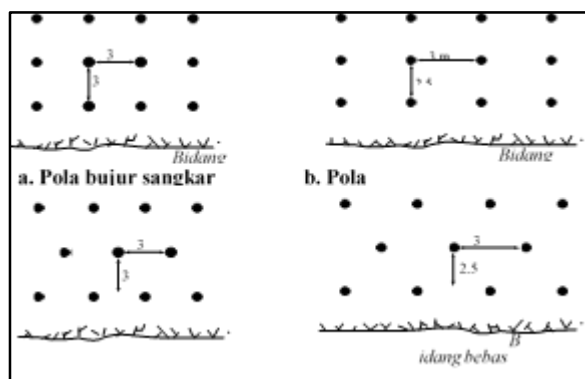
Kegiatan pemboran lubang ledak dilakukan dengan menempatkan lubang-lubang ledak secara sistematis, sehingga membentuk suatu pola. Berdasarkan letak lubang bor maka pola pemboran dibagi menjadi dua pola dasar, yaitu pola pemboran sejajar (*parallel pattern*) dan pola pemboran selang seling (*staggered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

### Pola Peledakan

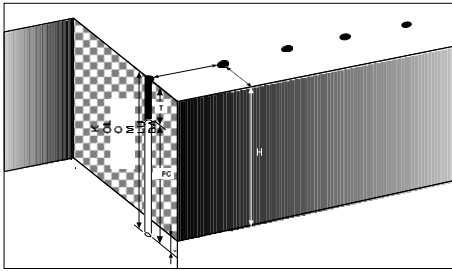
Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang-lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya.

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 facelain* selain di atas. *Echelon*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya kesalah satu sudut dari bidang bebasnya.
2. "*V*" *cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya kedepan dan membentuk huruf V.
3. *Flat Face*, yaitu pola peledakan dengan waktu tunda yang sama untuk tiap deret lubang ledak (*row by row*).



Gambar 1. Pola Pemboran



Gambar 2. Geometri Peledakan  
**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*

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

**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

Tabel 2.

Prediksi Distribusi Fragmentasi berdasarkan fungsi *swabrec* yang dikemukakan oleh Ouchterlony

Ukuran Ayakan (cm)	Persen Tertahan (Batulanau)		Persen Tertahan (Batulempung)	
	Usulan 1	Usulan 2	Usulan 1	Usulan 2
100	0,86%	2,38%	0,85%	2,36%
86	1,23%	3,15%	1,21%	3,12%
80	1,47%	3,62%	1,45%	3,59%
40	10,50%	16,26%	10,43%	16,18%
20	72,76%	70,03%	72,72%	69,99%
10	99,95%	99,78%	99,95%	99,79%
8	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

**III. HASIL/RESULT**

**Prediksi Distribusi Fragmentasi Hasil Peledakan Menurut Ouchterlony**

Berdasarkan geometri peledakan yang digunakan PT Pamapersada Nusatara, maka diperoleh hasil perhitungan prediksi distribusi fragmentasi hasil peledakan menurut Kuzram seperti pada Tabel 2 berikutHal tersebut dikarenakan tiap geometri peledakan memiliki perbedaan panjang kolom isian

bahan peledak. Semakin besar geometri peledakan, maka semakin panjang kolom isian bahan peledak.

**Analisa Digging Time Alat Gali Muat**

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

Tabel 3. Rekapitulasi Persen *Boulder* dan Prediksi *Digging Time* Alat Muat

	Aktual	Batulanau	Batulempung
Persen boulder (>86 cm)	11,06%	2,21%-3,15%	2,04%-3,12%
Digging time	11,89	11,06-11,15	11,06-11,15

Persentase *boulder* pada fragmentasi hasil peledakan memiliki pengaruh yang cukup kuat terhadap *digging time* alat muat. Apabila nilai persen *boulder* pada fragmentasi hasil peledakan semakin besar, maka *digging time* alat muat juga akan semakin tinggi. Alat muat yang menjadi referensi pada penelitian kali ini adalah Excavator Komatsu PC2000-8. Hal itu dikarenakan alat muat tersebut merupakan alat muat yang digunakan khusus untuk memuat material *overburden* hasil peledakan. Selama penerapan geometri peledakan aktual, *digging time* rata-rata alat muat adalah sebesar 11,89 detik. Rentang *digging time* alat muat selama kegiatan pengamatan adalah mulai dari 10,13 detik hingga 12,82 detik.

*Digging time* yang tinggi akan menurunkan produktivitas alat muat. Berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana, estimasi *digging time* alat muat yang didapatkan apabila persen *boulder* hasil peledakan sesuai dengan perhitungan metode KCO adalah 11,06 hingga 11,15 detik. Hasil tersebut memberikan hasil yang menunjukkan penurunan *digging time* dibandingkan dengan *digging time* aktual rata-rata, yang awalnya 11,89 detik menjadi 11,06 hingga 11,15 detik. Penurunan persentase *boulder* hasil peledakan dari awalnya sebesar 11,06% menjadi 1,23%-3,15% untuk batulanau dan 1,21%-3,12% untuk batulempung, diharapkan akan membuat *digging time* yang dibutuhkan alat muat untuk proses pemuatan akan menjadi lebih singkat.

#### IV. KESIMPULAN/CONCLUSION

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai fragmentasi hasil peledakan pada PT. Pamapersada Nusantara, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Geometri peledakan aktual yang diterapkan yaitu dengan besaran *burden* 7,4 meter, *spacing* 10 meter, *stemming* 4-4,5 meter, *subdrill* 0-0,5 meter, dan kedalaman lubang sedalam 7,5-8 meter. Geometri ini menghasilkan fragmentasi yang tidak optimal ditandai dengan tingginya persen *boulder* hasil peledakan dengan rata-rata sebesar 27,261%, nilai ini diatas standar maksimal sebesar 8%.
2. Geometri peledakan yang disarankan untuk diterapkan pada lokasi penelitian berdasarkan metode R.L. Ash adalah dengan besaran *burden* 6,9-7,1 m, *spacing* 10,4-10,6 m, *stemming* 5,5-5,7 m, kolom airdeck 0,8 m apabila menggunakan geometri usulan 2,

subdrill 1,4 m, dan kedalaman lubang ledak 8,9 m. Geometri ini sudah memenuhi kriteria berdasarkan *powder factor* dengan nilai sebesar 0,16-0,18 kg/m<sup>3</sup>.

3. Geometri peledakan yang disarankan menghasilkan fragmentasi berukuran *boulder* (>86 cm) sebanyak 1,23%-3,15% untuk peledakan batulanau, dan 1,21%- 3,12% untuk peledakan batulempung.
4. Penurunan persen *boulder* hasil peledakan mempengaruhi *digging time* alat muat Excavator Komatsu PC2000. Berdasarkan analisis regresi linier sederhana, *digging time* alat muat mengalami penurunan menjadi 11,06- 11,15 detik dari yang semula sebesar 11,89 detik untuk rata-rata pemuatan material *overburden* aktual.

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*.

#### V. DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Ash, R. L. (1990). *Design of Blating Round in Surface Mining 2nd Edition*. Colorado, USA: Kennedy (Editor).
- Barton, N. L. (1974). Engineering Classification of Rock Masses for the Designs of Tunnel Supports. *Rock Mechanics*, 189-236.
- Bhandari, S. (1997). *Engineering Rock Blasting Operations*. Rotterdam: A.A. Balkema.
- Bieniawski, Z. (1979). The geomechanics classification in rock engineering applications. In Proceedings of the 4th Congress of the International Society for Rock Mechanics. *ISRM*, 41-48.
- Bieniawski, Z. T. (1993). *Classification of rock masses for engineering: The RMR system and future trends, comprehensive rock engineering*. New York: Pergamon Press.
- Brady, E., & Brown, E. (1985). *Rock Mechanics for Underground Mining*. London: George Allen and Co.
- Coello-Velazquez, A., Arteaga, V. Q., Menendez-Aguado, J., Pole, F., & Llorente, L. (2019). Use of The Swebrec Function to Model Particle Size Distribution in an Industrial-Scale Ni-Co Ore Grinding Circuit. *Metals*, 1-13.

## Kajian Teknis Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi... Septian Panca Nugraha

- Cunningham, C. (1983). The Kuz-Ram Model for Prediction of Fragmentation from Blasting. *Lulea University of Technology*, 439-453.
- Deere, D. U. (1989). Rock quality designation (RQD) after twenty years . *Waterways and Experiment Station*, 67.
- Edelbro, C. (2003). Rock mass strength—A review. In Technical Review. *Lulea University of Technology*, 132.
- Gokhale, B. (2011). *Rotary Drilling and Blasting in Large Surface Mines*. London: CRC Press.
- Goodman, R. E. (1970). Deformability of joints, determination of the in situ modulus of deformation of rock. *ASTM, Special Technical Publication 477*, 174-196.