

## Optimalisasi Fragmentasi dengan Metode KUZ-RAM Pada Penambangan Batu Andesit (*Optimization of Fragmentation using the KUZ-RAM Method in Andesite Mining*)

Laura Puspita Sari<sup>1\*</sup>, Faturrahmat Widodo<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

\* Korespondensi E-mail: [laura@itny.ac.id](mailto:laura@itny.ac.id)

### Abstrak

Kegiatan utama pada suatu penambangan tersebut terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup, pembongkaran dengan peledakan dan *surface miner*, pemuatan dan pengangkutan dari lokasi penambangan kelokasi peremuk. Penelitian kali ini berfokus pada perencanaan geometri peledakan sebagai parameter yang dianggap penting dalam merubah ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan. Kegiatan peledakan batu andesit di tambang Batujajar 1 masih dijumpai persentasi bongkah batuan yang cukup besar. Berdasarkan pengamatan dilapangan, bongkah batuan yang dihasilkan dari kegiatan peledakan di kuari tambang Batujajar 1 adalah sebagai berikut: *burden* (B) 2,4 m, spasi (S) 3,1 m, *stemming* (T) 1,8 m, *subdrilling* (J) 0 m, tinggi jenjang (L) 6 m, kedalam lubang ledak (H) 6 m, kolom bahan peledak (Pc) 4,2 m, bahan ledak sebanyak 11,07 kg/lubang. Pola pemboran yang diterapkan adalah pola pemboran selang seling (*staggered pattern*) dan pola peledakan *corner cut* yang diledakan beruntun tiap baris dengan waktu tunda sebesar 25 ms. Geometri yang diusulkan yaitu dengan perhitungan R.L Ash 1963. Dengan geometri peledakan usulan secara teoritis diperoleh hasil bongkahan batuan yang berukuran > 80 cm menurut R.L Ash 1963 sebesar 0,18 % maka dipilih dengan teori R.L Ash 1963, didapatkan hasil ukuran fragmentasi batuan yang berukuran > 80 cm adalah sebesar 0,18 % , jumlah tersebut lebih baik dibandingkan dengan fragmentasi batuan aktual yang masih 9,11 % , dengan berkurangnya jumlah *boulder* diharapkan kegiatan produksi akan berjalan dengan lebih baik .

**Kata kunci:** peledakan, pemboran, geometri, fragmentasi, produksi

### Abstract

*The main activities at a mining site consist of stripping the overburden, unloading by blasting and surface mining, loading and transporting from the mining location to the crushing location. This research focuses on blasting geometry planning as a parameter that is considered important in changing the size of the blasting rock fragmentation. The andesite blasting activity at the Batujajar 1 mine still found a fairly large percentage of rock blocks. Based on field observations, rock blocks resulting from blasting activities in the Batujajar 1 quarry are as follows: burden (B) 2.4 m, space (S) 3.1 m, stemming (T) 1.8 m, subdrilling (J) 0 m, height (L) 6 m, into the blast hole (H) 6 m, column of explosives (Pc) 4.2 m, explosive material as much as 11.07 kg / hole. The drilling pattern applied is a staggered pattern and corner cut blasting pattern which is blasted in a row for each line with a delay time of 25 ms. The proposed geometry is calculated by calculating RL Ash 1963. With the theoretically proposed blasting geometry the results of rock chunks measuring > 80 cm according to RL Ash 1963 are 0.18%, then selected with the 1963 RL Ash theory, the results of rock fragmentation sizes are > 80 cm is 0.18%, this amount is better than the actual rock fragmentation which is still 9.11%, with the reduced number of boulders it is expected that production activities will run better.*

**Keywords:** blasting, drilling, geometry, fragmentation, production

### 1. Pendahuluan

Kegiatan utama pada penambangan tersebut terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup, pembongkaran dengan peledakan, pemuatan dan pengangkutan dari lokasi penambangan ke lokasi peremuk.

Aktivitas penambangan menggunakan sistem penambangan terbuka yang dipengaruhi oleh kondisi iklim dan cuaca. Pada musim hujan,

kegiatan penambangan akan mengalami hambatan berupa jalanan yang berlumpur dan lubang-lubang ledak yang terisi oleh air. Faktor iklim ini berpengaruh pada efisiensi waktu dan biaya produksi penambangan.

Salah satu indikator yang mempengaruhi keberhasilan suatu kegiatan peledakan adalah target fragmentasi batuan. Ukuran fragmentasi ini akan sangat mempengaruhi kegiatan pemuatan

dan pengkutan serta kinerja dari alat gali muat yang bekerja. Dilokasi tambang Batujajar 1, distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan masih terdapat batuan hasil peledakan yang berukuran diatas 80cm dengan fragmentasi lebih dari 15%. Sehingga mengganggu kegiatan proses produksi yang terjadi di lapangan, sehingga *boulder* tersebut membutuhkan proses lanjutan seperti di pecah menggunakan alat *breaker*. Biasanya masalah ini terjadi karena cara pembongkaran yang tidak sesuai dengan pola pemboran dan peledakan yang dianjurkan, yang dalam hal ini dapat juga karena faktor pengisian bahan peledak.

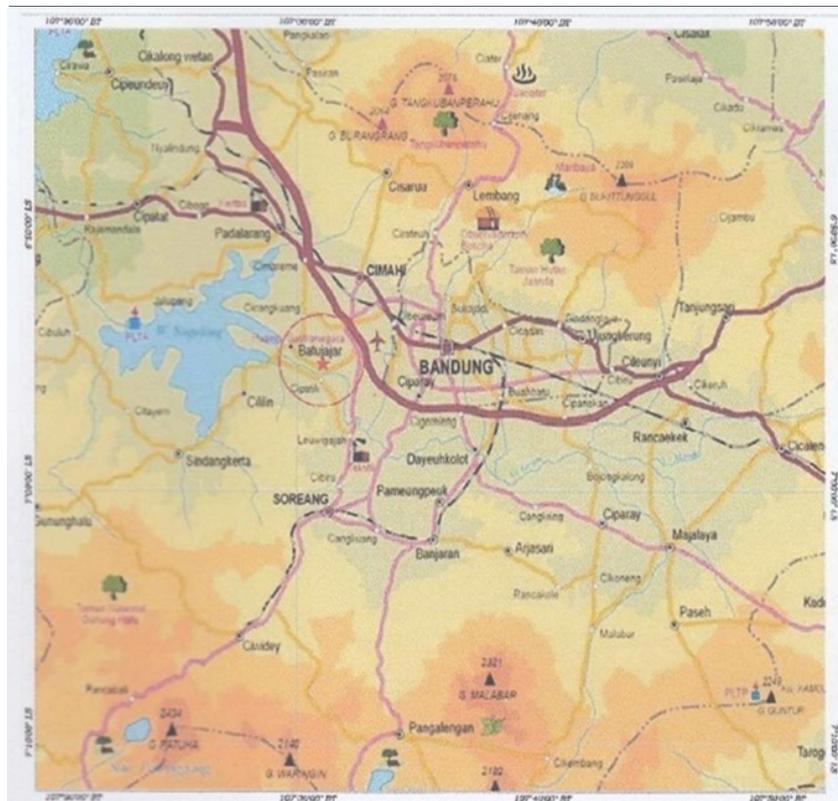
Penelitian ini berfokus pada perancangan geometri peledakan sebagai parameter yang dianggap penting dalam merubah ukuran dari fragmentasi batuan oleh karena itu dengan perencanaan yang baik yang mencakup,

penentuan hasil peledakan (Jimeno, 1995). jadi diperlukan pengkajian terhadap geometri peledakan yang optimal agar tujuan dari peledakan tersebut sesuai dengan target.

Geometri peledakan serta pelaksanaan di lapangan yang sesuai dengan prosedur maka akan sangat menentukan keberhasilan proses peledakan sehingga akan diperoleh ukuran *boulder* yang dibutuhkan.

## 2. Metode

Lokasi penelitian dilakukan di Desa Selacau Kecamatan Batujajar Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat. Secara langsung Geografis lokasi penelitian terletak antara 107°41'33" - 107°41'42" Bujur Timur dan 6°54'31" - 6°54'221" Lintang Selatan.



Gambar 1. Lokasi penelitian

### Tahapan Pembongkaran Batuan

Pada saat bahan peledak meledak, terjadi tekanan yang sangat tinggi yang menghancurkan batuan disekitar lubang ledak. Gelombang kejut yang meninggalkan lubang ledak merambat dengan kecepatan 3.000 – 5.000 m/s, akan mengakibatkan tegangan tangensial yang menimbulkan rekahan-rekahan radial yang menjalar dari daerah lubang ledak.

Rekahan-rekahan radial pertama terjadi dalam waktu 1- 2 ms. (Koesnaryo, 1998)

Tekanan pada saat gelombang kejut meninggalkan lubang ledak pada proses pemecahan batuan pertama adalah positif. Apabila gelombang kejut mencapai bidang bebas maka gelombang kejut akan dipantulkan, tekanan turun dengan cepat kemudian berubah menjadi negatif dan akan menimbulkan

gelombang tarik. Gelombang tarik ini merambat kembali didalam batuan. Oleh karena itu batuan lebih kecil tahan terhadap tarikan dibanding dengan tekanan, maka terjadi rekahan-rekahan awal (*primary failure cracks*) yang disebabkan tegangan tarik dari gelombang yang dipantulkan. Apabila tegangan tarik cukup kuat akan menyebabkan *slabbing* atau *spalling* pada bidang bebas (Koesnaryo, 1998).

Rekahan hasil dari pemecahan tahap kedua menyediakan bidang-bidang lemah untuk memulai reaksi-reaksi fragmentasi utama pada proses peledakan.

**Fragmentasi Batuan**

Menurut R.L. Ash 1963 dengan adanya tiga bidang bebas, kuat tarik batuan dapat dikurangi sehingga akan dapat meningkatkan jumlah retakan dengan syarat lokasi dua bidang bebasnya mempunyai jarak yang sama terhadap lubang tembak. Arah peledakan yang baik untuk menghasilkan fragmentasi yang seragam yaitu arah peledakan menuju sudut tumpul yang merupakan perpotongan antara arah umum, dengan demikian penggunaan energi bahan peledak akan lebih baik karena tidak terjadi penerobosan energi.

Berdasarkan KUZNETZOV 1973, ukuran fragmentasi, TNT, dan struktur geologi batuan dapat digunakan untuk mencari *powder factor*. Dalam percobaannya pada batuan di Kimberlite dengan berbagai ukuran diameter lubang tembak, pola peledakan dan kecermatan pemboran. Persamaannya sebagai berikut :

$$X = A \left( \frac{V}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,167} \times \left( \frac{E}{115} \right)^{-0,63}$$

Keterangan :

- X = Ukuran rata-rata fragmentasi batuan (cm)
- A = Faktor batuan (lampiran E)
- V = Volume batuan yang terbongkar (m<sup>3</sup>)
- Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)
- E = *Relatif weight strenght* (ANFO = 100)

Kurva ROSIN – RAMMLER secara umum telah diakui sebagai rujukan penggambaran tingkat fragmentasi batuan hasil peledakan.

$$X_c = \frac{x}{(0,693)^{1/n}}$$

$$R = e^{-(x/X_c)^n}$$

Keterangan :

- R = Perbandingan dari material yang tertinggal pada ayakan.
- X = Ukuran ayakan (mesh)
- X<sub>c</sub> = X / (0,693)<sup>1/n</sup>
- n = Indeks keseragaman

Untuk mendapatkan nilai tersebut, hasil perhitungan dengan persamaan LOWNDS yang dianalisis dan digambarkan berdasarkan persamaan regresinya dan nilai “n” sangat tergantung pada ketepatan pemboran, nisbah *burden* dan ukuran lubang tembak, pola pemboran, nisbah *spasi* dan *burden* serta nisbah panjang isian dan tinggi jenjang.

$$n = (2,2 - 14 \left( \frac{B}{d} \right) \left( 1 - \left( \frac{W}{B} \right) \right) \left( \frac{1 + \left( \frac{S}{B} \right) - 1}{2} \right) \left( \frac{PC}{L} \right))$$

Keterangan :

- d = Diameter isian (mm)
- B = *Burden* (m)
- W = Standar deviasi pemboran (m)
- S = *Spasi* (m)
- L = Tinggi jenjang (m)
- PC = Kolom isian (m)

Peledakan dikatakan berhasil apabila banyaknya batuan hasil peledakan (fragmentasi) lebih besar dari batuan hasil peledakan yang berupa bongkahan (*boulder*), dimana jumlah bongkah batuan yang dihasilkan harus dibawah 15 %. (Mc. Gregor, 1967).

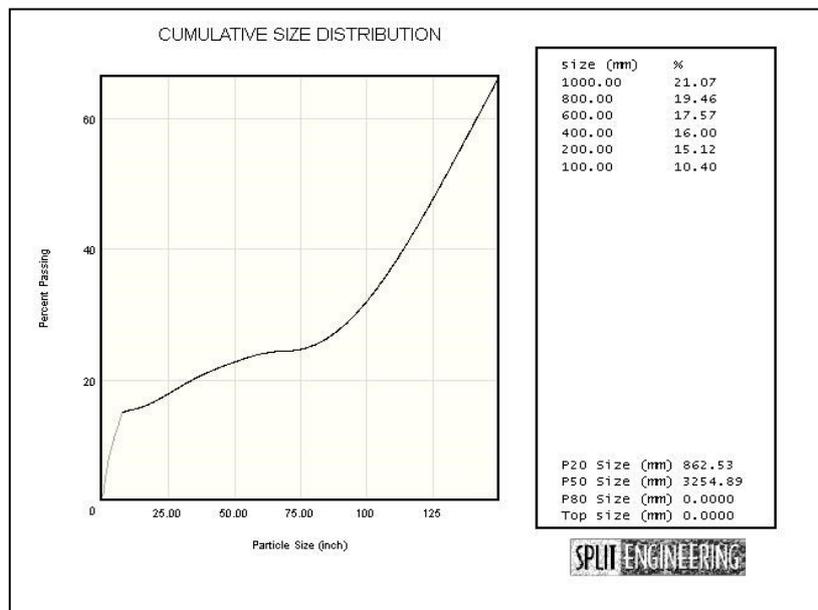
Ukuran rata-rata fragmentasi batuan dan persentase material hasil *split desktop* yang dianggap sebagai hasil aktual akan dibandingkan dengan hasil perhitungan teoritis KUZ-RAM 1973, agar dapat diperoleh perbandingan antara kondisi aktual dan teori usulan. (Cunningham,1983)

**3. Hasil dan Pembahasan**

Untuk mendapatkan fragmentasi ukuran *boulder* berukuran 80 cm dengan persentase tertahan < 15%. Pada bab ini akan dibahas hasil pengamatan dari kegiatan pembongkaran batu andesit menggunakan pemboran dan peledakan. Geometri peledakan merupakan suatu rancangan yang diterapkan pada suatu kegiatan peledakan meliputi *burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrilling*, *Power column*, tinggi jenjang dan kedalaman lubang ledak.



Gambar 2. Hasil analisis fragmentasi *Software split dekstop*



Gambar 7. Hasil analisis menggunakan *Split Desktop*

Dalam menghasilkan hasil fragmentasi yang baik pada pemboran selang-seling yang diterapkan dilapangan sudah sesuai dengan teori. Mengingat tingginya fragmentasi batuan dilokasi penambangan maka perlu dilakukan pengkajian ulang terhadap faktor-faktor yang berpengaruh pada hasil peledakan di lapangan yang menyebabkan banyaknya bongkahan batuan yang dihasilkan, yaitu berupa geometri peledakan, pola dan arah peledakan serta pemakaian bahan peledak

Pada perhitungan gometri peledakan untuk perbaikan fragmentasi batuan digunakan teori yang dipaparkan dan juga sesuai dengan kondisi dilapangan dan dengan ANFO sebagai bahan peledak, menerapkan koreksi dari beberapa faktor yang tidak dapat dikendalikan seperti densitas batuan, struktur geologi batuan, serta yang tetap pada nilai konstanta pada geometri

peledakan. Maka diusulkan geometri peledakan dengan menggunakan teori R.L, Ash (Tabel 1).

Pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan adalah semakin besar geometri peledakan maka semakin besar pula fragmentasi batuan hasil peledakan yang dihasilkan sebaliknya, semakin kecil geometri peledakan maka semakin kecil pula fragmentasi peledakan yang dihasilkan. Hal ini terlihat pada geometri aktual di lapangan yang memiliki burden 2,4 m dan spasi 3,1 m menghasilkan fragmentasi hasil peledakan ukuran > 80 cm dengan persentase tertahan 9,8 %, sedangkan jika menggunakan geometri peledakan usulan dengan burden 2 m dan spasi 2,6 m menghasilkan fragmentasi hasil peledakan ukuran > 80 cm dengan persentase tertahan 0,05%.

Geometri peledakan yang di terapkan saat ini di lokasi yaitu *burden* (B) = 2,4 m, spasi (S) = 3,1 m, *stemming* (T) = 1,8 m, *subdrilling* (J) = 0 m tinggi jenjang (L) = 6 m, kolom bahan peledak (PC) = 4,2 m, kedalam lubang ledak (H) = 6 m, bahan peledak yang dipakai sebanyak 11,07 kg/lubang, ternyata masih menghasilkan bongkahan batuan hasil peledakan yang cukup besar untuk ukuran > 80 cm yaitu dengan persentase tertahan sebesar 9,11 %. Sedangkan menggunakan *Split Desktop* didapat persentase tetahan sebesar 19,46 %. Sehingga masih terdapat banyak bongkahan batuan yang berukuran > 80 cm yang mempengaruhi proses produksi.

Sedangkan batas ekonomis *boulder* hasil peledakan adalah 10 – 15 %. Berdasarkan rekomendasi perbaikan geometri peledakan dengan melakukan perhitungan secara teoritis dengan menggunakan persamaan Kuz-Ram 1973, maka dapat diketahui besarnya ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan sebesar > 80 cm didapat persentase tertahan menurut R.L Ash 1963 sebesar 3,3 %. Maka dapat dilihat hasil fragmentasi batuan < 15 % dan yang lebih optimal untuk geometri usulan menggunakan teori usulan menurut R.L Ash 1963 untuk perusahaan.

Tabel 1. Perbandingan Geometri & Fragmentasi Hasil peledakan

Geometri Peledakan	Aktual Rata-rata	Menurut R.L Ash 1963	Usulan
Diameter Lubang (De)	2,5 inchi	2,5 inchi	2,5 inchi
<i>Burden</i> (B)	2,4 m	1,5 m	2 m
Spasi (S)	3,1 m	1,7 m	2,6 m
Tinggi Jenjang (L)	6 m	6 m	6 m
Kedalaman (H)	6 m	6 m	6 m
<i>Subdrilling</i> (J)	0 m	0 m	0 m
<i>Stemming</i> (T)	1,8 m	1,05 m	2 m
Panjang Kolom (PC)	4,2 m	4,95 m	4 m

#### 4. Kesimpulan

Rancangan perbaikan geometri peledakan yang diusulkan menggunakan teori usulan R.L Ash untuk mendapatkan hasil fragmentasi batuan yang optimal maka dilakukan perubahan *burden* (B) = 1,5 m, spasi (S) = 1,7 m *stemming* (T) = 1,5 m, *subdrilling* (J) = 0 m, tinggi jenjang (L) = 6 m dan kolom isian (PC) = 4,95 m. Maka geometri peledakan yang diusulkan.

#### Ucapan Terimakasih

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Program Studi Teknik Pertambangan atas dukungan yang telah diberikan dalam penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Ash, R.L. 1963. *The Mechanics Of Rock Breakage, Standars For Blasting Design, Pit and Quarry*.
- Bemmelen Van, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*. Martinus Nyhoff, Netherland: The Haque.
- Bienewski Z.T, *Engineering Rock Mass Classification*, Jhon Wiley and Sons, Canada.
- Brown E.T. 1981, *Rock Charaterization Testing and Monitoring ISRM Suggested Methods*, Pergamon Press, Oxford.
- Cunningham, C.V.B, 1983, *The Kuz-Ram Model For Prediction of Fragmentation From Blasting*, Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Sweden.
- Franklin, J A & Monrice, B. Desseaulf 1989, *Rock Engineering*, Mc Graw Hill International Edition, Inc.
- Hamilton, W. 1979. *Tectonics of the Indonesian Region*. U.S. Geological survey professional paper: 1078.
- Hemphil, G.B 1981, *Blasting Operation*, First Edition, Mc Graw Hill Inc., New York.
- Jimeno, C.L 1995, *Drilling And Blasting of Rock*, A.A Balkema, Rotterdam. Konya, C.J and Walter, E.J 1990, *Surface Blast Design*, Prentice Hall, Engelwood, Cliffs, New Jersey.
- Katili, J.A., 1972, Plate Tectonics of Indonesia with Special Reference to The Sundaland Area, Proceedings Indonesian Petroleum Association (IPA), 28th Annual Convention, p. 57-61.
- Koesnaryo, S 1998, Bahan Peledak dan Metode Peledakan, Fakultas Tambang, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Kuznetsov, V.M, 1973. *The mean diameter of the fragments formed by blasting rock, Soviet Mining Science*.
- Mc. Gregor, K 1967, *The Drilling of Rock, CR Book Ltd, (A McLaren Company)*, London.
- Pulunggono dan Martodjojo, S. 1994. *Perubahan Tektonik Paleogene – Neogene Merupakan Peristiwa Tektonik Terpenting di Jawa, Proceeding Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa*. Yogyakarta.
- Rai M.A 1998, *Mekanika Batuan*, Laboratorium Geoteknik Pusat Antar Univesitas- Ilmu Rekayasa, Institut Teknologi Bandung.