

Optimasi Ukuran Fragmentasi Hasil Peledakan dengan Model Kuz-Ram Pada Tambang Andesit PT Tarabatuh Manunggal Desa Cipinang, Kecamatan Rumpin, Kabupaten Bogor, Jawa Barat

Optimalization of Fragmentation Size of Blasting Result Using Kuz-Ram Model at PT Tarabatuh Manunggal Andesite Mine Bogor, West Java

¹Shadeq Arya Pamungkas, ²Yuliadi, ³Dwi Handoyo Marmer

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: ¹shadeqarya94@gmail.com, ²yuliadi_ms@yahoo.com, ³hansmarmer@yahoo.com

Abstract. PT Tarabatuh Manunggal has been doing andesite mining with blasting method. The company has production target 2.000 ton/shift to provide Primary Crusher as much as 2.300 ton/shift. But the target is barely reached until now. The location of this research is Block 2 Level 78 and Block 4 Level 82. Knowing the fact that fragmentation distribution of the blasting result is still below 80% for size of 30 cm, so the company decided to make a target, that is Percent Passing $\geq 85\%$ for size below 30 cm and PF $<0,40$. The method of Kuz-Ram Fragmentation distribution calculation could be done by calculating the value of Blastability Index and Rock Factor. To achieve those values, valuation of rock mass has to be done by analyzing the joint structure and characteristics of the rock. Then doing re-calculation to get recommended geometry. After analyzing, the recommended geometry has achieved. The burden length is changed from 2,5 m to 1,5 m, spacing from 3 m to 5 m, and stemming from 3 m to 3,5 m. However, the PF value is also changed from 0,37 kg/m³ to 0,32 kg/m³ for Block 2 Level 78 and for Block 4 Lv 82 from 0,39 kg/m³ to 0,36 kg/m³. Fragmentation distribution value has improved, where Block 2 Level 78 has Percent Passing 87,46%, while Block 4 Level 82 has Percent Passing 85,67%.

Keywords: Blastability Index, Fragmentation, Kuz-Ram, Joint

Abstrak. PT Tarabatuh Manunggal melakukan penambangan andesit dengan metode peledakan dengan target produksi sebanyak 2.300 ton/shift untuk memenuhi kebutuhan *Primary Crusher* sebesar 2.000 ton/shift. Namun target tersebut sering tidak tercapai. Blok peledakan yang dijadikan lokasi penelitian adalah Blok 2 Level 78 dan Blok 4 Level 82. Diketahui bahwa distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan untuk kedua blok penambangan tersebut masih berada dibawah 80% untuk ukuran 30 cm. Untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya *interlock* pada *Jaw Crusher*, maka ditentukan target ukuran fragmentasi <30 cm dengan *Percent Passing* $\geq 85\%$ dan PF $<0,40$. Metode perhitungan distribusi fragmentasi Kuz-Ram dilakukan dengan menghitung nilai *Blastability Index* dan faktor batuan. Untuk mendapatkannya, dilakukan pembobotan massa batuan dengan cara menganalisa kekar dan sifat fisik batuan. Kemudian dilakukan *re-calculation* dengan nilai PF tetap. Setelah melakukan analisa, diperoleh geometri usulan dimana burden dari 2,5 m menjadi 1,5 m, spasi 3 m menjadi 5 m, *stemming* 3 m menjadi 3,5 m. Kemudian didapatkan *Powder Factor* dari 0,37 kg/m³ menjadi 0,32 kg/m³ di Blok 2 Level 78 dan dari 0,39 kg/m³ menjadi 0,36 kg/m³ di Blok 4 Lv 82. Kemudian diperoleh perbaikan distribusi fragmentasi, dimana Blok 2 Level 78 memiliki *Percent Passing* 87,46%. sedangkan Blok 4 Level 82 memiliki *Percent Passing* 85,67%.

Kata Kunci: *Blastability Index*, Fragmentasi, Kuz-Ram, Kekar.

A. Pendahuluan

Sebagai perusahaan milik PT Indocement Tunggal Prakarsa, PT Tarabatuh Manunggal melakukan penambangan dengan metode peledakan untuk bahan galian andesit. Target produksi andesit yang ditentukan yaitu sebanyak 2.300 ton per *shift* untuk memenuhi kebutuhan yang masuk pada *Primary Crusher* sebesar

2.000 ton per *shift*. Namun target tersebut masih sering tidak tercapai. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yang tidak atau kurang diperhitungkan.

Penelitian ini dilakukan karena adanya masalah pada kegiatan produksi di PT Tarabatuh Manunggal, dimana sering terjadinya *interlock* pada *Jaw Crusher*. *Interlock* merupakan kondisi dimana batuan tersangkut pada mulut

Jaw Crusher sehingga akan menghambat proses *crushing*. Hal tersebut biasanya disebabkan ukuran batuan hasil peledakan yang masih terlalu besar.

Setelah dilakukan pengamatan langsung pada *pit* penambangan PT Tarabatuh Manunggal di Blok 2 Level 78 dan Blok 4 Level 82, ditemukan banyaknya *boulder* setelah kegiatan peledakan dilakukan. Berdasarkan hasil pembacaan dan digitasi foto menggunakan *software Split Dekstop*, diketahui bahwa distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan untuk kedua blok penambangan tersebut masih berada dibawah 80% untuk ukuran <30 cm. Untuk meminimalisir kemungkinan terjadinya *interlock* pada *Jaw Crusher*, maka ditentukan target ukuran fragmentasi <30 cm dengan *Percent Passing* $\geq 85\%$.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana geometri peledakan yang disarankan untuk mencapai target ukuran fragmentasi dan nilai PF yang diinginkan, dan bagaimana distribusi fragmentasinya?”. Selanjutnya, adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan geometri peledakan usulan berdasarkan nilai PF <0.40 hingga tercapainya target ukuran fragmentasi yang diinginkan dengan *Percent Passing* $\geq 85\%$ untuk ukuran <30 cm.

B. Landasan Teori

Peledakan adalah suatu cara untuk membongkar atau memberai material yang sukar diambil dari batuan induknya dengan menggunakan bahan peledak. Faktor – faktor yang harus diperhatikan di dalam operasi peledakan adalah:

1. Karakteristik atau sifat – sifat batuan yang diberai.

2. Sifat – sifat bahan peledak yang digunakan.
3. Rancangan peledakan yang diterapkan.

Tingkat fragmentasi batuan hasil peledakan merupakan suatu petunjuk yang sangat penting untuk menilai keberhasilan suatu peledakan dimana ukuran material yang seragam lebih disukai daripada material yang lebih banyak berukuran halus ataupun berukuran bongkah.

Dalam rangka perbaikan fragmentasi batuan hasil peledakan dengan ukuran yang relatif seragam dan berukuran maksimal 80 cm, maka akan dikaji beberapa hal yang berhubungan dengan kegiatan peledakan tersebut yaitu : struktur geologi (kekar), fragmentasi batuan, powder factor, geometri peledakan, pola peledakan, dan penerapan waktu tunda pada peledakan.

Bahan peledak adalah bahan atau zat yang berbentuk padat, cair, gas atau campurannya yang apabila terkena suatu aksi berupa panas, benturan atau gesekan akan berubah secara kimiawi menjadi zat-zat lain yang sebagian besar atau seluruhnya berbentuk gas, dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang sangat singkat disertai efek panas dan tekanan yang sangat tinggi.

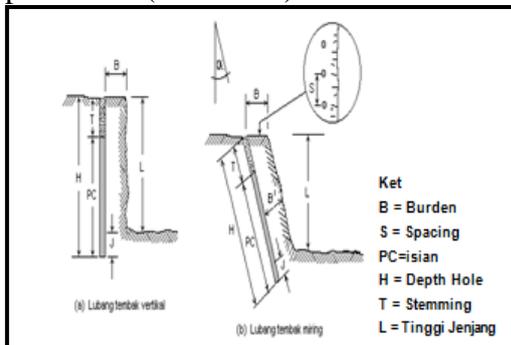
ANFO adalah singkatan dari ammonium nitrat (AN) sebagai zat pengoksidasi dan fuel oil (FO) sebagai bahan bakar. Setiap bahan bakar berunsur karbon, baik berbentuk serbuk maupun cair, dapat digunakan sebagai pencampur dengan segala keuntungan dan kerugiannya. Pada tahun 1950-an di Amerika masih menggunakan serbuk batubara sebagai bahan bakar dan sekarang sudah diganti dengan bahan bakar minyak, khususnya solar. ANFO yang digunakan pada kegiatan penelitian merupakan campuran dari AN (Amonium Nitrat) sebesar 94,5%

Tabel 1. Pembobotan Massa Batuan

Parameter	Pembobotan
1. Rock Mass Description (RMD) <ul style="list-style-type: none"> Powdery / Friable Blockly Totally massive 	10 20 50
2. Joint Plane Spacing (JPS) <ul style="list-style-type: none"> Close (Spasi < 0,1 m) Intermediete (Spasi 0,1 – 1 m) Wide (Spasi > 1 m) 	10 20 50
3. Joint Plane Orientation (JPO) <ul style="list-style-type: none"> Horizontal Dip out face Strike normal to face Dip into face 	10 20 30 40
4. Spesific Gravity Influence (SGI) SGI = 25 x SG – 50	
5. Hardness (H)	1 – 10

dan solar sebagai *fuel oil* sebesar 5,5% dari komposisi total.

Geometri peledakan bertujuan untuk memperoleh ukuran fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu memperhatikan geometri dalam suatu perencanaan peledakan (Gambar 1).

**Gambar 1.** Geometri Peledakan

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Dalam menerapkan Model **Kuz-Ram**, terdapat batasan-batasan yang harus diperhitungkan agar fragmentasi yang dihasilkan mendekati dengan yang direncanakan. Batasan tersebut antara lain :

1. Perbedaan ratio spasi terhadap burden pemboran tidak melebihi 2 kalau peledakan dilakukan dengan sistem tunda.

2. Penyalaan dan pengaturan waktu peledakan harus diatur sedemikian rupa agar diperoleh fragmentasi yang memuaskan dan tidak terjadi Misfire.
3. Bahan peledak sebaiknya menghasilkan energi yang hampir sama dengan perhitungan kekuatan berat relatif-nya.
4. Harus diperhatikan keberadaan bidang-bidang diskontinu karena fragmentasi juga dipengaruhi oleh tingkat kerapatan diskontinuitas yang ada pada batuan.

Untuk menentukan distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan digunakan persamaan *Rossin – Rammler* , yaitu :

$$R = [e^{-\left(\frac{x}{xc}\right)^n}] \times 100 \%$$

$$P = 100\% - R$$

Dimana:

R = Persentase fragmen batuan yang tertahan pada ayakan

P = Persentase fragmen batuan yang lolos pada ayakan

X = Ukuran Ayakan (cm)

Xc = Ukuran Karakteristik (cm)

n = Indeks keseragaman

e = epsilon = 2.71 berukuran X

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan

yang diperoleh dari indeks kemampusedakan atau Blastability Index (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh Lilly (dalam Hustrulid, 1999), yaitu : Rock mass description (RMD), joint plane spacing (JPS), joint plane orientation (JPO), specific gravity influence (SGI), dan Moh's hardness (H)

Setelah melakukan pembobotan massa batuan, maka dapat dihitung nilai *Blastability Index* (BI) dan Faktor Batuan (A) dengan rumus sebagai berikut:

$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H)$$

$$A = 0,12 \times BI$$

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Kegiatan peledakan di PT TBQ dilakukan sebanyak 1x sehari sebelum pukul 12.00 WIB atau setelah pukul 13.00 WIB. Untuk lubang ledak produksi menggunakan lubang vertikal. PT TBQ menggunakan ANFO sebagai bahan peledak milik PT DAHANA dengan nama produk DANFO 0,8 gr/cc. Untuk inisiasi peledakan menggunakan booster Power Gel 0,2 gr/cc sebanyak 2 buah untuk setiap lubang.

Metode peledakan yang digunakan oleh PT TBQ adalah peledakan dengan detonator listrik dan nonel. Pola peledakan yang biasanya digunakan adalah Echelon cut dimana peledakan awal dimulai dari ujung lubang tembak hingga baris terakhir (pola penyalaan dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2)

Pengisian bahan peledak dilakukan dengan langsung menumpahkan ANFO ke dalam lubang hingga kolom pengisian stemming sesuai dengan yang direncanakan. Namun untuk lubang yang berair, ANFO terlebih dahulu dimasukkan ke

plastik pelindung (kondom). Setelah itu dilakukan pengisian stemming dengan menggunakan material split yang berukuran 28-30 mm atau hasil cutting pemboran.

Setelah melakukan pembobotan karakteristik massa batuan, maka didapatkan nilai BI dan A untuk setiap blok penelitian yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Nilai *Blastability Index* dan Faktor Batuan pada Blok Penelitian

Daerah Penelitian	<i>Blastability Index</i> (BI)	Faktor Batuan (A)
Blok 2 Lv. 78	44,75	5,37
Blok 4 Lv. 82	49,75	5,97

Setelah dilakukan pengamatan dan perhitungan, diketahui bahwa geometri aktual dan geometri teoritis R. L. Ash masih belum menghasilkan ukuran fragmentasi ataupun nilai PF yang mencapai target. Maka dari itu perlu dilakukan kajian ulang untuk perbaikan fragmentasi dengan kondisi geometri yang sesuai dan nilai PF ideal.

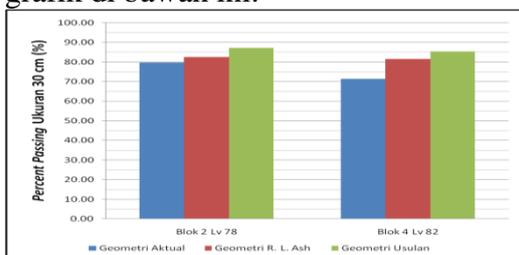
Untuk perbaikan fragmentasi, dilakukan pengujian berupa *re-calculation* dengan nilai PF tetap 0,32 untuk Blok 2 Level 78 dan 0,36 untuk Blok 4 Level 82. Setelah dilakukan pengujian, didapatkan target fragmentasi yang diinginkan. Diketahui bahwa geometri ideal untuk Blok 2 Level 78 adalah *burden* 1,5 m, spasi 5 m, dan *stemming* 3,5 m dan menghasilkan ukuran fragmentasi 30 cm dengan *Percent Passing* 87,46%. Sedangkan pada Blok 4 Level 82, didapatkan geometri ideal yang sama yaitu *burden* 1,5 m, spasi 5 m, dan *stemming* 3,5 m dengan *Percent Passing* 85,67%.

Pembahasan

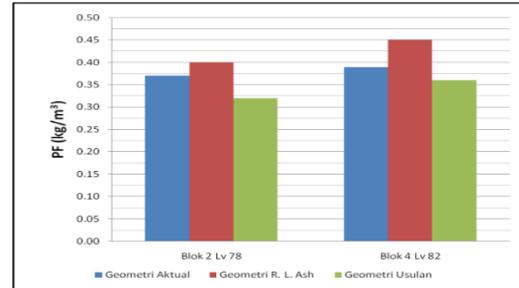
Setelah melakukan perhitungan distribusi fragmentasi menggunakan geometri usulan, didapatkan ukuran fragmentasi yang mencapai target $>85\%$ pada ukuran 30 cm dengan nilai PF kurang dari 0,40. Geometri usulan di kedua blok penelitian memiliki jarak spasi yang besar, yaitu 5 meter. Jarak spasi yang besar dapat digunakan karena formasi batuan pada blok penelitian memiliki banyak kekar dengan jarak yang cukup rapat, sehingga batuan yang akan diledakkan pada dasarnya sudah cukup terekahkan. Selain itu, jarak *burden* yang digunakan juga cukup rapat, yaitu 1,5 m. Hal tersebut untuk merapatkan jarak antar lubang, sehingga dapat menutupi jarak spasi yang besar.

Nilai PF yang digunakan pada geometri usulan di kedua blok penelitian juga optimal, kurang dari 0,40. Hal tersebut dikarenakan kedalaman *stemming* yang cukup besar, yaitu 3,5 m. Semakin panjang kolom *stemming*, maka kolom isian handak pun akan berkurang sehingga pemakaian bahan peledak juga akan berkurang. Selain itu, jarak spasi yang lebar menyebabkan nilai volume batuan yang akan diledakkan juga semakin besar.

Perbandingan antara distribusi fragmentasi dan nilai PF menggunakan geometri aktual, geometri R. L. Ash, dan geometri usulan dapat dilihat pada grafik di bawah ini:



Gambar 2. Perbandingan Nilai *Percent Passing* Ukuran 30 cm Antara Geometri Aktual, Geometri R. L. Ash, dan Geometri Usulan



Gambar 3. Perbandingan Nilai PF Antara Geometri Aktual, Geometri R. L. Ash, dan Geometri Usulan

Faktor yang menyebabkan getaran tanah pada kegiatan peledakan tidak hanya dari jumlah handak yang digunakan di setiap lubang, tergantung juga dari faktor lubang yang meledak secara bersamaan. Lubang ledak yang meledak secara bersamaan dapat meningkatkan getaran tanah karena penggunaan bahan peledak yang semakin banyak akan meningkatkan energi yang dihasilkan. Untuk itu diberikan usulan rangkaian peledakan guna meminimalisir jumlah lubang yang meledak bersamaan dan mengupayakan lubang meledak secara *hole by hole*.

Dari rangkaian peledakan aktual menggunakan detonator listrik, diketahui banyak lubang yang meledak secara bersamaan walaupun telah dilakukan pembagian menjadi 3 kali peledakan. Pada peledakan pertama, terdapat lubang yang meledak bersamaan, yaitu 3 lubang dengan nomor *delay* 1, 4 lubang dengan nomor *delay* 3, dan 3 lubang dengan nomor *delay* 5. Pada peledakan kedua, 3 lubang dengan nomor *delay* 1, 4 lubang dengan nomor *delay* 5, dan 5 lubang dengan nomor *delay* 5. Sedangkan pada peledakan ketiga, 3 lubang dengan nomor *delay* 1, 3 lubang dengan nomor *delay* 3, dan 4 lubang dengan nomor *delay* 5. Hal tersebut tentu akan menimbulkan getaran yang besar. Untuk itu diperlukan lebih banyak jenis nomor *delay* jika menggunakan

detonator listrik untuk meminimalisir jumlah lubang yang meledak bersamaan.

Pada kegiatan peledakan aktual dengan detonator nonel juga ditemukan lubang yang meledak secara bersamaan. Setelah dilakukan simulasi *Time Envelope* dengan *time window* 17ms menggunakan *software Shotplus*, diketahui dengan *surface delay* 17 ms pada *control row* dan 67 ms pada *echelon*, masih terdapat lubang yang meledak bersamaan hingga 4 lubang. Untuk itu diberikan usulan *tie up* menggunakan detonator nonel dengan *control row* 109 ms dan *echelon* 17 ms. Dengan rangkaian peledakan usulan, diketahui bahwa tidak ada lubang yang meledak secara bersamaan dan seluruh lubang meledak secara *hole by hole*.

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Blok 2 Level 78 memiliki nilai *Blastability Index* (BI) 44,75 dan Faktor Batuan (A) 5,37. Sedangkan Blok 4 Level 82 memiliki nilai *Blastability Index* (BI) 49,75 dan Faktor Batuan (A) 5,97.
2. Geometri peledakan usulan yang paling ideal untuk diterapkan di Blok 2 Level 78 adalah *burden* 1,5 m, *spasi* 5 m, *stemming* 3,5 m, *subdrilling* 0,59 m, dan kedalaman lubang 6,09 m. Untuk Blok 4 Level 82 yaitu *burden* 1,5 m, *spasi* 5 m, *stemming* 3,5 m, *subdrilling* 0,91 m, dan kedalaman lubang 6,41 m.
3. Distribusi fragmentasi hasil peledakan dengan ukuran 30 cm menggunakan geometri usulan pada Blok 2 Level 78 adalah sebesar 87,46% dengan PF 0,32

kg/m³. Sedangkan pada Blok 4 Level 82 adalah sebesar 85,67% dengan PF 0,36 kg/m³

E. Saran

1. Menggunakan detonator nonel dengan nomor *delay* 109 ms pada *control row* dan nomor *delay* 17 ms pada *echelon*.
2. Sebaiknya dilakukan pengecekan kedalaman lubang terlebih dahulu sebelum dilakukannya peledakan untuk menghindari pengurangan konsumsi bahan peledak yang telah direncanakan.
3. Pengisian *stemming* lebih dianjurkan menggunakan material *split* agar kolom *stemming* lebih padat sehingga diperoleh hasil peledakan yang maksimal.
4. Jika terdapat lubang ledak yang berair, diharuskan terlebih dahulu mengeluarkan air dengan bantuan angin dari kompressor.
5. Sebaiknya dilakukan pengawasan saat kegiatan pengeboran agar tidak terjadi miskomunikasi dan kemiringan setiap lubang konsisten.
6. Membuat meteran pada batang bor dan juga pada tongkat bambu yang digunakan untuk mengukur panjang kolom *stemming* agar lebih akurat. Disarankan untuk melakukan pengukuran struktur dan kekerasan batuan lebih lanjut untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih akurat.

Daftar Pustaka

- Amalliani, Sandra, 2017, "Analisis Pengaruh Arah Kekar terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Model Kuzram dan Sve De Vo (Studi Kasus: di

- PT. Indocement Tunggul Prakarsa Tbk. Unit Citeureup, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat”, Universitas Islam Bandung.
- Ash, R.L, 1990, “Design of Blasting Round, Surface Mining”, B.A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploition
- Diktat Kuliah UNP, 2014, “Pola Pengeboran dan Arah Peledakan”,
Web:http://miningforce.blogspot.co.id/2011_09_04_archive.html
- Engin, I,C, 2008, “Practical Method of Bench Blasting Design for Desired Fragmentation base on Digital Emage processing Technique and Kuz-ram Model”, Afyon Kocatepe University: Turkey.
- Koesnaryo. S., 2001, “Teori Peledakan”, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara,Bandung.
- Naapuri, Jukka, 1988, “Surface Drilling and Blasting”, Tamrock.
- W, Hustrulid, 1999. “Blasting Principle for Open Pit Mining Volume 1”, Colorado, Colorado School Of Mines, Golden Colorado.
- Yuliadi, ST., MT “Diktat Kuliah Teknik Peledakan”, Universitas Islam Bandung.