

Evaluasi Geometri Peledakan untuk Menghasilkan Fragmentasi yang diinginkan pada Kegiatan Pemberaian Batuan Andesit di PT Mandiri Sejahtera Sentra, Kabupaten Purwakarta Provinsi Jawa Barat

¹Fadlillah Rosyad, ²Zaenal dan ³Solihin

^{1,2,3}Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116
e-mail: ¹Rosyadrosyad@Gmail.com

Abstract. Blasting activities in **PT Mandiri Sejahtera Sentra** carried out as many as 44 times In June, with a target of blasting production in the month is 68.962 BCM. Production target per detonation is 1,567 BCM/Blasting. The actual blasting geometry is as follow : burden ; 3 m, spacing ; 4 m, stemming ; 2 m and subdrilling; 0,5 m. It produces 24 % boulder (≥ 80 cm diameter). The company expects that the study are able to reduce the amount of boulder. Geometrical improvement has been done to solve those problems, not only by comparing the actual detonation geometry design with the equation **R. L. Ash** and **C. J. Konya**, but also considering the economical factors. Based on the field observations, blasting activities obtained 24 % of boulder, instead of 39,02 % (based on **Kuz-Ram**'s distribution fragmentation calculation theory). That being said, there is a difference of as much as 15.02 %. Hence, geometrical improvement is needed in order to get good fragmentation with boulder amount equal to 0 %. The improvement produces blasting geometry (based on **C.J. Konya**'s theory) as follow : burden ; 2,6 m, spacing ; 3,6 m, stemming ; 2,6 m and subdrilling ; 0,5 m. It will produce 14,45 % boulder (size of ≥ 80 cm) with the use of *Powder Factor* 0,44 Kg/BCM. **C. J. Konya** is chosen since it gives best result of the three existing blasting geometry. It needs at least 14 blast holes to achieve 1.567 BCM's production target.

Keywords : Geometry, Blasting, Boulder, R. L. Ash, C. J. Konya

Abstrak. Pada bulan Juni kegiatan peledakan di **PT Mandiri Sejahtera Sentra** dilakukan sebanyak 44 kali, dengan target produksi peledakan pada bulan tersebut sebesar 68.962 BCM. Target produksi per peledakan sebesar 1.567 BCM/Peledakan. Penerapan geometri peledakan di **PT Mandiri Sejahtera Sentra**, yaitu dengan *burden* ; 3 m, *spacing* ; 4 m, *stemming* ; 2 m dan *subdrilling* ; 0,5 m, masih menghasilkan *boulder* (≥ 80 cm) sebanyak 24 %. Jumlah *boulder* yang cukup banyak, menjadi dasar di dalam penelitian ini berkaitan dengan evaluasi geometri peledakan. Perbaikan geometri dilakukan untuk pemecahan masalah di atas, dengan membandingkan desain geometri peledakan aktual dengan persamaan **R. L. Ash** dan **C. J. Konya** dengan tetap mempertimbangkan faktor ekonomi dari rancangan geometri peledakan tersebut. Berdasarkan pengamatan, jumlah *boulder* hasil peledakan di lapangan didapat *boulder* sebanyak 24 %, sedangkan dengan perhitungan distribusi fragmentasi dengan teori **Kuz-Ram** didapat *boulder* sebanyak 39,02 %, itu berarti terdapat selisih sebanyak 15,02 %, maka untuk mendapatkan fragmentasi yang baik dengan jumlah *boulder* sama dengan 0 % (nol persen) dibuatlah geometri peledakan dengan sasaran *boulder* sebanyak 15 % dengan asumsi akan didapatkan *boulder* sebanyak 0 % (tidak dihasilkan *boulder*) saat penerapannya di lapangan. Pada akhir perhitungan geometri peledakan, pendekatan dengan teori **C. J. Konya** yang lebih mendekati target *boulder* 15 % dengan PF yang rendah, yaitu dengan penerapan *burden* ; 2,6 m, *spacing* ; 3,6 m, *stemming* ; 2,6 m dan *subdrilling* ; 0,5 m, akan menghasilkan *boulder* dengan ukuran ≥ 80 cm sebanyak 14,45 % dengan PF 0,44 Kg/BCM. Setelah geometri menurut **C. J. Konya** yang paling baik dari ketiga geometri peledakan yang ada, maka dengan geometri tersebut perlu dibuat sedikitnya 14 lubang bor untuk sekali peledakan dalam upaya mencapai target produksi sebesar 1.567 BCM/Peledakan.

Kata Kunci : Geometri, Peledakan, *Boulder*, R. L. Ash, C. J. Konya.

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Peledakan merupakan kegiatan pemecahan suatu material (batuan) dengan menggunakan bahan peledak untuk memberai tanah penutup, membongkar batuan

padat atau material berharga atau endapan bijih yang bersifat kompak dari batuan induknya menjadi material yang cocok untuk dikerjakan dalam proses produksi berikutnya (**Sushil Bhandari, 1997**).

Kegiatan peledakan yang dilakukan pada bulan Juni, **PT Mandiri Sejahtera Sentra** menargetkan produksi peledakan sebesar 68.962 BCM. Dari kegiatan peledakan yang dilakukan, dihasilkan fragmentasi yang berukuran ≥ 80 cm dalam jumlah cukup banyak, sehingga dapat mengakibatkan tingginya selisih antara produksi peledakan dengan volume batuan yang terangkut melalui proses *hauling* menuju *jaw crusher*. Oleh karena itu, diperlukan kajian rancangan peledakan mengenai geometri dari peledakan tersebut agar dapat mengurangi jumlah fragmentasi ≥ 80 cm.

Tujuan Penelitian

Kegiatan ini dilakukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik pada **Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung**.

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui geometri peledakan yang diterapkan di **PT Mandiri Sejahtera Sentra**.
2. Mengetahui fragmentasi hasil peledakan aktual di **PT Mandiri Sejahtera Sentra**.
3. Mengetahui geometri peledakan menggunakan persamaan **R. L. Ash** dan **C. J. Konya** untuk mengurangi jumlah *boulder* hasil peledakan.
4. Mengetahui persentase *boulder* berdasarkan persamaan **Kuz-Ram**.
5. Mengetahui jumlah lubang bor yang harus dibuat untuk mencapai target produksi.

B. Landasan Teori

Peledakan

Peledakan adalah kegiatan pembongkaran atau pemberaian batuan yang memiliki kekerasan tinggi. Kegiatan peledakan dilakukan karena alat gali (*excavator*) tidak mampu untuk membongkar batuan (**Engineering Rock Blasting Operation, Sushil Bhandari, 1997**).

Geometri Peledakan Menurut Teori R. L. Ash

a. Burden (B)

Burden adalah jarak tegak lurus antara lubang tembak dengan bidang bebas yang panjangnya tergantung pada karakteristik batuan. Menentukan ukuran *burden* merupakan langkah awal agar fragmentasi batuan hasil peledakan, vibrasi, *airblast* dapat memuaskan.

$$B = \frac{Kb \times De}{12} \text{ ft} \dots \dots \dots (3.1)$$

atau

$$B = \frac{Kb \times De}{39,3} \text{ m} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dengan :

B = *Burden*,

De = Diameter lubang tembak,

Kb = *Burden ratio*.

Keterangan :

Bobot isi batuan standar (Dst)	= 160 lb/cuft bahan peledak
SG std	= 1,2
Vestd (VODstd)	= 12.000 fps
Kbstandard	= 30

Maka :

$$Kbkor = 30 \times Af1 \times Af2 \dots \dots \dots (3.3)$$

Af1 = *Adjustment factor* untuk batuan yang diledakkan

Af2 = *Adjustment factor* untuk handak yang dipakai

$$Af1 = \left[\frac{Dstd}{D} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dstd = Bobot isi batuan standar

D = Bobot isi batuan yang diledakkan

$$Af2 = \left[\frac{SG \times Ve^2}{SGstd \times Vestd^2} \right]^{1/3} \dots \dots \dots (3.5)$$

SG = Berat jenis bahan peledak yang digunakan

Ve = VOD bahan peledak yang dipakai

Jadi

$$B = \frac{Kbkoreksi \times De}{39,3} m \dots \dots \dots (3.6)$$

b. Spacing (S)

Spacing adalah jarak antar lubang tembak dalam satu baris dan sejajar terhadap bidang bebas.

$$S = Ks \times B \dots \dots \dots (3.7)$$

Keterangan :

Ks = *Spacing ratio* (1,0 – 2,0), B = *Burden* (m)

Spacing yang lebih kecil dari ketentuan akan menyebabkan ukuran batuan hasil peledakan terlalu hancur. Tetapi jika *spacing* lebih besar dari ketentuan akan menyebabkan banyak terjadi bongkah (*boulder*).

Berdasarkan cara urutan peledakannya, pedoman penentuan *spacing* adalah sebagai berikut :

1. Peledakan serentak, $S = 2 B$
2. Peledakan beruntun dengan *delay interval* lama (*second delay*), $S = B$
3. Peledakan dengan *millisecond delay*, S antara 1 B hingga 2 B
4. Jika terdapat kekar yang saling tidak tegak lurus, S antara 1,2 B - 1,8 B
5. Peledakan dengan pola *equilateral* dan beruntun tiap lubang tembak dalam baris yang sama, $S = 1,15 B$

c. Stemming (T)

Stemming merupakan penutup yang berada di bagian atas lubang ledak, material stemming umumnya menggunakan *cutting* hasil pemboran. Adapun untuk menghitung *stemming* dipakai persamaan :

$$T = Kt \times B \dots \dots \dots (3.8)$$

Keterangan :

T = *Stemming* (m),

Kt = *Stemming ratio* (0,7 – 1,0),

B = *Burden* (m).

d. Subdrilling (J)

Subdrilling merupakan kelebihan panjang lubang ledak pada bagian bawah lantai jenjang. *Subdrilling* dimaksudkan agar didapat lantai jenjang yang rata setelah peledakan. Panjang *subdrilling* diperoleh dengan mengalikan harga *subdrilling ratio* (Kj) dengan nilai *burden*.

Hubungan Kj dengan *burden* digunakan persamaan sebagai berikut :

$$J = K_j \times B \dots \dots \dots (3.9)$$

J = *Subdrilling* (m), K_j = *Subdrilling ratio* (0,2 – 0,4),
 B = *Burden* (m).

Geometri Peledakan Menurut Teori C. J. Konya

a. Burden (B)

Pemilihan nilai *burden* yang tepat merupakan keputusan yang terpenting dalam rancangan peledakan. *Burden* adalah jarak tegak lurus antara lubang ledak terhadap bidang bebas terdekat.

Dalam penentuan panjang *burden* berdasarkan perhitungan **C. J. Konya** adalah sebagai berikut :

$$B = 3,15 \times D_e \left(\frac{SGe}{SGr} \right)^{0,33} \dots \dots \dots (3.10)$$

b. Spasi (S)

Penerapan nilai spasi harus mempertimbangkan nilai *burden*, agar didapat pencakupan energi peledakan yang cukup untuk menghasilkan fragmentasi yang diinginkan. Perbandingan jarak spasi dengan *burden* pada pola peledakan dan penyebaran energinya dapat dilihat pada Gambar 3.6. Untuk memperoleh jarak spasi, maka digunakan rumusan sebagai berikut :

1. Serentak Tiap Baris Lubang Ledak

a. Untuk tinggi jenjang rendah (*low benches*)

$$H < 4B, S = \frac{H + 2B}{3} \dots \dots \dots (3.11)$$

b. Untuk tinggi jenjang yang besar (*high benches*)

$$H = 4B, S = 2B \dots \dots \dots (3.12)$$

2. Beruntun Dalam Tiap Baris Lubang Ledak

a. Untuk tinggi jenjang rendah (*low benches*)

$$H < 4B, S = \frac{H + 7B}{8} \dots \dots \dots (3.13)$$

b. Untuk tinggi jenjang yang besar (*high benches*)

$$H = 4B, S = 1,4B \dots \dots \dots (3.14)$$

c. Stemming (T)

Stemming adalah tempat material penutup di dalam lubang ledak, yang letaknya di atas kolom isian bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah agar terjadi keseimbangan tekanan dan mengurung gas-gas hasil ledakan, sehingga dapat menekan batuan dengan energi yang maksimal. Penentuan tinggi *stemming* digunakan rumusan seperti yang tertera berikut ini :

$$T = 0,7 \times B \dots \dots \dots (3.15)$$

Keterangan :

T = *Stemming* (m), B = *Burden* (m)

d. Subdrilling (J)

Dalam penentuan tinggi *subdrilling* yang baik untuk memperoleh lantai jenjang yang rata maka digunakan rumusan sebagai berikut :

$$J = 0,3 \times B \dots \dots \dots (3.16)$$

Keterangan :

J = *Subdrilling* (m), B = *Burden* (m).

e. Kedalaman Lubang Ledak (H)

Pada prinsipnya kedalaman lubang ledak merupakan jumlah total antara tinggi jenjang dengan kedalaman *subdrilling*, dengan perhitungan :

$$H = L + J \dots \dots \dots (3.17)$$

Keterangan :

H = Kedalaman lubang ledak (m), L = Tinggi jenjang (m),

J = *Subdrilling* (m).

f. Panjang Kolom Isian (PC)

Panjang kolom isian merupakan panjang kolom lubang ledak yang akan diisi dengan bahan peledak. Persamaan panjang kolom isian, yaitu :

$$PC = H - T \dots \dots \dots (3.18)$$

Keterangan :

PC = Panjang kolom isian (meter), H = Kedalaman lubang ledak (meter),

T = *Stemming* (meter).

g. Tinggi Jenjang (L)

Berdasarkan perbandingan tinggi jenjang dan jarak *burden* yang diterapkan (*stiffness ratio*), maka akan diketahui hasil dari peledakan tersebut. Penentuan tinggi jenjang berdasarkan *stiffness ratio* digunakan persamaan berikut:

$$L = 5 \times De \dots \dots \dots (3.19)$$

L = Tinggi jenjang minimum (ft), De = Diameter lubang ledak (inchi)

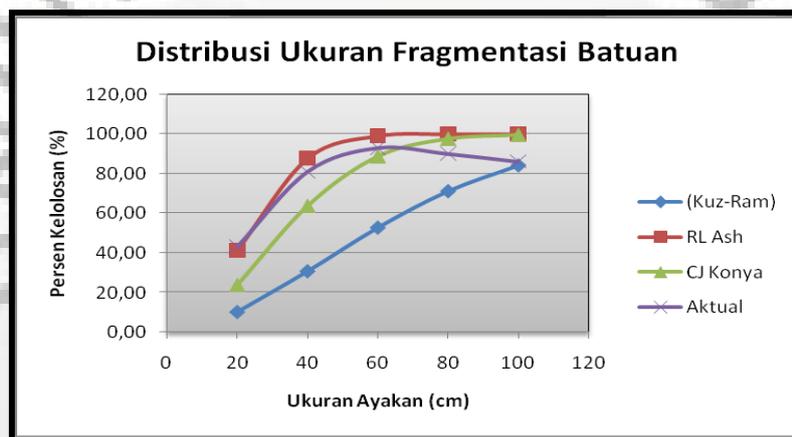
C. Hasil Penelitian

Dalam upaya mereduksi jumlah *boulder* hasil peledakan, maka dibuat geometri peledakan dengan perhitungan **R. L. Ash** dan perhitungan **C. J. Konya**, lalu hasil peledakan aktual di **PT Mandiri Sejahtera Sentra** dibandingkan dengan hasil peledakan menurut teori **R. L. Ash** dan **C. J. Konya** baik itu dari fragmentasi batuan, volume batuan hasil peledakan dan *Powder Factor*. Adapun data-data hasil perhitungan geometri dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Rancangan Peledakan Aktual, R. L. Ash (1967) dan C. J. Konya (1990)

Perancangan Peledakan	Geometri Aktual		Selisih	R. L. Ash	C. J. Konya
	Aktual	Kuz-Ram			
Target produksi (BCM/Peledakan)	1567,5	1567,5		1567,5	1567,5
L, Tinggi jenjang (m)	11,5	11,5		11,5	11,5
B, Burden (m)	3	3		2	2,3

S, Spacing (m)	4	4		2,5	3,2
T, Stemming (m)	2	2		1,4	2,3
J, Subdrilling (m)	0,5	0,5		0,6	0,7
H, Kedalaman lubang ledak (m)	12	12		12,1	12,2
PC, Panjang kolom isian (m)	10	10		10,7	9,9
Loading density (kg/m)	3,75	3,75		4,98	4,98
Jumlah isian bahan peledak (Kg/lbg)	38,3	38,3		54,09	50
Jumlah lubang	6	6		6	6
Volume Batuan (BCM)	828	828		345	507,84
Tonase Batuan (Ton)	2152,8	2152,8		897	1320,4
Powder factor (Kg/BCM)	0,28	0,28		0,94	0,59
X, Ukuran fragmentasi rata-rata (cm)	50	54,44	4,44	22,82	32,65
n, Indeks keseragaman	-	1,75	-	1,97	1,89
Xc, Karakteristik ukuran (cm)	-	67,12	-	27,48	39,63
R80, Persentase bongkah > 80 (%)	24	39,02	15,02	0,03	2,61
R80, Persentase bongkah < 80 (%)	76	60,98	15,02	99,97	97,39
Biaya Peledakan (Rp/Ton)	1227	1227		3.812	2.441



Gambar 1. Perbandingan Fragmentasi Geometri Aktual, R. L. Ash dan C. J. Konya

Pada gambar 1 dapat dilihat bahwa geometri peledakan racangan **R. L. Ash** dan **C. J. Konya** menghasilkan *boulder* (≥ 80 cm) sangat sedikit, yaitu 0,03 % dan 2,61 %.

Setelah didapat data fragmentasi hasil peledakan secara aktual di lapangan lalu dibandingkan dengan perhitungan distribusi fragmentasi **Kuz-Ram** dengan menggunakan geometri peledakan yang sama, terdapat selisih sebesar 15,02 % untuk jumlah *boulder* (≥ 80 cm) hasil peledakan. Dengan adanya nilai selisih antara teori dan aktual di lapangan, maka dirancanglah geometri peledakan dengan target *boulder* 15,02 % dengan asumsi penerapannya di lapangan akan menghasilkan *boulder* 0 %. Adapun data geometrinya dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Perbandingan Rancangan Geometri Peledakan C. J. Konya (1990)

Perancangan Peledakan	Geometri C.J.Konya	
	Awal	Simulasi
Target produksi (BCM/Peledakan)	1567,5	1567,5
L, Tinggi jenjang (m)	11,5	11,5
B, Burden (m)	2,3	2,6
S, Spacing (m)	3,2	3,6
T, Stemming (m)	2,3	2,6
J, Subdrilling (m)	0,7	0,5
H, Kedalaman lubang ledak (m)	12,2	12
PC, Panjang kolom isian (m)	9,9	9,4
Jumlah Lubang	6	6
Volume Batuan (BCM)	507,84	653
Tonase (Ton)	1320	1698
Loading density (kg/m)	4,98	4,98
Jumlah isian bahan peledak (Kg/lbg)	50	46,9
Powder factor (Kg/BCM)	0,59	0,44
X, Ukuran fragmentasi rata-rata (cm)	32,65	41,19
n, Indeks keseragaman	1,89	1,76
Xc, Karakteristik ukuran (cm)	39,63	50,74
R80, Persentase bongkah > 80 (%)	2,61	14,45
R80, Persentase bongkah < 80 (%)	97,39	85,55
Biaya Peledakan (Rp/Ton)	2.441	1.841

Setelah dipilih geometri peledakan yang dapat memenuhi target jumlah *boulder* yang diinginkan, yaitu menggunakan geometri hasil perhitungan **C. J. Konya** simulasi 2, maka ditentukan jumlah lubang yang dibutuhkan dan biaya peledakan dalam sekali kegiatan peledakan untuk mencapai target produksi di bulan Juni. Adapun rincian target produksi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Produksi untuk Rancangan Geometri Peledakan C. J. Konya (1990)

a	Target Produksi	
	Target Produksi/Peledakan	1.567
b	Jumlah Lubang Ledak	
	Vol/Lubang (BCM/Lubang)	108,84
	n	14
	Vol Batuan (BCM)	1.524
	Tonase	3.962
	PF (Kg/BCM)	0,43
c	Total Biaya Peledakan	
	Biaya Bahan Peledak	Rp7.294.195
	BiayaPeledakan/Ton (Rp/Ton)	Rp1.841

D. Kesimpulan

1. Geometri peledakan yang diterapkan di **PT Mandiri Sejahtera Sentra** adalah dengan tinggi jenjang ; 11,5 m, *burden* ; 3 m, *spacing* ; 4 m, *subdrilling* ; 0,5 m dan *stemming* ; 2 m.
2. Secara perhitungan aktual di lapangan diketahui bahwa jumlah boulder hasil peledakan di **PT Mandiri Sejahtera Sentra** sebanyak 24 %.
3. Setelah dilakukan perhitungan geometri peledakan secara teoritis, maka didapat :
 - Dengan menggunakan perhitungan **R. L. Ash**, didapat geometri dengan tinggi jenjang ; 11,5 m, *burden* ; 2 m, *spacing* ; 2,5 m, *subdrilling* ; 1,4 m dan *stemming* ; 0,6 m.
 - Dengan menggunakan perhitungan **C. J. Konya** simulasi 2 didapat geometri dengan tinggi jenjang ; 11,5 m, *burden* ; 2,6 m, *spacing* ; 3,6 m, *subdrilling* ; 0,5 m, dan *stemming* ; 2,6 m.
4. Setelah didapatkan nilai-nilai geometri secara teoritis, maka dihitung fragmentasi batuan menurut **Kuz-Ram**, dengan hasil :
5. Terdapat nilai selisih antara fragmentasi hasil peledakan secara aktual di lapangan dengan perhitungan teori **Kuz-Ram** sebesar 15,02 %.
 - Dengan penerapan geometri peledakan **R. L. Ash**, maka didapat fragmentasi rata-rata 22,82 cm dengan jumlah *boulder* 0,03 %.
 - Dengan geometri peledakan **C. J. Konya** simulasi 2, maka didapat fragmentasi rata-rata 41,19 cm dengan jumlah *boulder* 14,45 % dengan asumsi akan didapatkan *boulder* ± 0 % secara aktual di lapangan.
 - Dengan menggunakan geometri peledakan **C. J. Konya** simulasi 2, maka perlu dibuat minimal 14 lubang bor dalam upaya mencapai target produksi sebesar 1.567 BCM/Peledakan.

Daftar Pustaka

- Ash, R.L, 1990, "*Design of Blasting Round, Surface Mining*", B.A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploition, Inc. Page. 565-584.
- Engin, I.C. 2008, "*Practical Method of Bench Blasting Design for Disired Fragmentation base on Digital Emage processing Technique and Kuz-ram Model*" Afyon Kocatepe University: Turkey.
- Jemino, Lopez. Carlos. 1995, "*Drill and Blast of Rock*" Revised and Updated Eddition by A.A Blaskena:Rotterdam, Netherlands.
- Koesnaryo. S. 2001. "*Teori Peledakan*", Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara,Bandung
- Konya, CJ. and Walter EJ. 1990, "*Surface Blast Design*", Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Rai, Astawa M. 2000, "*Klasifikasi Massa Batuan*", Tim Dana Pengembangan Keahlian Sub Sektor Pertambangan Umum dan Lembaga Pengembangan Masyarakat, ITB, Bandung.