

**ANALISIS POTENSI *FLY ROCK* PADA KEGIATAN PELEDAKAN DI  
KUARI DESA LAGADAR, KECAMATAN MARGAASIH, KABUPATEN  
BANDUNG**

**Woro Sundari**

*Program Studi Teknik Pertambangan , Fakultas Sains dan Teknik, Univesitas Nusa Cendana,  
Penfui, Kupang, 85361, Indonesia  
E-mail : worosundari@gmail.com*

**Abstrak**

Kegiatan penambangan batuan andesit dikuari PT. Panghegar Mitra Abadi menerapkan metode peledakan dalam proses pembongkaran batuan andesit. Salah satu efek peledakan yang sangat berbahaya baik bagi manusia maupun peralatan produksi adalah batu terbang. Prediksi besar jarak lemparan maksimum batu terbang berperan penting dalam penentuan jarak aman baik bagi manusia maupun alat produksi dan juga perlu diketahui penyebab serta cara mengurangi potensi batu terbang. Dengan mengetahui jarak lemparan aktual sesuai dengan penerapan geometri peledakan, diharapkan dapat memberikan informasi mengenai radius aman yang baru tanpa harus terikat dengan ketentuan Kepmen Nomor 1827K/30/MEM2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik yang mengatur standar lemparan batu terbang 300 meter untuk peralatan mekanis dan 500 meter untuk manusia. Geometri peledakan aktual yang diterapkan pada PT. Panghegar Mitra Abadi yaitu burden 1,6 m, spasi 2,56 m, stemming 3,49 m, primary charge 2,51 m, tinggi jenjang 6 m dan kedalaman lubang ledak 6m dengan bahan peledak ANFO 6,42 kg/lubang. Dengan geometri peledakan ini, hasil lemparan batu terbang jika dihitung menggunakan rumus facebust Richard dan Moore diperoleh jarak lemparan maksimal 60 m, rumus cratering Richard dan Moore 7,6 m, sedangkan jika menggunakan rumus Ludborg diperoleh jarak lemparan maksimal sejauh persamaan 50,05 meter. Dari hasil analisis yang dijabarkan di atas terkait jarak lemparan maksimal batu terbang, dapat disimpulkan bahwa kegiatan peledakan di PT. Panghegar Mitra Abadi tidak menimbulkan efek flyrock dan diperoleh informasi jarak radius aman aktual baik bagi peralatan mekanis maupun manusia. Namun sebagai bahan acuan dalam kegiatan peledakan selanjutnya, dibuat simulasi regisgn dan ditemukan nilai burden, stemming, spacing, kedalaman lubang ledak dan subdrilling lebih berpotensi menghasilkan efek batu terbang. Hal ini dikarenakan nilai geometri yang ditetapkan di PT. PMA belum memenuhi standar. Untuk itu geometri peledakan di redesign dengan rumus C.J.Konya dan R.L.Ash.

**Kata Kunci:** *batu terbang (fly rock) , geometri peledakan*

**Abstract**

Andesit rock mining activities in the quarry PT. Panghegar Mitra Abadi apply the blasting method in dismantling andesit rock. One of the explosion effects which are very dangerous towards human or production tools is flyrock. Prediction of throw maximum distance of flyrock has important role on deciding safety distance for human and production tools. It is also necessary to find out the cause and how to decrease the potential of flyrock. By knowing the actual throwing distance in accordance with the application of blasting geometry, it is hoped that it can provide information about the new safe radius without having to be bound by the provisions of ministerial Decree No.1827 K/30/MEM/2018 concerning Guidelines for Implementing Good Mining Engineering Rules which regulates the standard of throwing stones at 300 m for mechanical equipment and 500 m for humans. The actual blasting geometry applied to PT.PMA is burden 1.6 m, spaced 2,56 m, stemming 3,49 m, primary charge 2,51 m, ladder height 6 m, and depth of blast hole 6 m with ANFO explosives 6,42 kg/hole. With this blasting geometry, the results of trowing stones when calculated using the distance of 60 m, the cratering formula of Richard and Moore (2005) 7,6 m, while using the lundborg formula (1981) the distance obtained is maximum throw as far as 50,05m. Form the results of the analysis described above regarding the maximum throwing distance of flying stones, it can be concluded that the blasting activities at PT. Panghegar Mitra Abadi does not cause fly rock effect and information on the actual safe radius distance is obtined for both mechanical and human equipment. However, as a reference material in subsequent blasting activities, redesign simulations were made and found that the values of burden, stemming, spacing, blast hole depth and subdrilling have the potential to produce flying rock effects. This is

# SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

because the geometry value set at PT.Panghegar Mitra Abadi has not met the standard. For this reason, the blasting geometry was redesign using the C.J. Konya and R.L.Ash formulas.

**Keywords:** *flyrock, Blasting Geometry.*

## PENDAHULUAN

Di Indonesia perkembangan masusia semakin pesat. Hal ini akan diimbangi dengan penggunaan hasil tambang yang akan menunjang keberlangsungan hidup manusia. Salah satu hasil tambang yang digunakan manusia adalah batuan andesit. Batuan andesit merupakan jenis batuan beku ekstrusif. Batuan andesit terbentuk dari magma dengan temperatur antara  $900^{\circ}\text{C}$  -  $1.100^{\circ}\text{C}$ . Gunung api di Indonesia pada umumnya menghasilkan batuan andesit dalam bentuk lava maupun piroklastik. Batuan andesit digunakan untuk pembangunan infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, gedung-gedung, irigasi, landasan terbang (*fly rock*), pelabuhan serta sebagai dimension stone dan lainnya. Perusahaan PT. Panghegar Mitra Abadi merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak dalam industri pertambangan kuari yang menambang batuan andesit. Perusahaan PT. Panghegar Mitra Abadi melakukan operasi penambangan di Desa Lagadar, Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Penambangan batu andesit merupakan kegiatan utama perusahaan PT. Panghegar Mitra Abadi, yaitu terdiri dari rangkaian pekerjaan pengeboran, peledakan, pemuatan dan pengangkutan menuju hopper. Kegiatan peledakan bertujuan untuk menghancurkan, melepas ataupun membongkar suatu batuan dari batuan induknya menjadi fragmen-fragmen batuan yang diharapkan sesuai dengan kebutuhan pada kegiatan selanjutnya. Kegiatan peledakan akan menimbulkan masalah apabila sistem pengaturan atau pengontrolan peledakan (*blasting management system*) tidak tepat. Masalah yang timbul akibat peledakan juga beragam. Salah satu masalah yang timbul akibat peledakan adalah adanya batu terbang (*flyrock*). Batu terbang (*flyrock*) adalah fragmentasi batuan yang terlempar terlalu jauh melebihi radius aman akibat energi peledakan. Dampak batu terbang dapat mengakibatkan kerusakan alat produksi dan dapat mengakibatkan cedera bahkan kematian untuk manusia. Hal inilah yang menyebabkan efek batu terbang (*fly rock*) menyebabkan efek batu terbang (*fly rock*) menjadi salah satu perhatian utama pada setiap kegiatan peledakan. Dengan melakukan analisis terhadap potensi terjadinya batu terbang (*fly rock*), diharapkan dapat menentukan lemparan maksimal batu terbang sehingga dapat ditentukan jarak aman, baik bagi peralatan maupun bagi manusia.

## METODOLOGI

Metode yang dipakai adalah pengumpulan data secara primer atau langsung di lapangan. Pengukuran lemparan maksimum *flyrock* dilakukan sebanyak 30 kali, dan analisa pengamatan ini menggunakan GPS sebagai acuan radius untuk penentuan lemparan maksimum *flyrock*. Perhitungan jarak lemparan *flyrock* yang dilakukan di lokasi penelitian dilakukan secara teoritis dan aktual dengan berorientasi pada jarak antar spasi, jarak antar burden, tinggi stemming minimum, kedalaman lubang minimum, powder factor, rata – rata isian per lubang ledak dan jarak burden. Untuk perhitungan teoritis menggunakan metode empiris dan analisis dimensi. Metode empiris berdasar teori Richard dan Moore (2005), dan Ludborg (1981)

Menurut pengujian yang telah dilakukan Richard dan Moore (2005), ada 3 faktor utama yang mempengaruhi terjadinya *flyrock* pada kegiatan peledakan yaitu [4]:

1. *Face Burst* terjadi saat jarak *burden* pada baris depan peledakan di lapangan yang terkadang terlalu dekat dapat menyebabkan potensi *flyrock*

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2.6} \quad (1)$$

Dimana L = Lemparan maksimal (m),

k = konstanta untuk *overburden* batubara k = 13,5,

g = percepatan gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ )

m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m)

B = *burden* awal (m)

2. *Cratering* terjadi saat tinggi *stemming* yang terlalu pendek serta terdapatnya bidang lemah pada lubang ledak. Bidang lemah tersebut biasanya merupakan material *broken* dari hasil peledakan

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I  
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

**Kupang, 31 Maret 2022**

sebelumnya. Berdasarkan kondisi tersebut maka *flyrock* dapat terlempar ke segala arah dari lubang ledak yang diinisiasi. Berikut persamaan yang digunakan.

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2.6} \quad (2)$$

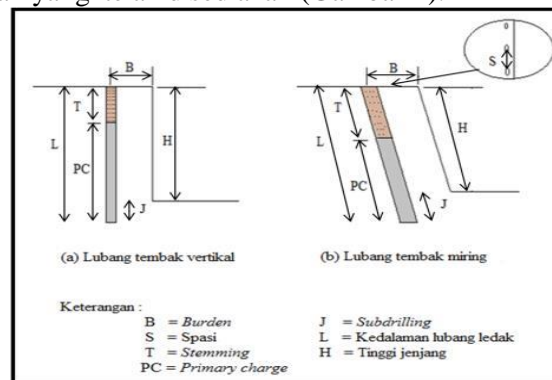
Dimana: L= Lemparan maksimal (m)  
k = konstanta untuk *overburden* batubara k =13,5  
g = percepatan gravitasi (9,8 m/s<sup>2</sup>)  
m = berat isian bahan peledak per meter (kg/m)  
SH = *stemming height* (m)

3. *Rifling* terjadi saat *stemming* sudah sesuai untuk mencegah *flyrock* secara *cratering* namun material *stemming* yang digunakan kurang baik. *Flyrock* yang disebabkan lebih cenderung dari kemiringan lubang ledak karena jika pada lubang ledak tegak *flyrock* diasumsikan akan kembali pada titik semula. Ludborg (1981) mengembangkan persamaan perhitungan empirik untuk memprediksikan lemparan maksimal *flyrock* untuk menghitung rumusnya adalah :

$$L = 143 d(q - 0,2) \quad (3)$$

Dimana: L=lemparan maksimal (m)  
d=diameter lubang ledak (inch)  
q = *specific charge* (kg/m<sup>3</sup>).

Dalam menghitung perbandingan *redesign* dengan geometri peledakan aktual menggunakan pendekatan rumus Calvin J. Konya dan R.L.Ash. dalam peledakan yang perlu diperhatikan adalah geometri peledakan Geometri peledakan adalah bentuk bangun daerah yang akan diledakan menggunakan bahan peledak yang telah disediakan (Gambar 1).



Gambar 1. Geometri Peledakan metode R.L. Ash dan metode C.J. Konya

Dalam operasi peledakan ada tujuh parameter standar dasar geometri peledakan yaitu : *burden*, *spacing*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang ledak, panjang kolom isian dan tinggi jenjang. Ukuran parameter geometri peledakan harus ditentukan dengan baik sehingga dapat menciptakan hasil peledakan sesuai ketentuan . Metode penentuan geometri peledakan dikemukakan oleh beberapa ahli.

4. Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L. Ash

Burden dihitung berdasarkan diameter lubang ledak dengan mem- pertimbangkan konstanta KB yang tergantung pada jenis atau grup batuan dan bahan peledak. Konstanta KB dihitung dirumuskan sebagai berikut:

$$KB = KB.std \times AF1 \times AF2 \quad (4)$$

$$KB = KB.std \times AF1 \times AF2 \quad (5)$$

Dimana:

KB = Konstanta burden

KBstandar = Konstanta yang tergantung jenis batuan dan bahan peledak

$$AF_{AF} = \sqrt[3]{\frac{\text{Energi potensial bahan peledak yang dipakai}}{\text{Energi potensial standar}}} \quad (6)$$

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I  
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

**Kupang, 31 Maret 2022**

Energi potensial = SGhandak x VOD<sup>2</sup> ; VOD dalam fps

Energi Potensial standar = 1,20 x 12.000<sup>2</sup>

$$AF_1 = \left( \frac{SGhandak \times (VOD)^2}{SGstd \times (VOD)^2} \right)^{1/3} \quad (7)$$

$$AF_2 = \sqrt[3]{\frac{\text{Densitas batuan standar}}{\text{Densitas Batuan yang akan diledakkan}}} \quad (8)$$

Densitas batuan standar = 160 lb/cuft

$$AF_2 = \left( \frac{Dst}{D} \right)^{1/3} \quad (9)$$

Selanjutnya dimensi geometri peledakan dihitung sebagai berikut:

a. Burden (B),  $ft = \frac{KB \times D(in)}{12}$  (10)

b. Kedalaman lubang ledak (L) =  $K_L \times B$  (11)

c. Subdrilling (J) =  $K_J \times B$  (12)

d. Stemming (T) =  $K_T \times B$  (13)

e. Spasi (S) ; KS untuk mengukur spasi tergantung pada kondisi retakan (*joints*) di sekitar lokasi yang akan diledakkan, jumlah bidang bebas dan sistem penyalan (*firing*) yang diterapkan

5. Rancangan Geometri Peledakan Menurut C.J. Konya [1]

Untuk menghitung

1. *burden* digunakan rumus sebagai berikut :

$$B = 3,15 \times De \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}} \quad (14)$$

Dimana

B = Burden (ft);

SGe = Berat jenis bahan peledak

SGr = Berat jenis batuan

De = Diameter lubang ledak (inchi).

2. Spasi

Besarnya spasi dapat ditentukan berdasarkan sistem tunda yang direncanakan

- Serentak tiap baris lubang ledak  
 $H < 4B$ ;  $s = H + 2B/3$ ;  $H > 4B$ ;  $S = 2B$
- Beruntun dalam tiap baris  
 $H < 4B$ ;  $s = H + 7B/8$ ;  $H > 4B$ ;  $S = 1,4B$

3. *Stemming* (T)

Batuan Massive  $T = B$

Batuan Berlapis  $T = 0,7 B$

4. *Subdrilling* (J)

$$J = 0,3 \times B \quad (15)$$

Dimana :

J = Subdrilling (meter)

B = Burden (meter)

5. Kedalaman lubang ledak (L);

$$L = H + K \quad (16)$$

Dimana ;

H= Tinggi jenjang

J = subdrilling

6. Kolom isian bahan peledak/*Primary charge* (PC)

$$PC = L - T \quad (17)$$

# SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

Dimana:

PC= Primary Charge (meter)

L= Kedalaman Lubang Ledak(meter)T= Stemming (meter)

7. Tinggi jenjang/*banch hight* (H)

$$H = L - J \quad (18)$$

Dimana;

H= tinggi jenjang (meter)

L= Kedalaman Lubang Ledak (meter)

J = Subdrilling

## Analisis Data

Data-data yang telah dikumpulkan akan di analisis untuk mengetahui masalah- masalah yang terjadi dalam kegiatan peledakan terkhususnya material hasil peledakana yang terlempar melebihi batas aman atau yang disebut batu terbang (*flyrock*). Kemudian dilakukan evaluasi untuk penanganan terhadap masalah batu terbang (*flyrock*) karena dapat berbahaya bagi alat mekanis maupun manusia.

## HASIL DAN BAHASAN

### Pengaruh Ukuran Burden dan Ukuran Stemming Terhadap Potensi Terjadinya Batu Terbang (*Flyrock*)

a. Facebus

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2.6}$$

$$L = \frac{25^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{2,5}}{1,6} \right)^{2.6}$$

$$L = 60 \text{ meter}$$

b. Catering

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2.6}$$

$$L = \frac{25^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{2,5}}{3,49} \right)^{2.6}$$

$$L = 7,6 \text{ meter}$$

### Jarak Lemparan Maksimum Batu Terbang (*Flyrock*)

Ludborg (1981)

$$\begin{aligned} L &= 143d(q - 0,2) \\ &= 143 \times 2,5 (0,34 - 0,2) \\ &= 50,05 \text{ meter} \end{aligned}$$

Denga ukuran butir batua sebesar:

$$\begin{aligned} \varphi &= 0,1d^{2/3} \\ &= 0,17 \text{ meter} \end{aligned}$$

## Redesign

Rancangan Geometri Peledakan Menurut R.L.Ash

SGhandak using = 0,8 gr/cc

SGhandak standard = 1,2

VoDusing = 2.500 m/s → 8.202 fps

VoDstandard = 12.000 fps

Dusing = 2,6 t/m<sup>3</sup> → 163,54 lb/cuft

Dstd = 160 lb/cuft

**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I  
UNIVERSITAS NUSA CENDANA**

**Kupang, 31 Maret 2022**

$$KB = KB_{std} \times AF1 \times AF2$$

$$KB = 20 \times AF1; \left( \frac{SG_{Handak} \times (VOD)^2}{SG_{std} \times (VOD)^2} \right)^{1/3} \times AF2 \left( \frac{D_{std}}{D} \right)^{1/3}$$

$$KB = 20 \times \left( \frac{0,8 \times (8.202)^2}{1,2 \times (12.000)^2} \right)^{1/3} \times \left( \frac{160}{163,54} \right)^{1/3}$$

$$KB = 13,86$$

- Burden

$$B = \frac{KB \times D}{12}$$

$$B = \frac{13,86 \times 2,5}{12}$$

$$B = 2,88 \text{ meter} = 3 \text{ meter}$$

- Spasi

$$S = Ks \times B \rightarrow Ks - 1,20 - 1,80$$

$$S = 1,20 \times 3$$

$$S = 3,6 \text{ meter}$$

- Stemming

$$T = KT \times B \rightarrow Kt - 0,7 - 1,0$$

$$T = 1,20 \times 3$$

$$T = 2,1 \text{ meter}$$

- Subdrilling (J)

$$J = Kj \times B \rightarrow 0,2 - 0,4$$

$$J = 0,2 \times 3$$

$$J = 0,6 \text{ meter}$$

- Kedalaman Lubang Ledak (L)

$$L = Kl \times B \rightarrow 1,54$$

$$L = 1,5 \times 3$$

$$L = 4,5 \text{ meter}$$

- Powder Coulomb (C)

$$PC = L - T$$

$$PC = 4,5 - 2,1$$

$$PC = 2,4 \text{ meter}$$

## 2. Rancangan Geometri Peledakan Menurut C.J.. Konya

- Burden

$$B = 3,15 \times De \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}}$$

$$B = 3,15 \times 2,5 \left( \frac{0,8}{2,6} \right)^{1/3}$$

$$B = 5,52 \text{ fit} - 1,6 \text{ meter}$$

- Spasi

$$S = \frac{H + 7B}{8}$$

$$S = \frac{4 + (7 \times 1,6)}{8}$$

$$S = 1,9 \text{ meter} = 2 \text{ meter}$$

- Stemming (T)

$$T=B$$

$$T=2 \text{ meter}$$

- Subdrilling

# SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA I UNIVERSITAS NUSA CENDANA

Kupang, 31 Maret 2022

$$J = 0,30 \times 1,6$$

$$J = 0,48 \text{ meter}$$

- Kedalaman Lubang Ledak (L)

$$L = H + J$$

$$L = 4 + 0,48$$

$$L = 4,48 \text{ meter}$$

- Powder Column (PC)

$$PC = L - T$$

$$PC = 4,48 \text{ m} - 1,6 \text{ m}$$

$$PC = 2,88 \text{ meter}$$

- Ketinggian Jenjang (H) dengan diameter lubang ledak 2,5 inchi maka

$$H = 12,5 \text{ ft} \rightarrow 3,8 \approx 4 \text{ meter}$$

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan, pembahasan dan analisis data yang telah penulis buat, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

Dari hasil kajian rumus *faceburst* dan *cratering* dari Richard dan Moore (2005) yang digunakan untuk menghitung pengaruh nilai Burden dan nilai *stemming* terhadap potensi terjadinya batu terbang (*fly rock*) didapatkan hasil jarak lemparan batuan setelah peledakan sejauh 60 meter. Hal ini, dikarenakan nilai rata-rata dari burden aktual lebih kecil dari standar penentuan nilai burden dari rumus R.L.Ash dan C.J.Konya. Jarak lemparan maksimum batu terbang (*fly rock*) dari hasil perhitungan menggunakan persamaan Ludborg adalah 50,05 meter dengan perkiraan ukuran butir batuan sebesar 0,17 meter.

Geometri *redesign* dan geometri peledakan aktual di PT. Panghegar Mitra Abadi didapatkan nilai *burden*, *stemming*, *spacing*, kedalaman lubang ledak dan *subdrilling*, metode C.J. Konya  $B = 3 \text{ m}$ ,  $Spasi = 3,6 \text{ m}$ ,  $Stemming = 2,1 \text{ m}$ , kedalaman Lubang ledak = 4,5,  $PC = 4,5 \text{ m}$ ,  $Subdrilling = 2,4 \text{ m}$ , dan tinggi jenjang = 3,9m. Metode RL Ash *burben* = 1,6 m, *spasi* = 2 m, *stemming* = 1,6m, kedalaman lubang ledak = 4,48 m,  $PC = 2,88 \text{ m}$ , *subdrilling* = 0,48 dan tinggi jenjang = 4 m lebih berpotensi menghasilkan efek batu terbang (*fly rock*)

Hal ini dikarenakan nilai geometri yang di tetapkan di PT. Panghegar Mitra Abadi belum memenuhi standar penentuan rumus R.L.Ash dan Calvin J. Konya. Untuk itu dalam menentukan geometri peledakan harus dihitung menggunakan persamaan yang sudah ditetapkan oleh para ahli seperti C.J.Konya dan R.L.Ash penerapan waktu tunda menjadi suatu alternatif dalam mengurangi potensi batu terbang.

## SARAN

Setelah dilakukan pengamatan, bahasan dan analisis data maka disampaikan saran sebagai berikut :

1. Agar terhindar dari bahayanya efek batu terbang maka peralatan produksi dan manusia tidak boleh berada pada jarak 80 meter dari area peledakan.
2. Ukuran *burden*, ukuran *stemming* harus ditentukan berdasarkan persamaan para ahli seperti R.L.Ash dan C.J.Konya sehingga dapat mengurangi potensi batu terbang.
3. Tingkatkan fungsi pengawasan pada aktifitas penentuan titik lubang ledak

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Konya, C.J, 1990, *Surface Blast Design*, Precision Blasting Services Montville, Ohio.
- [2] Manon, J.J, 1978, *E/MJ Operating Handbook Of Mineral Underground Mining*, Explosives: Their Classification And Characteristics, Sisselman, R (Ed), McGraw-Hill, Inc. New York, Hal. 76- 80.
- [3] McKenzie, C. K, 2009, Flyrock Range and Fragment size prediction: [http://docs.isee.org/ISEE/Support/Proceed/General/09GENV2/09v\\_206g.pdf](http://docs.isee.org/ISEE/Support/Proceed/General/09GENV2/09v_206g.pdf).
- [4] Moore, A.J, & Richards, A.B, 2004, *Fly Rock Control*, Terrock Consulting Engineers