

DESAIN GEOMETRI PELEDAKAN ANDESIT DENGAN METODE *THE MODERN TECHNIQUE OF ROCK BALASTING*

Yulius Ganti Pangkung
Dosen FMIPA-UNIPA, Email, yulius_pangkung@yahoo.co.id

ABSTRAK

Desain geometri peledakan yang didapatkan dengan *Metode The Modern Technique Of Rock Balasting* adalah: *burden* (B) 2,621 m, *spasi* (S) 3,276 m, *stemming* (T) 2,621 m, *subdrilling* (U) 0,91 m, kedalaman lubang tembak 13,629 m, kemiringan 10^0 - 15^0 , tinggi jenjang 12,285 m. Geometri tersebut didapat produksi peledakan sebesar 10519,338 ton dengan Powder Faktor $0,519 \text{ kg/m}^3$ dan Jumlahbahan peledak yang digunakan adalah 1589,751 kg dengan ukuran fragmentasi maksimum 28,02 cm.

ABSTRACT

Blasting geometri design using The Modern Techque Of Rock Blasting Method given result of *burden* (B) 2.621cm, *space* (S) 3.276 cm, *stemming* (T) 2.621 cm, *sud drilling* (U) 0.9 cm, *scooting depth* 13.629 cm, *grade* 10^0 - 15^0 , *high of bench* 12.285 cm. from the design resulting in blast production of 1051.338 ton, powder factor of and explosive material use is 1589.751 kg/m^3 whith the maximum fragmentation size of 28.02 cm

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan akan bahan tambang seiring dengan perkembangan dan kemajuan pembangunan suatu daerah terutama dalam memenuhi kebutuhan bahan material untuk keperluan kontruksi. Salahsatu bahan material tambang yang digunakan dalam pekerjaan konturuksi adalah batu pecah dan sirtu yang dapat diperoleh dari penambangan batu Andesit..

Penambangan batu andesit dapat dilakukan dengan pemboran dan peledakan. Urutan pekerjaan peledakan adalah; pemboran, pengisian bahan peledak, penyambungan rangkaian peledakan, dan penembakan atau peledakan. Kegiatan pemberaian/ penggalian menggunakan peledakan dilakukan karena endapan bahan galian yang ditambang keras dan kompak. Untuk mendapatkan hasil peledakan batuan yang maksimal, maka dibutuhkan desain metode peledakan yang tepat dan sesuai dengan kondisi batuan dilapangan. Salah satu metode dalam mendesain geometri peledakan adalah dengan menggunakan *Metode The Modern Technique Of Rock Blasting*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendesain geometri peledakan peledakan dengan menggunakan *Metode The Modern Technique Of Rock Blasting*.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam

penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu dengan menggunakan beberapa data dari lapangan yang selanjutnat akan di desain dengan menggunakan metode *Metode The Modern Technique Of Rock Balasting* [6].

Data geometri peledakan yang digunakan sebagai parameter utamadalam penelitian ini diambil dari kegiatan peledakan penambangan andesit di PT. Pro Intertech Indonesia pada bulan Januari 2011.

3. DASAR TEORI

3.1 Geometri Peledakan Jenjang Berdasarkan *Metode The Modern Technique Of Rock Blasting*

a. Diameter lubang ledak

Pada umumnya pemilihan diameter lubang ledak tergantung pada :

- Sifat batuan (*Rock Properties*) : sifat fisik, sifat mekanik
- Tingkat fragmentasi yang diinginkan

Dengan diameter lubang tembak yang terlalu kecil, jumlah bahan peledak yang dapat ditempatkan didalam lubang sedikit, mengakibatkan energi peledakan yang dihasilkan akan kecil, sehingga tidak cukup untuk membongkar batuan yang akan diledakkan. Diameter lubang tembak yang terlalu besar juga akan mengakibatkan energi peledakan yang terlalu besar,

b. *Burden* (B)

Burden adalah jarak dari lubang ledak dengan bidang bebas yang terdekat kearah mana perpindahan batuan akan terjadi. Pada

daerah ini energi ledakan adalah yang terkuat dan yang pertama kali bereaksi pada bidang bebas. Jarak *burden* yang baik adalah jarak yang memungkinkan energi secara maksimal dapat bergerak keluar dari kolom isian menuju bidang bebas dan dipantulkan kembali dengan kekuatan yang cukup untuk melampaui kuat tarik batuan sehingga akan terjadi penghancuran. Nilai *burden* yang optimum akan menghasilkan fragmentasi batuan yang sesuai dan perpindahan dari pecahan batuan sesuai dengan yang diinginkan. Jarak *burden* yang terlalu kecil akan menyebabkan batu terbang (*fly rock*) dan suara yang keras (*noise*). Sedangkan jarak *burden* yang terlalu besar akan menghasilkan bongkah dan akan menyebabkan batuan disekitar *burden* tidak akan hancur [2].

Persamaan dalam menentukan *burden maximum* adalah sebagai berikut;

$$B_{\max} = 1,36 \sqrt{l_b} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana ; dimana B_{\max} adalah *burden maximum* (m), l_b adalah

$$B_{\max} = \text{Burden maximum (m)}$$

$$l_b = \text{charge concentration, kg/m,}$$

$l_b = 7,85 d^2 \times P$, d adalah diameter lubang tembak, p adalah packing degree (kg/liter).

$$B = B_{\max} - E \text{ (m)} \dots \dots \dots (2)$$

Dimana : B = *Partical Burden* (m), E adalah Kesalahan pemboran (m), kesalahan pemboran ada dua yaitu:

$$- \text{collar error} = (\text{mm})$$

- *alignment error* = 0,03 m/m dari kedalaman lubang tembak

$$E = d/100 \times 0,03 \times H \dots \dots \dots (3)$$

c. *Subdrilling* (U)

Subdrilling adalah bagian dari lubang bor yang terletak dibawah dasar jenjang. Pada peledakan jenjang, bagian dasar merupakan bagian yang paling sukar hancur, disebabkan tegangan tarik pada bagian tersebut kecil dan material tertahan bagian lain di bawahnya. Hal ini menyebabkan terjadinya tonjolan (*toe*) di bagian bawah jenjang. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan *subdrilling* sebagai berikut :

Subdrilling = 0,3 x *burden maximum*, paling sedikit 10 x d

$$U = 0,3 \times B_{\max} \text{ (m)} \dots \dots \dots (4)$$

d. Kedalaman Lubang Tembak

Kedalaman lubang tembak merupakan penjumlahan dari besarnya tinggi jenjang dengan *subdrilling*. Kedalaman lubang ledak

biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik. Persamaannya sebagai berikut :

Kedalaman lubang tembak = tinggi jenjang + *subdrilling* + 5 cm/m dari kedalaman lubang tembak apabila kemiringan 3 : 1 [5].

$$H = K + U 0,05 (K + U) \dots \dots \dots (5)$$

d. Spacing (S)

Spacing merupakan jarak antara lubang-lubang tembak yang dirangkai dalam satu baris dan diukur sejajar terhadap dinding jenjang. *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*) dan tonjolan (*stump*) diantara dua lubang ledak setelah peledakan. Adapun persamaan yang digunakan dalam menentukan *spacing* sebagai berikut :

$$S = 1,25 \times B \text{ (m)} \dots \dots \dots (6)$$

Apabila nisbah S/B dirubah sedangkan *specific drilling* atau *specific charge* tidak rubah maka:

$$S/B > 1,25 \text{ fragmentasi kecil}$$

$$S/B < 1,25 \text{ fragmentasi besar}$$

Specific drilling adalah pemboran yang diperlukan untuk meledakkan 1 meter kubik batuan (kebalikan „*equivalent volume*“)

f. *Stemming* (T)

Stemming adalah lubang ledak bagian atas yang tidak diisi bahan peledak, biasanya diisi oleh abu hasil pemboran atau material berukuran kerikil dan dipadatkan diatas bahan peledak. Ukuran *stemming* yang terlalu pendek menyebabkan energi terbuang sia-sia dan menghasilkan *fly rock*. *Stemming* terlalu besar menyebabkan tidak kuatnya energi untuk membongkar batuan bagian atas. Ukuran *stemming* yang optimum dapat menghasilkan kegiatan peledakan yang optimum. Persamaan yang digunakan adalah :

$$T = h_o = B \dots \dots \dots (7)$$

$$\text{Dimana : } h_o = \text{Tinggi stemming}$$

$$h_o > B, \text{ resiko terjadi „fly rock” bertambah}$$

$h_o < B$, menghasilkan lebih banyak bongkah-bongkah (*boulders*)

g) Tinggi Jenjang (L)

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat

muat yang tersedia. Tinggi jenjang berpengaruh terhadap hasil peledakan seperti fragmentasi batuan, ledakan udara, batu terbang dan getaran tanah. Hal ini dipengaruhi oleh jarak *burden*. Berdasarkan perbandingan tinggi jenjang dan jarak *burden* yang diterapkan (*stiffness ratio*), yaitu tinggi jenjang dibagi dengan *burden* atau L/B dan pengaruhnya. Rumus tinggi jenjang untuk Lubang ledak miring :

$$L = (H-U) \cos \alpha \dots\dots\dots(8)$$

Rumus tinggi jenjang untuk Lubang ledak tegak :

$$L = H-U \dots\dots\dots(9)$$

$$SF = L/B \dots\dots\dots(10)$$

Dimana :

Sf = *Stiffness Ratio*

L = Tinggi Jenjang (M)

B = *Burben* (B)

(h). Powder Factor (PF)

Powder factor (PF) menunjukkan jumlah bahan peledak (kg) yang dipakai untuk memperoleh satu satuan volume atau berat fragmentasi peledakan, jadi satuan yang dipakai biasanya kg/m^3 atau kg/ton. Pemanfaatan PF cenderung mengarah pada nilai ekonomis suatu proses peledakan karena berkaitan dengan harga bahan peledak yang digunakan dan perolehan fragmentasi peledakan yang akan dijual [1] .

3. Perhitungan Volume Yang Akan Diledakan

Pada tambang terbuka atau quarry yang umumnya menerapkan peledakan jenjang (*bench blasting*), volume batuan yang akan diledakkan tergantung pada dimensi spasi, *burden*, dan tinggi jenjang memberikan peranan yang penting terhadap besar kecilnya volume peledakan. Artinya volume hasil peledakan akan meningkat bila ukuran ketiga parameter tersebut diperbesar, sebaliknya untuk volume yang kecil.

Prinsip volume yang akan diledakkan adalah perkalian *burden* (B), spasi (S), dan tinggi jenjang (L) yang hasilnya berupa balok dan bukan volume yang telah terberai oleh proses peledakan. Volume tersebut dinamakan volume padat (*solid atau insitu atau bank*), sedangkan volume yang telah terberai disebut volume lepas atau (*loose*). Konversi dari volume padat ke volume lepas menggunakan faktor berai

atau swell factor, yaitu suatu faktor peubah yang dirumuskan sebagai berikut [2]:

$$SF = (VS/VI) \times 100\% \dots\dots\dots(11)$$

$$V_S = B \times S \times L \dots\dots\dots(12)$$

$$V_I = (B \times S \times L) / SF \dots\dots\dots(13)$$

Dimana : - SF = swell factor (%)

- V_S = Volume padat (m^3)

- V_L = Volume lepas (m^3)

Apabila ditanyakan berat hasil peledakan, maka dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut mengalikan volume dengan densitas batuan (ρ), jadi:

$$W = V \times \rho \dots\dots\dots(14)$$

Dimana : - W = Berat batuan

- V = Volume batuan

- ρ = Densitas batuan

4. Perhitungan jumlah bahan peledak

Densitas pengisian yaitu jumlah bahan peledak setiap meter kedalaman kolom lubang ledak. Densitas pengisian digunakan untuk menghitung jumlah bahan peledak yang diperlukan setiap kali peledakan. Disamping itu, perhatikan juga kolom lubang ledak (H), yang terbagi menjadi penyumbat atau *stemming* (T) dan isian utama (PC). Bahan peledak hanya terdapat setiap kolom PC, sehingga keperluan bahan peledak setiap kolom adalah perkalian PC dengan densitas pengisian (ρ_d) atau,

$$Q_{\text{handak}} = PC \times \rho_d \dots\dots\dots(15)$$

$$Q_{\text{total handak}} = n \times PC \times \rho_d \dots\dots\dots(16)$$

Dimana n adalah jumlah seluruh lubang ledak. Densitas pengisian (ρ_d) dicari dengan menggunakan tabel 3.4 di bawah ini, yaitu angka yang diperoleh dari hasil perpotongan kolom diameter lubang ledak dengan baris densitas bahan peledak. Densitas pengisian untuk berbagai diameter lubang ledak dan densitas bahan peledak dalam kg/m^3 [1].

4. Perhitungan Powder Factor (PF)

Powder factor (PF) dapat ditentukan dengan perbandingan jumlah bahan peledak yang dipakai dengan volume peledakan, jadi satuannya kg/m^3 . Volume peledakan merupakan perkalian dari $B \times S \times L$, jadi :

$$PF = Q_{\text{Handak}} / B \times S \times L \dots\dots\dots(17)$$

PF biasanya sudah ditetapkan oleh

perusahaan karena merupakan hasil dari beberapa penelitian sebelumnya dan juga karena berbagai pertimbangan ekonomi.

Umumnya bila hanya berpegang pada aspek teknis hasil dari perhitungan matematis akan diperoleh angka yang besar yang menurut penilaian secara ekonomi masih perlu dan dapat dihemat. Tolok ukur dalam menetapkan PF adalah:

a). Ukuran fragmentasi hasil peledakan yang memuaskan artinya tidak terlalu banyak bongkahan (*Boulder*) atau terlalu kecil. Terlalu banyak bongkahan harus dilakukan peledakan ulang (*secondary blasting*) yang berarti terdapat tambahan biaya, sebaliknya bila fragmentasi terlalu kecil berarti boros bahan peledak dan biaya yang dikeluarkan besar. Ukuran fragmentasi harus sesuai dengan proses selanjutnya, antara lain ukuran mangkok alat muat dan ukuran umpan (*feed*) mesin peremuk batu (*crusher*).

b). Keselamatan kerja peledakan, artinya disamping berhemat juga keselamatan karyawan dan masyarakat disekitarnya harus terjamin.

c). Lingkungan yaitu dampak negatif peledakan yang mengganggu kenyamanan masyarakat sekitarnya harus dikurangi. Dampak negative tersebut getaran yang berlebihan, getaran yang menyakitkan telinga dan suara yang mengejutkan.

6. Target Produksi

Target produksi merupakan jumlah batuan yang akan diledakkan yang dihitung dari luas area dan kedalaman lubang ledaknya. Persamaan umum yang digunakan untuk menentukan target produksi peledakan adalah :

$$W = A \times L \times dr \dots\dots\dots(18)$$

Dimana : W = jumlah batuan yang akan diledakkan, A = Luas daerah yang akan diledakkan, L = Tinggi jenjang, dr = Bobot isi batuan ton/m³

7. Memperkirakan Fragmentasi Batuan

Fragmentasi batuan hasil peledakan sangat dipengaruhi oleh faktor batuan dan bahan peledak yang digunakan. Kuznetson (Roger H., Agne R, 1983) membuat rumusan untuk memperkirakan fragmentasi batuan hasil peledakan [3], [4].

$$X = A \times (V/Q)^{0,8} \times Q^{0,167} \times (E/115)^{-0,63} \dots\dots(19)$$

Dengan : X = Ukuran rata-rata fragmentasi

batuan, A = Faktor batuan, V = Volume batuan yang terbongkar, m³, Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg), E = Relative weight strength (ANFO = 100).

Faktor batuan ditentukan dengan terlebih dahulu menentukan Blastability Index (BI) yang dikemukakan oleh Lily (1986). Dengan menggunakan pembobotan untuk parameter-parameter BI (Tabel 3.5). Persamannya adalah sebagai berikut :

$$A = BI \times 0,12 \dots\dots\dots(20)$$

$$BI = 0,5 (RMD + JPS + JPO + SGI + HD) \dots\dots\dots(21).$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

a). Geometri Peledakan Pada PT.Pro Intertech Indonesia

Geometri peledakan merupakan suatu rancangan yang diterapkan pada suatu peledakan yang meliputi *burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrilling*, kedalaman lubang bor dan panjang isian.

PT Pro Intertech Indonesia menggunakan geometri peledakan sebagai berikut : burden (B) 1,5 m, spasi (S) 3,5 m, stemming (T) 2,5 m, subdrilling 2,5 m, kedalaman lubang ledak 15 m, kemiringan 10⁰-15⁰, panjang isian 12,5 m, dan tinggi jenjang (L) = (H-U) cos α = (15-2,5) cos 15⁰ = 12,07 m, dengan Stiffness Ratio SF = L/B = 8,04. Berdasarkan data-data tersebut diatas yang akan menjadi dasar dalam mendesain geometri peledakan berdasarkan Metode *The Modern Technique of Blasting*. Bahan peledak yang digunakan adalah Amonium nitrate fuel oil, ppola peledakan serentak dalam satu baris, pola pemboran lubang ledak adalah zig-zag (selang-seling) dan jumlah lubang ledak sekali peledakan adalah 29 lubang.

b). Geometri Peledakan berdasarkan Metode *The Modern Technique of Rock Blasting*.

Penentuan geometri peledakan menggunakan metode *The Modern Technique of Blasting* berawal dari parameter diameter lubang ledak (d) 3,5 inchi (9,89 cm), Tinggi muatan (Pc) 12,5 m, dan jumlah bahan peledak yang digunakan setiap lubang ledak (Q) 4,98kg/m. Berdasarkan data tersebut diatas maka parameter yang lain dapat dihitung dengan hasil seperti berikut;

1. Burden maximum (Bmax) = 3,03 m
2. *Subdrilling* (U) = 0,91 m
3. Kedalaman Lubang ledak (H) = 13,629
4. Kesalahan pemboran (E) = 0,0489
5. Partical Burden (B)
 $B = B_{max} - E = 3,03 \text{ m} - 0,409 \text{ m} = 2,621 \text{ m}$
6. *Spacing* (S) = 3,276 m
7. Stemming (T), $T = h_o = B = 2,621 \text{ m}$
8. Tinggi Jenjang (L)
 $L = (H-U) \cos \alpha$
 $= (13,629 - 0,91) \cos 15^\circ = 12,2885 \text{ m}$
9. Stiffness Ratio (Sf)
 $Sf = L/B = 13,22 \text{ m} / 2,59 \text{ m} = 4,89$

c). Perhitungan volume yang akan diledakkan
 Berdasarkan perhitungan geometri peledakan dengan *Metode The Modern Technique of Rock Blasting*.

Diketahui; SF = 64 %, L = 12,285 m,
 B = 2,621 m, S = 3,276 m.

Perhitungan :

$$VS = B \times S \times L = 105,484 \text{ m}^3$$

$$VL = (B \times S \times L) / SF = 164,819 \text{ m}^3$$

d) Perhitungan jumlah bahan peledak
 Berdasarkan perhitungan geometri peledakan dengan *Metode The Modern Of Rock Blasting*.

Diketahui; PC = 11,008 m, Diameter lubang ledak = 3,5 Inchi, Densitas bahan peledak = 0,80, Jumlah lubang ledak (n) = 29 lubang, Densitas pengisian (ρ_d) = 4,98 (lihat tabel 3.4)

Perhitungan :

$$Q_{handak} = PC \times \rho_d = 54,819 \text{ Kg}$$

$$Q_{total \text{ handak}} = n \times PC \times \rho_d = 1589,75$$

e). Perhitungan Powder Factor (PF)
 Berdasarkan perhitungan geometri peledakan dengan *Metode The odernTechnique of Rock Blasting*.

Diketahui ; - Q handak = 59,8 kg
 - Vs = 105,484 m³

$$PF = Q_{handak} / B \times S \times L$$

$$= Q_{handak} / Vs = 0,519 \text{ kg/m}^3$$

f. Produksi Peledakan

1). Target Produksi

Berdasarkan perhitungan geometri peledakan dengan *Metode The ModernTechnique of Rock Blasting* jika Tinggi Jenjang (L) 12,285 m, Panjang (P) 21 m, Lebar(L) 17,5m bobot isi batuan andesit (dr) 2330 kg/m³ maka target produksi sebesar 10519,338 ton.

2). Memperkirakan Fragmentasi Batuan

Untuk mendapatkan *blastibility Indeks* (BI), parameter-parameter yang diperlukan adalah;
 - Deskripsi massa batuan, batu andesit di PT.Pro Intertech Indonesia termasuk batu andesit keras (*Totally massive*).

- Spasi kekar, keadaan spasi kekar di lokasi penambangan batu andesit mempunyai jarak antar rekahan 0,1 - 1 meter (*Intermediate*).

- Pola kekar batu andesit di lokasi penambangan termasuk dalam *strike normal to face*.

- Bobot isi insitu rata-rata batu andesit di lokasi penambangan adalah 42,5 ton/m³

- Kekerasan batu andesit di lokasi penambangan adalah 6 skala Mohs

Blastibility Indeks (BI) dapat dihitung sebagai berikut ;

$$BI = 0,5 (RMD) + JPS + JPO + SGI + HD$$

$$= 64,9$$

Perhitungan fragmentasi pada PT. PII jenjang 4 berdasarkan perhitungan geometri peledakan dengan *Metode The Modern Technique of Rock Blasting* jika jumlah bahan peledak (Q) 54,819 kg/lubang, volume batuan ter bongkar (V) 105,484 m³ dan faktor batua (A) 7,79 dan relatif weight strength (ANFO) 100 maka didapatkan ukuran fragmentasi (X) hasil peledakan adalah 28,02 cm

1. Efek Peledakan (*Flyrocks*)

Jarak maksimum lemparan batuan akibat peledakan adalah 27,078 m.

2. Pembahasan

a). Geometri Peledakan

Dalam upaya meningkatkan produksi peledakan agar memenuhi sasaran, maka akan disusun usulan geometri peledakan dengan menggunakan metode *The Modern Technique of Rock Blasting*. Perlu penyesuaian burden dengan jenis bahan peledak secara teoritis barden maksimum adalah 3,03m

2). Burden

Dalam menentukan nilai burden perlu dilakukan penyesuaian terhadap jenis bahan peledak, muatan bahan peledak dan diameter lubang ledak. Selain itu

Kemiringan lubang ledak juga mempengaruhi nilai burden yang akan digunakan. Dengan menggunakan nilai burden saat ini pada PT.Pro Intertech Indonesia masih dirasa terlalu kecil dengan penggunaan bahan peledak yang terlalu banyak.

Berdasarkan perhitungan teoritis dengan metode *The Modern Technique of Rock Blasting* didapatkan burden sebesar 2,621 m dan untuk burden maximum sebesar 3,276 m, stemming 2,621 m, sub drilling 0,91 m, tinggi jenjang 12,285 m, kedalaman lubang ledak 13,629 m dan stiffness ratio 4,68

3). Pengisian Bahan Peledak

Bahan peledak yang digunakan saat ini adalah ANFO dan sebagai primernya digunakan Dinamit buatan PT. Multi Nitro - Tama Kimia, Cikampek Indonesia. Saat ini jumlah bahan peledak untuk tiap lubangnya sebesar 62,25 kg dengan powder faktor sebesar 0,98 kg/m³.

Pemakaian jumlah bahan peledak saat ini pada PT. Pro Intertech Indonesia menghasilkan produk dari peledakan kurang memuaskan karena pemakaian bahan peledak terlalu banyak tidak sesuai dengan batuan yang terbongkar. Setelah dilakukan perhitungan yang didasarkan pada perhitungan geometri peledakan, didapatkan kebutuhan bahan peledak per lubang adalah 54,819 kg, powder faktornya menjadi 0,519 kg/m³.

4). Pola Peledakan dan Waktu Tunda

Pola peledakan saat ini yang digunakan adalah serentak dalam satu baris dan beruntun antar baris. Penggunaan waktu tunda sangat berpengaruh pada hasil peledakan maupun efek yang dihasilkan, agar tidak terjadi interaksi antar lubang ledak yang saling berdekatan atau untuk memberikan *free face* untuk baris di belakangnya. Pemakaian waktu tunda yang digunakan saat ini adalah 17 ms dan 42 ms waktu tunda tersebut sudah sesuai tetapi batu terbang (*fly rock*) yang dihasilkan cukup besar.

5). Ukuran Fragmentasi Hasil Peledakan Berdasarkan analisis dengan menggunakan persamaan Kuznetsov, ukuran fragmentasi yang dihasilkan dilapangan adalah sebesar 17,20 cm. Ukuran tersebut sudah sesuai dengan hasil fragmentasi yang ditentukan oleh perusahaan yaitu < 50 cm. Tetapi hasil tersebut membutuhkan bahan peledak yang terlalu banyak. Untuk itu berdasarkan perhitungan secara teoritis maka didapatkan ukuran fragmentasi rata-rata sebesar 28,02 cm dengan bahan peledak yang digunakan tidak terlalu banyak.

6). Produksi Peledakan

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan, produksi batu andesit hasil peledakan pada jenjang 4 adalah 10335,239 ton dan berdasarkan perhitungan secara teoritis dengan metode *The Modern Technique of Rock Blasting* maka didapatkan produksi peledakan sebesar 10519,33838 ton.

7). Efek Peledakan (*Fly Rock*)

Setelah dilakukan perhitungan pada jarak maksimum pelemparan fragmen batuan hasil peledakan pada kondisi optimum didapatkan nilai sebesar 27,078 m. Dengan diketahui jarak tersebut maka disarankan bahwa tempat berlindung pada saat peledakan harus lebih dari 27,078 m dan berlawanan dengan arah peledakan.

4.KESIMPULAN

Desain geometri peledakan dengan metode *The Modern Technique of Rock Blasting* didapatkan : burden = 2,621 m, Spasi = 3,276 m, Subdrilling = 0,91 m, kedalaman lubang ledak = 13,629 m, Panjang kolom isian = 11,008 m, stemming = 2,621 m dan tinggi jenjang 12,285 m,

Geometri tersebut didapat produksi peledakan sebesar 10519,338 ton dengan Powder Faktor 0,519 kg/m³ dan Jumlah bahan peledak yang digunakan adalah 1589,751 kg dengan ukuran fragmentasi maksimum 28,02 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pendidikan dan Pelatihan Energy dan Sumberdaya Mineral, 2007. *Persiapan Peledakan*. Pusdiklat Teknologi Mineral Dan batubara Bandung.
- [2] Konya J. Calvin dan Edwaed J. Walter. (1990), *Surface Blast Dessign*, Prentce Hall, Inc New Jersey.
- [3] Koesnaryo, S. 1988. *Bahan Peledak dan Metode Peledakan* Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi ineral, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [4] Koesnaryo, S. 1998. *Pemboran untuk penyediaan lubang ledak* Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [5] Koesnaryo, S. 2001. *Rancangan Peledakan Batuan*, Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta.
- [6] Sukandarumidi. 1998. *Mineralogi Batuan*, UGM Yogyakarta
- [7] Tim pengelola IWPL Pertambangan Umum. 196. *Supervisory Teknik Peledakan*. Jurusan Teknik Pertambangan. Institut Teknologi Bandung.