

# Analisis Penggunaan *Powder Factor* Terhadap Fragmentasi pada Lubang Ledak Vertikal dan *Inclined* di PT Aditya Buana Inter

## (Analysis of Powder Factor Using On Fragmentation In Vertical And Inclined Blast Hole at PT Aditya Buana Inter)

Muhammad Rafliansyah<sup>1</sup>, Irvani<sup>1</sup>, Haslen Oktarianty<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

### Abstract

Based on the observations in PT Aditya Buana Inter it is known that the vertical blast hole blasting geometry is an average of burden of 2.5 m, spacing 2.413 m, height 6 m, stemming 2.3 m, primary charge 4 m and diameter of 3 inch or 0.076 m blast hole, the amount of explosives used is in average 667 kg each blasts and the result of the volume rocks in average 2090,25 m<sup>3</sup> or 5225,63 tons and has average powder factor value is 0.318kg/m<sup>3</sup> with the average of fragmentation is 72.05 cm. For the inclined blast hole blasting geometry is an average of burden of 2.5 m, spacing 2.413 m, height 6.21 m, stemming 2.3 m, primary charge 4.21 m and diameter of 3 inch or 0.076 m blast hole, the amount of explosives used is in average 231 kg each blasts and the result of the volume rocks in average 718.44 m<sup>3</sup> or 1796,1 tons and has average powder factor value is 0.321 kg/m<sup>3</sup> with the average of fragmentation is 26,82 cm. The right of proposal design the blasting geometry in the field by calculating the inclined blast holes with 15° slope, using the evaluation blasting geometry actual obtained has modification blasting geometry with the good calculating which is burden 2.5 m, spacing 2.5 m, stemming 2.56 m, height level 9.21 m, subdrilling 0.6 m, and primary charge length 7.25 m. The result for a Powder Factor was more efficient which is 0.260 kg/m<sup>3</sup> compared with the blasting geometry actual the vertical blast hole is 0.318 kg/m<sup>3</sup> and the blasting geometry actual the inclined blast hole is 0.321 kg/m<sup>3</sup>, and the distribution of rock fragmentation resulting from blasting which corresponds to the target where rocks measuring > 100 cm to 0% compared to the actual geometry of vertical explosive holes of 29.6%.

**Key words:** blasting geometry, slope of blast holes, powder factor, rock fragmentation

### 1. Pendahuluan

PT Aditya Buana Inter (PT ABI) adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang pertambangan batu granit yang berada di wilayah Desa Jurung Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Proses penambangan batu granit menggunakan metode peledakan, dalam kegiatan peledakan diperlukan adanya rancangan geometri peledakan dan perhitungan *Powder Factor* yang menentukan nilai keekonomisan suatu kegiatan peledakan dari perbandingan antara jumlah bahan peledak yang digunakan dengan volume batuan yang akan diledakkan.

Permasalahan yang terdapat dilapangan setelah dilakukan pengamatan adalah kurang optimalnya penggunaan bahan peledak untuk hasil peledakan dengan lubang ledak tegak yang berdampak kepada penggunaan powder factor terhadap distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperoleh tiga rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana kondisi actual peledakan batu granit dengan geometri peledakan actual lubang ledak vertikal dan lubang ledak *inclined*, bagaimana kondisi distribusi fragmentasi hasil peledakan actual menggunakan program Split Desktop 2.0 dengan geometri peledakan lubang ledak actual dan nilai *powder factor* actual, dan bagaimana rekomendasi geometri peledakan lubang ledak yang tepat untuk mengoptimalkan volume batuan terbongkar dan fragmentasi batuan hasil peledakan dengan *powder factor* bahan peledak yang efisien. Penelitian hanya membahas penggunaan powder factor pada geometri peledakan lubang ledak actual dan usulan dan tidak membahas kajian ekonomisnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi actual peledakan batu granit dengan geometri peledakan actual lubang ledak vertikal dan lubang ledak *inclined*, menganalisis distribusi fragmentasi hasil peledakan lubang ledak actual serta nilai *powder factor* actual, dan merekomendasikan geometri peledakan lubang ledak yang tepat untuk mendapatkan fragmentasi batuan hasil peledakan yang optimal dengan nilai *powder factor* bahan peledak yang efisien.

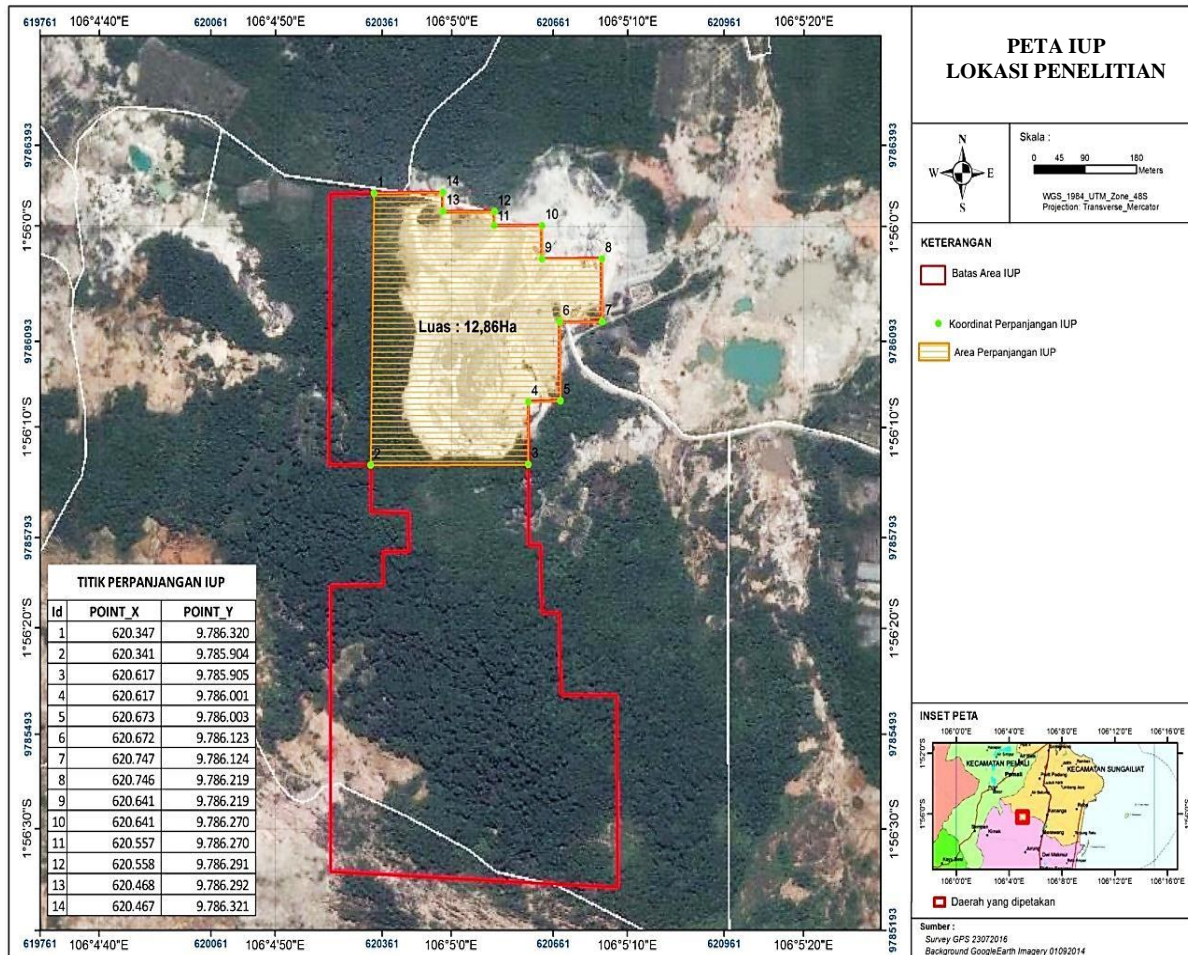
---

\*Korespondensi Penulis: (Muhammad Rafliansyah)  
Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik,  
Universitas Bangka Belitung. Kawasan Kampus  
Terpadu UBB, Merawang, Bangka.  
Email: [plirapli30@gmail.com](mailto:plirapli30@gmail.com)

## Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Aditya Buana Inter, Desa Jurung, Kecamatan Merawang, Kabupaten Bangka. Penelitian ini dilaksanakan selama 40 hari, yang dimulai

pada tanggal 3 Mei sampai dengan 12 Juni 2019. Peta eksisting penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta eksisting penelitian di PT Aditya Buana Inter

## Tinjauan Pustaka

### Geologi Pulau Bangka

Geologi daerah pulau Bangka, seperti yang telah diteliti oleh Mangga dan Djamal (1994) bahwa struktur geologi yang berkembang adalah sesar naik, sesar mendatar dan sesar normal serta lipatan yang mempunyai variasi arah barat laut - tenggara, dan timur laut - barat daya hingga utara - selatan.

### Genesa Batu Granit

Menurut Bates dan Jackson (1987), batu granit merupakan batuan beku asam plutonik yang terbentuk dan membeku dalam kerak Bumi. Menurut Karim (1998), formasi batuan paling tua di Pulau Bangka adalah batu gamping yang ditandai dengan fosil Fusulinida berumur Karbon. Bentuk cebakan yang terjadi dapat berupa *Dike*, dan *Sill*, dengan bentuk massa yang besar dan

tidak beraturan. Batu granit terbentuk dengan mengalami proses pendinginan yang sangat lambat pada kedalaman jauh dari permukaan tanah.

### Kegiatan Peledakan

Menurut Herman (2015) kegiatan peledakan (*blasting*) 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 layak untuk dikerjakan dalam proses produksi berikutnya.

Menurut Hadi (2013) Kegiatan peledakan bertujuan untuk memberaikan batuan dari batuan induknya. Dalam melaksanakan peledakan ini maka kita harus memperhatikan hal-hal dibawah ini yaitu :

1. Peralatan peledakan berupa alat pemicu ledak, alat bantu peledakan listrik, alat bantu peledakan lain
2. Perlengkapan peledakan berupa *detonator*, *leg wire*, *connecting wire*, dan bahan peledak

Aktivitas pemboran lubang ledak merupakan suatu hal yang sangat penting diperhatikan sebelum kegiatan pengisian bahan peledak (Linder, 2012). Menurut Konya & Walter (1991), geometri pemboran meliputi diameter pemboran, kemiringan pemboran dan pola pemboran.

Aktivitas peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila telah terpenuhi kriteria berikut (Koesnaryo, 1998) ialah target produksi terpenuhi(dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan), penggunaan bahan peledak yang efisien dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak yang digunakan (*powder factor*), fragmentasi material hasil peledakan berukuran merata dengan sedikit bongkah besar (*boulder*), dinding batuan yang stabil (*overbreak*), dampak terhadap lingkungan (*flyrock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu minimal).

Peledakan jenjang merupakan cara peledakan yang umum dilaksanakan pada kegiatan penambangan bahan galian dengan posisi lubang bor vertikal atau miring. Lubang bor disusun dalam satu baris atau beberapa baris dan sejajar dengan arah bidang bebas (Jimeno, 1995).

Burden dapat dihitung menggunakan nisbah *burden* dan diameter lubang ledak (Ash, 1990).

$$B = \frac{K_b \times d}{12} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

B = *Burden* (ft)

D = Diameter lubang ledak (inchi)

K<sub>b</sub> = Nisbah *burden* yang telah dikoreksi

*Spacing* adalah jarak antara lubang ledak yang satu dengan lubang ledak yang lainnya dalam satu baris. Harga *spacing* sangat tergantung dari harga *burden*. Besarnya *spacing* dipengaruhi oleh nilai *spacing ratio* dan nilai *burden* (Ash, 1990).

$$S = K_s \times B \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

S = *Spacing* (m)

K<sub>s</sub> = *Spacing ratio*, yang mempunyai nilai antara 1 – 2

*Stemming* adalah bagian lubang ledak yang tidak terisi bahan peledak, tetapi diisi dengan material seperti serbuk bor (*cutting*) dan material lepas lainnya yang berada diatas kolom isian bahan peledak (Ash, 1990).

$$T = K_t \times B \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

T = *Stemming* (m)

K<sub>t</sub> = *Stemming ratio*, yang bernilai antara 0,7 – 1

*Subdrilling* adalah kelebihan kedalaman yang terdapat dibawah batas *floor* jenjang. Tujuan utama dibuatnya *subdrilling* ini agar batuan dapat meledak secara *full faces* sesuai harapan dan menghindari adanya *toe*. *Subdrilling* dipengaruhi oleh nilai *subdrilling ratio* dan nilai *burden* (Ash, 1990).

$$J = K_j \times B \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

J = *Subdrilling* (m)

K<sub>j</sub> = *Subdrilling ratio*, dengan nilai antara 0,2 – 0,4

Kedalaman lubang ledak adalah ukuran panjang lubang yang akan diledakkan yang merupakan penjumlahan antara tinggi jenjang dengan *subdrilling*. Kedalaman lubang ledak yang dibuat tidak boleh lebih kecil dari *burden* (Ash, 1990).

$$L = K_l \times B \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan :

L = Kedalaman lubang ledak (m)

K<sub>l</sub> = *Hole depth ratio*, yang bernilai antara 1,5 – 4,0

Bahan peledak merupakan senyawa kimia atau campuran senyawa kimia yang mengalami dekomposisi yang sangat cepat bila dipicu oleh energi dalam bentuk panas, tekanan, gesekan, atau tumbukan. Reaksi ini menghasilkan zat yang lebih stabil, disertai pelepasan gas dan panas yang relatif tinggi (Richard, 1983).

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif deskriptif berupa pengamatan langsung dan studi literatur yang terkait dengan penggunaan *powder factor* terhadap fragmentasi pada lubang ledak.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, perumusan masalah, pengumpulan dan pengelompokkan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan penggunaan *powder factor*.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### Kondisi Aktual Peledakan Batu Granit

Kegiatan pemboran dilokasi blok IV dan V menggunakan mesin bor Furukawa PCR-200 dengan diameter bit 3 inch atau 76 mm. kegiatan pemboran ini menggunakan metode pemboran *top hammer* yang sumber tenaganya merupakan udara bertekanan (*air compressor*) Airman PDS-750S (Gambar 4.2). Jenis batuan yang akan diledakkan yaitu batu granit sehingga untuk

melepaskan batuan dari batuan induknya agar dapat lebih mudah diangkut harus menggunakan peledakan (*blasting*).



Gambar 2. Mesin bor Furukawa PCR-200

Keadaan aktual dilapangan lubang ledak tegak (vertikal) memiliki jumlah lubang ledak yang berbeda dengan lubang ledak miring (*inclined*).



Gambar 3. Lubang ledak aktual

Lubang ledak vertikal berjumlah lebih banyak dari lubang ledak *inclined*. Hal ini dikarenakan arah pemboran aktual dilapangan mengikuti arah dari struktur geologi atau kekar didaerah sekitar peledakan, sehingga geometri peledakan diantara keduanya juga berbeda, hal ini dikarenakan kedalaman antar lubang ledak antara lubang ledak berbeda.

Berdasarkan keadaan lubang ledak vertikal dilapangan maka diperoleh geometri peledakan dari kegiatan pengukuran sebagai berikut.

Tabel 1. Geometri peledakan aktual lubang ledak vertikal

Peledakan	B(m)	S(m)	H (m)	T (m)	J (m)	Pc (m)	n (lubang)
1.	2,5	2,5	6	2,3	0,3	4	61
2.	2,5	2,4	6	2,3	0,3	4	44
3.	2,5	2,3	6	2,3	0,3	4	79
4.	2,5	2,45	6	2,3	0,3	4	48
Jumlah	10	9,65	24	9.2	1.2	16	232
Rata-rata	2,5	2,413	6	2,3	0,3	4	58

Berdasarkan keadaan lubang ledak *inclined* dilapangan maka diperoleh geometri peledakan dari kegiatan pengukuran *burden*, *spacing*, kedalaman lubang ledak, *stemming*, *subdrilling* dan ketinggian jenjang dilakukan menggunakan meteran. Dari hasil pengukuran itu maka

diperoleh geometri peledakan rata-rata burden 2,5 m; spasi 2,413 m; tinggi jenjang 6,21 m; *subdrilling* 0,3; panjang isian 4,21 m; *stemming* 2,3 m; jumlah lubang 19,25 lubang dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

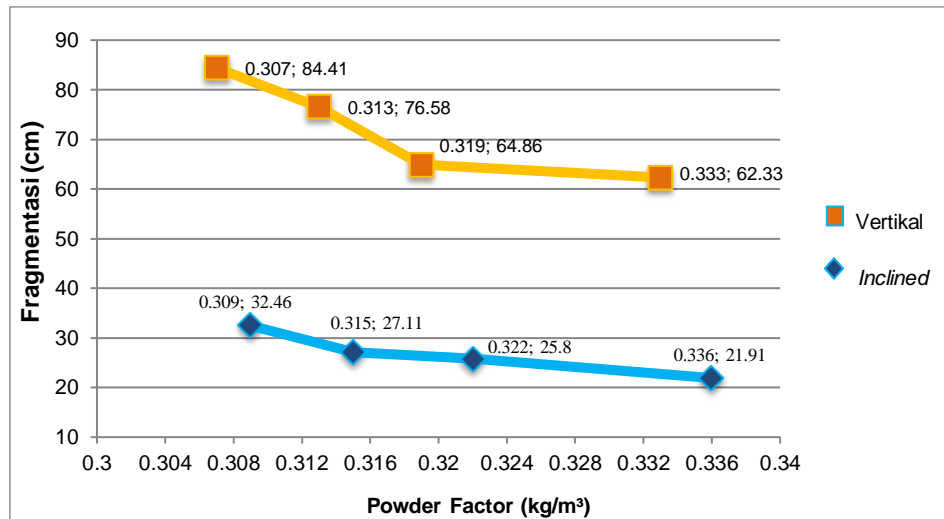
Tabel 2. Geometri peledakan aktual lubang ledak *inclined*

Peledakan	B (m)	S (m)	H(m)	T (m)	J (m)	Pc (m)	n (lubang)
1.	2,5	2,5	6,21	2,3	0,3	4,21	24
2.	2,5	2,4	6,21	2,3	0,3	4,21	11
3.	2,5	2,3	6,21	2,3	0,3	4,21	28
4.	2,5	2,45	6,21	2,3	0,3	4,21	14
Jumlah	10	9,65	24,84	9.2	1.2	16,84	77
Rata-rata	2,5	2,413	6,21	2,3	0,3	4,21	19,25

## Analisa Powder Factor dan Distribusi Fragmentasi Peledakan Aktual

Pada analisa pengolahan data lubang ledak vertikal dan lubang ledak *inclined* dapat dimengerti bahwasannya lubang ledak vertikal memiliki distribusi fragmentasi rata-rata yang lebih besar (maksimum) dibandingkan dengan lubang ledak *inclined* yang memiliki nilai

distribusi fragmentasi rata-rata yang lebih kecil (minimum). Analisa perbandingan penggunaan *powder factor* terhadap fragmentasi rata-rata batuan hasil peledakan pada lubang ledak vertikal dan lubang ledak *inclined* yang dilakukan sebanyak 4 kali pengamatan peledakan apabila diplotkan dalam suatu grafik perbandingan maka akan menghasilkan grafik seperti yang terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik perbandingan kedua lubang ledak penggunaan *powder factor* terhadap fargmentasi rata-rata aktual lubang ledak *inclined*

Grafik perbandingan penggunaan *powder factor* terhadap fragmentasi rata-rata batuan hasil peledakan aktual pada kedua lubang ledak diatas dapat dimengerti bahwasannya lubang ledak vertikal memiliki distribusi fragmentasi rata-rata yang lebih besar dibandingkan dengan lubang ledak *inclined* yang memiliki nilai distribusi fragmentasi rata-rata yang lebih kecil, maka diperoleh nilai *powder factor* terbesar selama penelitian adalah pada peledakan ketiga untuk lubang ledak *inclined* yakni senilai 0,336 kg/m<sup>3</sup> dengan rata-rata distribusi fragmentasi batuan terendah yakni dengan nilai 21,91 cm. Untuk nilai *powder factor* terkecil selama penelitian adalah pada peledakan pertama untuk lubang ledak vertikal yakni senilai 0,307 kg/m<sup>3</sup> dengan rata-rata fragmentasi batuan sebesar 84,41 cm. Hal ini benar membuktikan bahwa dalam penerapannya dilapangan pada rata-rata distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan harus memiliki nilai yang berbanding terbalik terhadap nilai penggunaan *powder factor*.

### Rancangan Geometri Peledakan Usulan

Untuk memenuhi target produksi 18.000 ton/bulan maka dalam 1 kali peledakan setiap minggu harus meledakkan 4.500 ton atau 1.800 m<sup>3</sup> batuan granit. Penerapan geometri peledakan lubang ledak *inclined* menurut C.J. Konya, serta dengan kedalaman lubang ledak yang diusulkan sebesar 9,21 m dimana terjadi penambahan 1

tiang bor sepanjang 3 m yang ditambahkan pada rancangan tiang bor aktual dilapangan dengan panjang 6 m, hal ini bertujuan agar mendapatkan hasil peledakan yang maksimal, maka didapat perhitungan rancangan peledakan berdasarkan usulan geometri peledakan sebagai berikut.

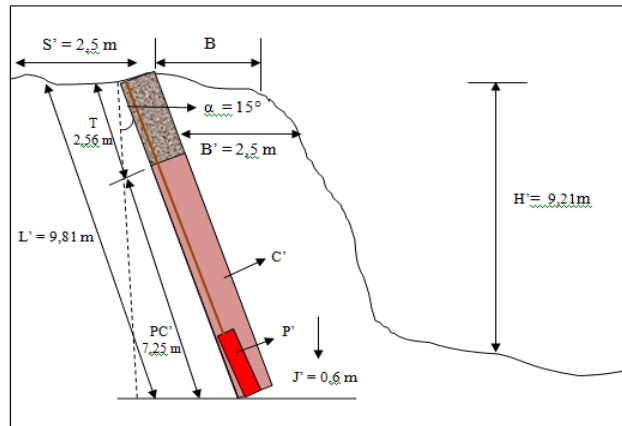
Tabel 3. Geometri lubang ledak usulan

Geometri Peledakan Usulan	Nilai
Kemiringan lubang ledak ( $\alpha$ )	15°
Diameter lubang ledak ( $D_e$ )	3 inch = 76,2 mm
<i>Apparent</i> burden/burden semu ( $B'$ )	2,5 m
<i>Spacing</i>	2,5 m
Tinggi Jenjang ( $H'$ )	9,21 m
<i>Subdrilling</i> ( $J'$ )	0,6 m
Kedalaman ( $L'$ )	9,81 m
<i>Stemming</i> ( $T'$ )	2,56 m
Pjg. Isian ( $P_c'$ )	7,25 m

Berdasarkan perhitungan rancangan geometri usulan diatas diperoleh nilai *powder factor* senilai 0,26 kg/m<sup>3</sup>. Nilai tersebut dapat dikatakan sangat baik karena dalam standarisasi ESDM batas ekonomis nilai *powder factor* berkisar antara 0,2 – 0,3 kg/m<sup>3</sup>, sedangkan nilai *powder factor* ini masih dalam batasan maksimal dari perusahaan yaitu 0,4 lb/ton atau setara dengan 0,456 kg/m<sup>3</sup>. Diharapkan dengan penerapan rancangan

geometri peledakan usulan lubang ledak miring atau *inclined* dapat mengoptimalkan hasil peledakan dimana energi detonasi lebih merata agar dapat meminimalisir timbulnya *backbreak*

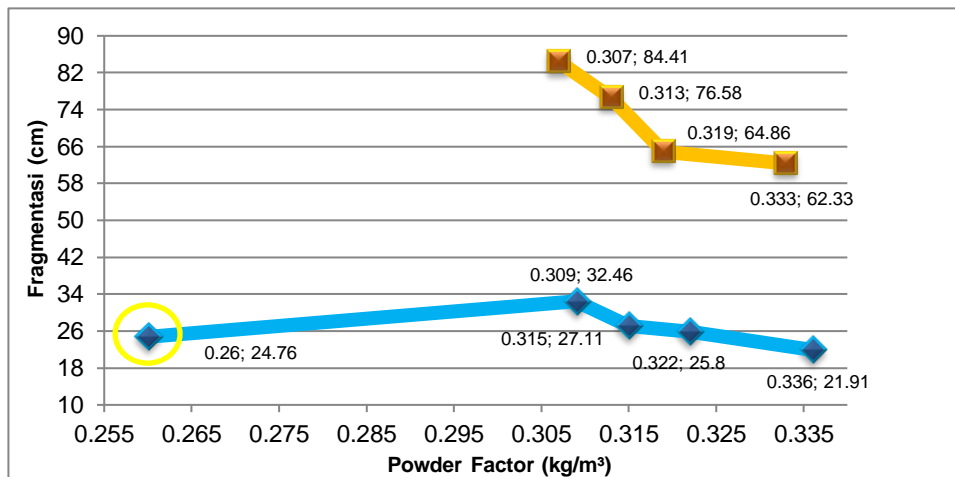
dan *toe*. Berikut adalah ilustrasi dari kondisi geometri peledakan usulan dengan parameter nilai geometri yang telah diusulkan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Ilustrasi kondisi geometri peledakan usulan

Analisa perbandingan penggunaan *powder factor* terhadap fragmentasi rata-rata batuan hasil peledakan pada lubang ledak *vertical* dan lubang ledak *inclined* dijadikan sebagai acuan untuk merekomendasikan geometri usulan peledakan

agar memperoleh nilai *powder factor* yang efisien, apabila diplotkan bersamaan dengan nilai *powder factor* hasil peledakan geometri usulan dalam suatu grafik seperti yang terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik usulan perbandingan kedua lubang ledak penggunaan *powder factor* terhadap fragmentasi rata-rata aktual lubang ledak *inclined*

Berdasarkan Grafik usulan perbandingan kedua lubang ledak penggunaan *powder factor* terhadap fragmentasi rata-rata aktual lubang ledak *inclined* grafik data hasil perhitungan geometri usulan, pada titik yang dilingkari bundaran kuning diatas menunjukkan nilai yang sangat baik mengenai penggunaan *powder factor* terhadap distribusi fragmentasi, dimana mengingat tingkat efisiensi penggunaan *powder factory* yang hanya 0,26 kg/m³ dalam penggunaannya dilapangan. Pengaruhnya terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan, dimana nilai distribusi fragmentasi dari hasil peledakan ini dengan menggunakan geometri

usulanyang memiliki nilai fragmentasi rata-rata berada pada angka 24,76 cm yang sesuai dengan kriteria hasil peledakan, hal ini membuktikan bahwasannya dari geometri peledakan usulan ini dapat mempresentasikan hasil yang sangat efisien dalam penggunaan *powder factor* terhadap distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan perusahaan atau dapat dikatakan batu belah yang siap digunakan sesuai kebutuhan konsumen. Batuan hasil peledakan yang memiliki ukuran fragmentasi > 100 cm sebesar 0%, hal ini menunjukkan tidak adanya *boulder*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian dari hasil pembahasan yang terdapat pada penelitian ini didapatkan beberapa *point* yang dapat dijadikan sebagai kesimpulan, yaitu :

1. Pada kegiatan peledakan di PT Aditya Buana Inter secara keseluruhan dari hasil 4 kali pengamatan peledakan untuk geometri peledakan lubang ledak vertikal dan lubang ledak *inclined* dengan rata-rata burden 2,5 m, *spacing* 2,413 m, tinggi jenjang 6 m (vertikal) tinggi jenjang 6,21 m (*inclined*), *stemming* 2,3 m, panjang isian 4 m (vertikal) dan 4,21 (*inclined*) diameter lubang ledak 3 inch.
2. Pada lubang ledak vertikal memiliki nilai *powder factor* rata-rata 0,318kg/m<sup>3</sup> dengan fragmentasi rata-rata sebesar 72,05 cm. Untuk lubang ledak *inclined* memiliki nilai *powder factor* rata-rata 0,321 kg/m<sup>3</sup> dengan fragmentasi rata-rata sebesar 26,82 cm.
3. Desain usulan yang tepat untuk memperbaiki hasil peledakan dengan penggunaan geometri peledakan lubang ledak *inclined* yang telah dimodifikasi dengan perhitungan yang baik, diperoleh nilai *powder factor* yang sangat efisien yakni sebesar 0,26 kg/m<sup>3</sup>, serta distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan yang sesuai dengan target dimana batuan yang berukuran > 100 cm menjadi 0%.

#### Daftar Pustaka

- Ash, R.L. 1990. *Design of Blasting Round, "Surface Mining"*. Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc. B.A. Kennedy.
- Bates, R.L., and Jackson, J.A., eds., 1987, *Glossary of geology* (3d ed.): Alexandria, Va., American Geological Institute, 788 p.
- Hadi, A.A., Toha, M. T., 2013. *Redesign Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Fragmentasi Batuan Yang Optimal di Prebench PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Jurnal Ilmu Teknik Universitas Sriwijaya*: 3.
- Herman, Widodo, S., dan Nurwaskito, A., 2015. *Analisis Pengaruh Kedalaman Lubang Ledak, Burden dan Spacing Terhadap Perolehan Fragmentasi Batu Gamping*. Jurnal Geomine, 3.
- Jimeno, C.L. and Jimeno, E.L., 1995. *Drilling and Blasting of Rocks*. Rotterdam Brookfield: Balkema.
- Karim, A., 1998. *Teknik Pengeboran. Pusat Pengembangan Tenaga Pertambangan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Konya, C.J., and Walter, E.J., 1990. *Surface Blast Design*. Prentice Hall. New Jersey, U.S.A: Englewood Cliffs.
- Koesnaryo, 1998, "*Bahan Peledak dan Metode Peledakan*", Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta, Halaman 1-2.
- Linder, U., 2012. *Blasthole Drilling in Open Pit Mining*. Texas: Executive Press.
- Mangga, A.S. dan Djamal, B. 1994. Peta Geologi Lembar Bangka Utara, Sumatra. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Richard, A.D, Fletcher, L.R., Dennis V.D., 1983 *Explosives and Blasting Procedures Manual*. United States of America: U.S. Departement of The Interior, Bureau of Mines.