

Analisis Pengaruh Arah Kekar terhadap Fragmentasi Hasil Peledakan Menggunakan Model Kuzram dan Sve De Vo

The Analysis of Joint Orientation Toward Fragmentations from Blasting Activity with Kuzram and Sve De Fo Method

¹Sandra Amalliani, ²Yuliadi ³Dono Guntoro

1,2,3Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116

e-mail: 1sandra.amallia16@yahoo.com 2yuliadi_ms@yahoo.com 3guntoro_mining@yahoo.com

Abstract: PT Indo cement Tunggal Prakarsa, Tbk. as one of the largest cement producer in Indonesia had problem with its blasting fragmentation product. Especially in Kuari D Level QD/393.3/V and Level QD/345.4/V. Level QD/345.4/V has two family of joint orientation that is A dip/direction is 81° , N 171° E and B with orientation 80° , N 77° E, otherwise in Level QD/393.3/V there was four family of joints there are joint A with dip/direction 77° , N 250° E , family B 85° , N 15° E, family C 82° , N 88° E and family D 81° , N 132° E and the spacing of joint is close as average of spacing is 0,092 meter. The joints is classified as random joint by the spacing of joints and the orientation of joints. The analysis was done by joint reconstruction, and classified as random joint. The joint orientation is antipodes with freeface and fixed the geometry of blasting with R.L. Ash formulas. The fixed geometry is 3 meter for burden, 2 meter for spacing, 1 meter for subdrilling, with 15 meter for hole depth. However, the delay was fixed become 30 ms about hole and 42 meter per collum to make better muck pile. By using the KuzRam method, the percentage of fragmentation is 2,38% with the size of oversize is 30,161 cm and by Sve De Fo method the percentage is 7,5 with the oversize 37,36 cm.

Keywords : Fragmentation of Joints Orientation

Abstrak: PT Indo cement Tunggal Prakarsa, Tbk. merupakan salah satu penghasil produk semen terbesar di Indonesia mengalami kesulitan khususnya pada penambangan batugamping Kuari D Level QD/393.3/V dan Level QD/345.4/V yang menghasilkan banyak oversize (lebih dari 10%). Pada Level QD/345.4/V terdapat dua keluarga kekar yaitu kekar A dengan arah dip/direction 81° , N 171° E dan B dengan arah 80° , N 77° E sedangkan pada Level QD/393.3/V terdapat empat keluarga kekar yaitu A dengan arah dip/direction 77° , N 250° E , keluarga B dengan arah 85° , N 15° E, keluarga C arah 82° , N 88° E dan keluarga D dengan arah 81° , N 132° E serta jarak rata-rata kekar rapat (close) yaitu 0,092 meter. Kekar tersebut diklasifikasikan sebagai kekar random berdasarkan jarak dan arah umumnya. Analisis dilakukan dengan merekonstruksi arah umum kekar mengklasifikasikan kekar lokasi penelitian yaitu *random* sehingga arah kekar bertolak belakang dengan arah *freeface* serta mengubah geometri peledakan dengan menggunakan metode R.L. Ash sehingga geometri teoritis menjadi *burden* 3 meter, spasi 6 meter, *stemming* 2 meter, *subdrilling* 1 meter, dengan kedalaman 14 meter. Selain itu, waktu tunda yang disarankan adalah 30 ms antar lubang dan 42 ms antar baris sehingga fragmentasi dapat lebih kecil dan tumpukan (*pile*) peledakan lebih mudah diangkut. menggunakan metode KuzRam menunjukkan ukuran rata-rata batuan sebesar 30,161 cm dan menghasilkan *oversize* sebesar 2,38%. Sementara dengan menggunakan metode Sve De Fo rata-rata fragmentasi peledakan yang dihasilkan sebesar 37,36 cm dengan persentase *oversize* sebesar 7,5%.

Kata Kunci : Fragmentasi Berdasarkan Arah Kekar

A. Pendahuluan

Latar Belakang

Fragmentasi merupakan salah satu produk dari kegiatan penambangan yang menggunakan metode peledakan untuk membongkar bahan galian. Distribusi fragmentasi peledakan memiliki peranan penting dalam tahap penambangan berikutnya. Umumnya fragmen yang berukuran *oversize* (besar/bongkah) digunakan sebagai pembatas tanggul pada *pit* tambang. Tetapi hal tersebut tidak dapat dilakukan setiap waktu karena akan mengganggu target produksi, terutama PT Indo cement Tunggal Prakarsa, Tbk. yang melakukan pemisahan kadar batugamping agar dapat disesuaikan dengan produk semen yang dihasilkan.

Kuari D sebagai salah satu lokasi penambangan batugamping PT ITP Unit Citereup mengalami kesulitan khususnya pada Level QD/393.3/V dan Level QD/345.4/V yang menghasilkan banyak *oversize* atau batuan yang memiliki ukuran lebih besar dari seharusnya yaitu 80 cm sesuai dengan ukuran saringan pertama pada *crusher*. Salah satu faktor yang menyebabkan ketidak sesuaian fragmentasi peledakan dengan rencana adalah struktur batuan pada lokasi peledakan berupa kekar. Pada Level QD/345.4/V terdapat dua keluarga kekar yaitu kekar A dengan arah *dip/direction* $81^0, N171^0 E$ dan B dengan arah $80^0, N77^0 E$ sedangkan pada Level QD/393.3/V terdapat empat keluarga kekar yaitu A dengan arah *dip/direction* $77^0, N250^0 E$, keluarga B dengan arah $85^0, N15^0 E$, keluarga C arah $82^0, N88^0 E$ dan keluarga D dengan arah $81^0, N132^0 E$ serta jarak rata-rata kekar rapat (*close*) yaitu 0,092 meter.

Tujuan Penelitian

1. Bagaimana evaluasi geometri peledakan aktual?
2. Bagaimana analisis distribusi fragmentasi aktual dengan menggunakan metode KuzRam dan Sve De Vo
3. Bagaimana geometri peledakan yang sesuai dengan kondisi lokasi penelitian dan target oversize/boulder <10%?

B. Tinjauan Pustaka

Kaitan Struktur Terhadap Peledakan

Kegiatan peledakan merupakan kesatuan dari rangkaian kegiatan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor. Berdasarkan teori Asas Bond Ketiga (Atlas Powder Company, 1987), faktor yang mempengaruhi peledakan dibagi kedalam dua bagian. Faktor-faktor yang mempengaruhinya terdiri atas faktor yang dapat diubah atau variabel bebas (*controllable variable*) dan faktor yang tidak dapat diubah atau variabel tetap (*uncontrollable variable*), dapat dilihat pada Tabel B.1 di bawah ini:

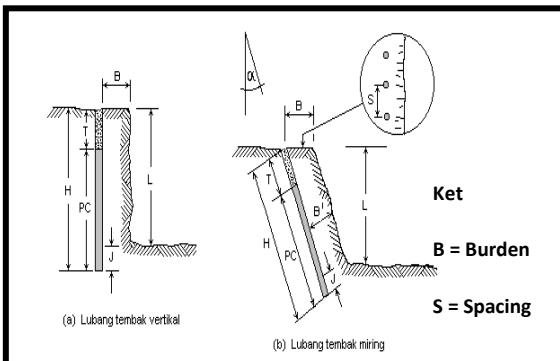
Tabel 1. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Peledakan

Variabel Tetap	Variabel Bebas
Kondisi Geologi	Geometri Peledakan
Kekuatan dan Sifat Batuan	Material dan Tinggi <i>Stemming</i>
Struktur Batuan	Pola Pengeboran
Kondisi Cuaca	Pola Peledakan
Air (sesuai keadaan)	Waktu Tunda (<i>Delay</i>)

Sumber: Asas Bond III (Bond Third Law), Atlas Powder Company 1987

Geometri Peledakan

Geometri peledakan bertujuan untuk memperoleh ukuran fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu memperhatikan geometri dalam suatu perencanaan peledakan. Geometri peledakan yang sangat menentukan fragmentasi batuan hasil dari peledakan, antara lain:



Sumber : Official Website Mining Force (2001)

Gambar 1. Geometri Peledakan

Pembobotan Lilly Blastability Index

Sebelum dilakukan perhitungan perkiraan distribusi fragmentasi dengan menggunakan teori Kuz-Ram, perlu dilakukan pembobotan massa batuan. Hal tersebut dilakukan untuk menentukan faktor batuan yang menjadi salah satu parameter perhitungan. Pembobotan massa batuan dilakukan dengan menggunakan teori Lilly (1986) sehingga teori tersebut disebut juga dengan *Lilly's Blastibility Index*.

Faktor-faktor yang menjadi digunakan dalam penentuan faktor batuan dengan menggunakan teori Lilly diantaranya adalah:

1. Deskripsi massa batuan
2. Jarak antar kekar
3. Orientasi kekar
4. Berat Jenis
5. Kekerasan berdasarkan skala Mosh

Model Perkiraan Fragmentasi

Tingkat fragmentasi batuan yang diinginkan dapat diperoleh dari percobaan peledakan dan pengambilan data di lapangan, serta melakukan evaluasi terhadap perubahan variable-variabel peledakan. Variabel yang dimaksud adalah sifat-sifat batuan, pola peledakan, jumlah pengisian bahan peledak, kedalaman lubang ledak, diameter lubang ledak, dan jenis bahan peledak yang digunakan. Model yang akan digunakan berjumlah dua buah yaitu Kuz-Ram (Kuznestov dan Rammler) dan model Sve De Vo (yaitu Sve De Fo yang telah disempurnakan oleh Oucherlonny (1987)).

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Domain Penelitian

Domain adalah klasifikasi pembagian wilayah batuan yang ditentukan berdasarkan bobot isi (*density*), rata-rata kekerasan dan PLI (*Point Load Index*) batuan pada lokasi penelitian. Lokasi penelitian berada pada daerah *Hard Domain*, dikarenakan daerah penelitian memiliki nilai RQD batuan >60%.

Tabel 2. Kondisi Domain Lokasi Penelitian

Lokasi	Density (ton/m ³)	PLI (MPa)	UCS Rata-Rata (MPa)	Kekerasan Mosh	RQD (%)	Jarak Rata-Rata (m)
QD/393.3/V	2,3	1,20	22,66	2,63	71,6	0,095
QD/345.4/V	2,32	1,29	22,63	2,63	69,49	0,092

Sumber: Laporan Geoteknik PT ITP Tahun 2014

Pembobotan Batuan

1. Pembobotan batuan dilakukan dengan menggunakan Lilly Blasting Index (1986). Parameter yang digunakan dalam proses penentuan faktor batuan adalah: deskripsi massa batuan, jarak antar kekar, orientasi kekar, berat Jenis, kekerasan berdasarkan skala Mosh.

Tabel 3. Parameter Pembobotan Untuk Penentuan *Lilly's Blasting Index*

Parameter Pembobotan <i>Blasting Index</i>		Bobot
Parameter		
1. Rock Mass Description (RMD)		
A. Dipilih = Blocky		20
2. Joint Plane Spacing (JPS)		
B. Dipilih = Close		10
3. Joint Plane Orientation (JPO)		
C. Dipilih = StrikeNormal To Face		30
4. Specific Grafity Influence (SGI)		
SGI – 25x SG-50		2,31
SGI		7,75
5. Hardness (H)		
D. Dipilih		2,63
Blasting Index = 0,5 x (RMD+JPS+JPO+SGI+H)		35,19
Rock Factor = BI x 0,15		5,28

2. Fragmentasi Teoritis Menggunakan Data Geometri Aktual

Hasil perhitungan geometri tipikal (Burden = 3,8 m, Spasi = 6 meter, Subdrill 1 meter Stemming 3 meter), maka rata-rata distribusi fragmentasi yang didapat adalah 12,82 cm. Sementara dengan menggunakan data aktual seperti pada Tabel 4.6, perhitungan dengan metode Kuz-Ram menghasilkan disribusi fragmentasi seperti pada Tabel C.3.

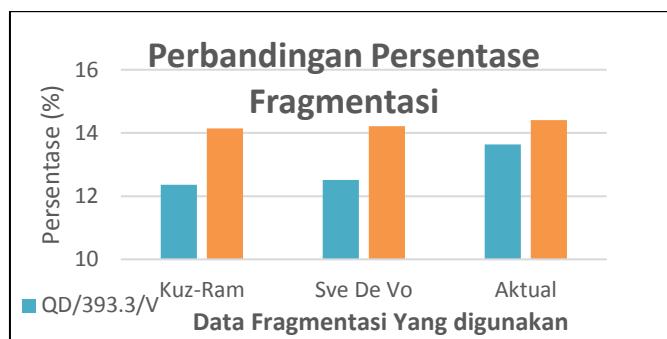
Tabel 4. Peresentase Fragmentasi dengan Metode Kuz-Ram

Level QD/345.4/V					Level QD/393.3/V				
Screen Size (cm)	Tertahan (R %)	Lolos (P %)	Fraksi %	$\left(\frac{x}{x_c}\right)^n$	Screen Size (cm)	Tertahan (R %)	Lolos (P %)	Fraksi %	$\left(\frac{x}{x_c}\right)^n$
1	99.73	0.27	0	0.0027	1	99.73	0.27	0	0.00273
5	96.99	3.01	2.74	0.0306	5	96.92	3.08	2.81	0.03130
10	91.72	8.28	5.27	0.0865	10	91.44	8.56	5.48	0.08948
20	78.31	21.69	13.41	0.2445	20	77.43	22.57	14.01	0.25581
60	28.07	71.93	50.24	1.2706	60	25.87	74.13	51.56	1.35205
80	14.14	85.86	13.93	1.9562	80	12.36	87.64	13.51	2.09092
100	6.50	93.5	7.64	2.7338	100	5.33	94.67	7.03	2.93226
120	2.75	97.25	3.75	3.5937	120	2.10	97.9	3.23	3.86545
140	1.08	98.92	1.67	4.5286	140	0.76	99.24	1.34	4.88266
200	0.04	99.96	1.04	7.7324	200	0.02	99.98	0.74	8.38317

Tabel 5. Persentase Fragmentasi dengan Sve De Vo

Level QD/345.4/V					Level QD/393.3/V				
Screen Size (cm)	Tertahan (R) %	Lolos (P) %	Fraksi %	$(\frac{x}{x_c})^n$	Screen Size (cm)	Tertahan (R) %	Lolos (P) %	Fraksi %	$(\frac{x}{x_c})^n$
1	99.73	0.27	0	0.003	1	99.71	0.29	0	0.003
5	97.00	3	2.73	0.030	5	96.81	3.19	2.9	0.032
10	91.74	8.26	5.26	0.086	10	91.23	8.77	5.58	0.092
20	78.36	21.64	13.38	0.244	20	77.12	22.88	14.11	0.260
60	28.17	71.83	50.19	1.267	60	25.93	74.07	51.19	1.350
80	14.22	85.78	13.95	1.951	80	12.52	87.48	13.41	2.078
100	6.55	93.45	7.67	2.726	100	5.48	94.52	7.04	2.904
120	2.78	97.22	3.77	3.584	120	2.20	97.8	3.28	3.818
140	1.09	98.91	1.69	4.516	140	0.81	99.19	1.39	4.811
200	0.04	99.96	1.05	7.711	200	0.03	99.97	0.78	8.214

Gambar 2. menunjukkan grafik perbandingan hasil perhitungan dengan data aktual, Perhitungan dengan menggunakan Sve De Vo lebih mendekati hasil peledakan secara aktual.

**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Hasil Fragmentasi

3. Fragmentasi Teoritis Menggunakan Data Geometri Teoritis

Perhitungan fragmentasi teoritis dilakukan dengan menggunakan parameter-parameter perhitungan yang telah dihitung dengan menggunakan rumus R.L. Ash dapat dilihat pada Tabel C.5. Perhitungan fragmentasi dilakukan menggunakan metode Kuz-Ram dan Sve De Vo.

Tabel 6. Geometri Peledakan Teoritis

Parameter Geometri Peledakan	Input Data
Diameter Lubang Ledak	98 mm
Burden	3m
Spasi	6 m
Subdrill	1 m
Tinggi Jenjang	14 m
Kedalaman Lubang Ledak	15 m
Faktor pola	1.1
Kekuatan Batuan	5.28
Densitas Bahan Peledak	0.85 gr/cc
Isian Bahan peledak per-lubang	81,057 kg/lubang
Strength Bahan Peledak (ANVO=100)	100
Powder Factor	0.3 kg/m ³
Stemming (m)	2 m

Dengan menggunakan data geometri aktual, maka perhitungan menggunakan metode Kuz-Ram dan Sve De Vo dapat dilihat pada Tabel 4.13 di bawah ini:

Tabel 7. Hasil Perkiraan Distribusi Fragmentasi dengan Data Geometri Teoritis

Kuzsnestov-Rosin&Ramler					Swedish Detonic Research Fondation				
Screen Size (cm)	Tertahan (R) %	Lolos (P) %	Fraksi %	$(\frac{X}{X_c})^n$	Screen Size (cm)	Tertahan (R) %	Lolos (P) %	Fraksi %	$(\frac{X}{X_c})^n$
1	99.81	0.19	0	0.00193	1	99.81	0.19	0	0.001855
5	96.94	3.06	2.87	0.031097	5	97.06	2.94	2.75	0.029887
10	90.22	9.78	6.72	0.102955	10	90.58	9.42	6.48	0.098947
20	71.12	28.88	19.1	0.340854	20	72.07	27.93	18.51	0.327584
60	10.30	89.7	60.82	2.273137	60	11.25	88.75	60.82	2.184639
80	2.38	97.62	7.92	3.736049	80	2.76	97.24	8.49	3.590598
100	0.41	99.59	1.97	5.492753	100	0.51	99.49	2.25	5.278909
120	0.05	99.95	0.36	7.525708	120	0.07	99.93	0.44	7.232718
140	0.01	99.99	0.04	9.821414	140	0.01	99.99	0.06	9.439048
200	0.00	100	0.01	18.18494	200	0.00	100	0.01	17.47696

Salah satu cara untuk mengurangi atau memperbaiki fragmentasi peledakan dengan kondisi struktur batuan searah arah jenjang (Level QD/345.4/V) dan acak atau *random* (Level QD/393.3/V) adalah dengan mengubah nomor *delay* dan pola peledakan agar dapat menghasilkan fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan.

D. Kesimpulan

1. Level QD/345.4/V yang memiliki dua arah umum kekar dan Level QD/393.3/V yang terdapat empat keluarga menyebabkan kekar memiliki arah berlawanan dengan arah peledakan dan bidang bebas (*freeface*) sehingga saat kegiatan peledakan berlangsung energi peledakan akan merambat menuju arah umum kekar. Level QD/393.3/V dengan arah umum lebih memiliki *oversize* yang lebih sedikit karena kondisi batuan yang memiliki banyak struktur sehingga batuan lebih mudah dihancurkan.
2. Distribusi fragmentasi peledakan pada Level QD/345.4/V dengan menggunakan geometri aktual perhitungan metode KuzRam persentase *oversize* adalah 14,14% sementara dengan menggunakan metode Sve De Fo persentase yang dihasilkan adalah 14,22%. Sementara pada Level QD/393.3/V hasil perhitungan menggunakan metode KuzRam adalah 12,36% sementara dengan menggunakan metode Sve De Fo persentase yang dihasilkan adalah 12,52% dengan persentase *oversize* aktual sebesar 13,64%. Sehingga dapat diketahui bahwa metode Sve De Fo lebih cocok dengan kondisi lokasi penelitian.
3. Geometri ideal berdasarkan perhitungan teoritis dilakukan agar mendapatkan geometri yang sesuai dengan lokasi penelitian secara geologis. Geometri teoritis tersebut yaitu *burden* = 3 meter, spasi = 6 meter, *stemming* = 2 meter, *subdrilling* = 1 meter, kedalaman lubang ledak = 15 meter, dan tinggi jenjang = 14 meter. Dengan menggunakan geometri peledakan teoritis, perkiraan distribusi peledakan dengan menggunakan metode KuzRam menunjukkan ukuran rata-rata batuan sebesar 30,161 cm dan menghasilkan *oversize* sebesar 2,38%. Sementara dengan menggunakan metode Sve De Fo rata-rata fragmentasi peledakan yang dihasilkan sebesar 37,36 cm dengan persentase *oversize* sebesar 7,5%.

Daftar Pustaka

- Anonim (a), 2010, Laporan Evaluasi Geologi Lokal PT Indo cement Tunggal Prakarsa, TbK., Mining Division, Citeureup
- Anonim (b), 2011, Analisa Pola Operasi di Quarry D Untuk Memenuhi Target Operasi \pm 50.000 ton per hari. Limestone Department, Citeureup
- Anonim (c), 1995, The Study of Blasting in Mining Industry Vol. III. Dyno Nobel, Brisbane
- Anonim (d), 2001, Peledakan, Pemboran, dan Pembongkaran Batuan dalam Proses Penambangan, Official Website Mining Force
- Andrew, Scott, 1998, Open Pit Blast Design Analyst and Optimisation, Julius Krutchmitt Mineral Research Centre, The University of Queensland.
- Ash, R.L, 1986, The Mechanics of Rock Breakage, Pit and Quarry Magazine. Cleveland
- Bond, 1987, Surface and Underground Design of Blasting, Atlas Powder Company, South Wales
- Berta, Gioegio, 1990, Explosive: An Engineering Tool, Italesplosivi. Milano
- Biniawski, A.T., 1989. Engineering Rock Mass Classification, John Wiley & Sons, New York.,
- Charles, H. Dowding, Blast Vibration Monitoring and Control, Northwestern University, 1985
- Cunningham,C.V.B, 2005, The Kuz-Ram Fragmentation Model- 20 years on, Brighton Conference Proceedings 2005, 2005 European Federation of Explosives Engineers. page 201-210, New Wales
- Effendi , C.A, dkk, 1998, Peta Geologi Lembar Bogor, Jawa, Pusat Sumber Daya Mineral, Batubara dan Panasbumi, Bandung
- Konya, Calvin J., 1990 Surface Blast Design, Prentice Hall. New Jersey
- Strelec, Stjepan, Gazdek,Mario, Mesec,Josip,2011 .Blasting Design For Desired Fragmentation, Technical Gazette 18,1(2011), page 79-86.
- Van Asegen, A, Cunningham,C.V.B,The Estimation of fragmentation in Blast Muckpiles by Means of Standard Photograpbs. Journal of The South African Institute of Minning and Metalurgy.1966,page 469-474