



Artikel

Kajian Teknis Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi Pada Peledakan Batu Gamping di PT Semen Padang

Ghanda*, Aditya Denny Prabawa¹, dan Gindo Tampubolon²

¹Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Jambi, Jl. Jambi – Muara Bulian Km.15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36122

²Program Studi Ilmu Tanah, Universitas Jambi, Jl. Jambi – Muara Bulian Km.15, Mendalo Darat, Kec. Jambi Luar Kota, Kabupaten Muaro Jambi, Jambi 36122

* Korespondensi: upin6166@gmail.com

Abstrak : PT Semen Padang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri semen dengan bahan utama batu gamping dan produknya yang di kenal dengan semen padang. Penambangan batu gamping di PT Semen Padang dilakukan menggunakan metode peledakan. Selain lebih efisien biaya dan waktu, diharapkan mendapatkan hasil fragmentasi yang baik dengan tidak menghasilkan bongkahan sehingga lebih mudah untuk dilakukan kegiatan *loading*. Hasil fragmentasi peledakan yang baik dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya adalah geometri peledakan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan Fragmentasi rata-rata P80, mendapatkan volume batuan perlubang ledak dan mendapatkan fragmentasi rata-rata yang lolos pada ayakan <100 cm menggunakan metode kuzram. Geometri peledakan, pola peledakan dan pola pengeboran yang digunakan sesuai dengan metode yang diterapkan oleh PT Semen Padang dan dengan percobaan 15 kali peledakan. Metode pengambilan data menggunakan metode fotografi. Sedangkan pengolahan data dilakukan menggunakan *software split desktop 2.0*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini bahwa rata-rata fragmentasi P80 untuk 15 kali peledakan adalah 44,66 cm, Hasil volume batuan perlubang ledak untuk Front 2 dengan Spasi x Burden (5m x 5m) diperoleh 250 BCM dan Front 15 dengan Spasi x Burden (4 m x 4 m) diperoleh 160 BCM dan rata-rata distribusi fragmentasi peledakan ukuran yang lolos pada ayakan <100 cm adalah 85,58 % dan rata-rata yang tertinggal pada ayakan >100 cm adalah 14,42 %. Fragmentasi baik merupakan salah satu indikator bahwa tidak ada masalah dalam peledakan tersebut.

Kata Kunci: Batu Gamping, Hasil Fragmentasi Peledakan

Abstract: *PT Semen Padang is one of the companies engaged in the cement industry with the main ingredient of limestone and its products known as Padang cement. Limestone mining at PT Semen Padang is carried out using blasting methods. Besides being more cost and time efficient, it is expected to get good fragmentation results by not producing chunks making it easier to do loading activities. The result of good blasting fragmentation is influenced by several factors, one of which is the blasting geometry. This study aims to obtain an average fragmentation of P80, get the volume of explosive holes and get an average fragmentation that passes on a sieve <100 cm using the quzram method. The blasting geometry, blasting pattern and drilling pattern used are in accordance with what was applied by PT Semen Padang and with 15 blasting attempts. The data collection method uses the photography method. While data processing is done using split desktop 2.0 software. The results obtained from this study that the average fragmentation of P80 for 15 times blasting is 44.66 cm, the results of explosive perforated rock volume for Front 2 with Space x Burden (5m x 5m) obtained 250 BCM and Front 15 with Space x Burden (4 mx 4 m) obtained 160 BCM and the average size of the blasting fragmentation distribution that escaped at the sieve <100 cm was 85.58% and the average that was left at the sieve > 100 cm was 14.42%. Good fragmentation is one indicator that there is no problem in the explosion.*

Keywords: *Limestone, Blasting Fragmentation Results*

Published By:

Teknik Kebumian, Universitas Jambi

Address:

Jl. Jambi – Muara Bulian km 15, Mendalo Darat, 36122

Email:

jtk@unja.ac.id

Phone:

+6285237602775

+6282262215587



PENDAHULUAN

Batu gamping sendiri termasuk kedalam golongan batuan sediment ataupun batuan endapan. Batu gamping banyak mengandung kalsium dalam bentuk CaCO_3 (Kalsium Karbonat) yang dapat dimanfaatkan lebih jauh untuk sumber daya manusia (Margareta dkk., 2015). Bahan baku dalam pembuatan Semen Padang adalah batu gamping yang merupakan bahan utama dalam pembuatan semen ini. Banyaknya batu gamping yang di gunakan dalam pembuatan semen diantaranya $\pm 81\%$ batu gamping dengan kadar air $\pm 5\%$, tanah liat $\pm 9\%$ dengan kadar air $\pm 20\%$, pasir silika $\pm 9\%$ dengan kadar $\text{SiO}_2 \pm 90\%$ dan pasir besi $\pm 1\%$ dengan $\text{Fe}_2\text{O}_3 \pm 75\%$. Untuk mendapatkan batu gamping di lakukan dengan cara penambangan yaitu melalui proses peledakan. Tujuan pekerjaan peledakan yaitu memecah atau membongkar batuan kompak atau massive dari batuan induknya menjadi material yang cocok untuk dikerjakan dalam proses pembuatan semen.

Menurut Herdy dkk., (2015), Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila target produksi terpenuhi, penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak (yang disebut *powder factor*), diperoleh fragmentasi ukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar perpeledakan). Fragmentasi yang diharapkan oleh perusahaan adalah fragmentasi yang ukurannya seragam. Perusahaan mengharapkan, 80% dari produk peledakan memiliki ukuran <110 cm. Fragmentasi yang memiliki ukuran >100 cm (*boulder*), akan mempersulit perusahaan dalam proses *crusher*. Penulis akan mengkaji kegiatan peledakan yang mempengaruhi tingkat fragmentasi peledakan batu gamping di PT Semen Padang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *photographic* untuk mendapatkan distribusi fragmentasi. Metode *photographic* adalah metode analisis *image/gambar* dengan menggunakan perangkat lunak (*software*). *Software split desktop 2.0* digunakan untuk mendapatkan distribusi ukuran fragmentasi dimana hasilnya berupa: grafik persentase lolos material dan ukuran fragmentasi. Pengambilan data dilakukan di dua lokasi peledakan PT Semen Padang. Geometri peledakan yang di gunakan untuk *front 2* dan *front 15* terdapat perbedaan geometri yaitu penggunaan *spasi* dan *burden* untuk *front 2* menggunakan *spasi x burden* (5 m x 5 m) dan di *front 15* menggunakan *spasi x burden* (4 m x 4 m), perbedaan penggunaan geometri di dasarkan oleh perbedaan keketuan batuan. Untuk pola pengeboran dan pola peledakan yang digunakan sama. pengambilan foto fragmentasi dilakukan setelah kegiatan peledakan.



HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Geometri Peledakan

Geometri peledakan berpengaruh terhadap volume bongkaran batuan yang akan diledakkan. Adapun data-data yang dibutuhkan/diperoleh adalah kedalaman lubang ledak, pola peledakan, isian bahan peledak tiap lubang dan jumlah bahan peledak dalam satu kali kegiatan peledakan. Umumnya setiap peledakan menghendaki ukuran fragmentasi sesuai dengan target yang diterapkan. Fragmentasi terlalu besar (*boulder*) memerlukan pengolahan lanjutan agar pada proses peremukan batuan. Berikut adalah data geometri peledakan yang digunakan:

Tabel 1. Geometri Peledakan PT Semen Padang

No	Tanggal	Lokasi	Jumlah Lubang	De (inch)	Burden (m)	Spacing (m)	Kedalaman Lubang (m)	Stemming (m)	PC (m)	Subdrilling (m)	tinggi jenjang (m)
1	17/09/2019	FRONT 2	30	5.5	5	5	10	5	5	1	10
2	18/09/2019	FRONT 2	35	5.5	5	5	10	5	5	1	10
3	19/09/2019	FRONT 2	30	5.5	5	5	10	5	5	1	10
4	20/09/2019	FRONT 2	30	5.5	5	5	10	5	5	1	10
5	21/09/2019	FRONT 2	35	5.5	5	5	10	5	5	1	10
6	22/09/2019	FRONT 2	40	5.5	5	5	10	5	5	1	10
7	23/09/2019	FRONT 2	44	5.5	5	5	10	5	5	1	10
8	24/09/2019	FRONT 2	44	5.5	5	5	10	5	5	1	10
9	27/09/2019	FRONT 15	61	5.5	4	4	10	5	5	1	10
10	30/09/2019	FRONT 15	90	5.5	4	4	10	5	5	1	10
11	1/10/2019	FRONT 15	70	5.5	4	4	10	5	5	1	10
12	2/10/2019	FRONT 15	75	5.5	4	4	10	5	5	1	10
13	3/10/2019	FRONT 15	50	5.5	4	4	10	5	5	1	10
14	4/10/2019	FRONT 15	50	5.5	4	4	10	5	5	1	10
15	5/10/2019	FRONT 15	60	5.5	4	4	10	5	5	1	10
	Rata – rata		49.6	5.5	4.46	4.46	10	5	5	1	10

(Sumber: Data Peneliti, 2019)

Pola Pengeboran

Pola pengeboran yang digunakan oleh PT Semen Padang adalah pola *staggered* dengan arah lubang tembak tegak lurus/vertikal dengan pola pengeboran *staggered*, diharapkan energi yang dihasilkan dari bahan peledak lebih efektif terdistribusi. Sehingga memungkinkan mendapatkan frgmentasi batuan yang seragam dan dapat meminimalisir terbentuknya *boulder* akibat pola pengeboran dan arah lemparan batuanya.

Pola Peledakan

Pola peledakan yang digunakan oleh perusahaan PT Semen Padang adalah pola peledakan *row by row*. Keadaan *free face* berada didepan dan diatas. Sedangkan, sistem



rangkaiannya yang digunakan untuk merangkai pola pedakan di PT Semen Padang adalah sistem non elektrik (nonel).

Fragmentasi

Salah satu indikator untuk menentukan keberhasilan suatu kegiatan pemboran dan peledakan adalah tingkat fragmentasi batuan yang dihasilkan dari kegiatan pemboran dan peledakan tersebut. Diharapkan ukuran fragmentasi batuan yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan pada kegiatan penambangan selanjutnya. Bongkahan yang terbentuk dari hasil ledakan disebut *over size* (ukuran berlebihan), dan untuk mencegah terbentuknya bongkahan atau mendapatkan ukuran yang seragam sesuai dengan ukuran kebutuhan crusher, maka dibutuhkan keselarasan geometri peledakan dengan fragmentasi batuan hasil ledakan. Fragmentasi batuan yang memerlukan pemecahan ulang dinyatakan sebagai bongkah. Ada beberapa cara untuk mengetahui ukuran fragmentasi dan persentase kelulusan antara lain yaitu secara teoritis menggunakan metode Kuzram dan *image analysis* dengan menggunakan bantuan *software split desktop 2.0*. Berikut data penelitian yang dihitung dan dianalisis dengan kedua metode tersebut:

Teoritis Metode Kuzram

Ukuran fragmentasi dan persentase lolos bisa dihitung secara teoritis menggunakan metode Kuzram. Namun sebelum perhitungan dilakukan, ditentukan terlebih dahulu nilai faktor batuan. Nilai faktor batuan diperoleh dari pembobotan berdasarkan tabel klasifikasi *blastability indeks* menurut Lily (1986). Berikut ini adalah pembobotan klasifikasi *blastability indeks* guna memperoleh nilai faktor batuan.

Tabel 2. Pembobotan *blastability indeks*

No	Parameter	Pembobotan Batu Gamping	Keterangan
1	<i>Rock Mass Description (RMD)</i>	20	<i>Blocky</i>
2	<i>Joint Plane Spacing (JPS)</i>	20	<i>Intermediet</i>
3	<i>Joint Plane Orientation (JPO)</i>	20	<i>Dip Out of Face</i>
4	<i>Specivic Gravity Influence (SGI)</i>	7,5	(25 x 2,3) – 50
5	<i>Hardness (H)</i>	7,5	7,5
Total Pembobotan		75	

(Sumber: Data Peneliti, 2019)

Berdasarkan hasil pembobotan pada tabel diatas, maka dapat diperhitungkan nilai *blastability indeks* dan faktor batuan berdasarkan Persamaan 12 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{BI} &= 0,5 \times (\text{RMD} + \text{JPS} + \text{JPO} + \text{SGI} + \text{H}) \\
 &= 0,5 \times (20 + 20 + 20 + 7,5 + 7,5) = 37,5 \\
 \text{Faktor Batuan} &= 0,12 \times \text{BI} \\
 &= 0,12 \times 37,5 = 4,5
 \end{aligned}$$



Hasi dari perhitungan Kuzram ukuran fragmentasi dari tiga kegiatan peledakan seperti ditabulasikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Ukuran Fragmentasi Secara Teoritis Kuzram

No	Tanggal	Lokasi	Jumlah Lubang	(\bar{X}) (cm)	N	Xc (cm)	Tertahan (R) (%) ≥ 100 cm	Lolos (Y) (%) ≥ 100 cm
1	17/09/2019	Front 2	30	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
2	18/09/2019	Front 2	35	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
3	19/09/2019	Front 2	30	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
4	20/09/2019	Front 2	30	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
5	21/09/2019	Front 2	35	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
6	22/09/2019	Front 2	40	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
7	23/09/2019	Front 2	44	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
8	24/09/2019	Front 2	44	35,76	0,85	55,05	18,99 %	81,01 %
9	27/09/2019	Front15	61	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
10	30/09/2019	Front15	90	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
11	01/10/2019	Front15	70	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
12	02/10/2019	Front15	75	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
13	03/10/2019	Front15	50	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
14	04/10/2019	Front15	50	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
15	05/10/2019	Front15	60	25,02	0,89	37,78	9,2 %	90,8 %
Rata – rata			49	30,75	0,87	36,70	14, 42%	85,58%

(Sumber: Data Peneliti, 2019)

Software Split Desktop 2.0

Foto fragmentasi dari kegiatan peledakan yang diteliti diolah dengan menggunakan bantuan software *split desktop 2.0*. Dari hasil pengolahan menggunakan *split desktop 2.0* tersebut maka didapatkan hasil distribusi fragmentasi serta ukuran dari fragmentasi.



Berdasarkan ketentuan PT Semen Padang maka digunakanlah ukuran fragmentasi P80 dari tabel distribusi hasil pengolahan menggunakan *split desktop 2.0*. sehingga diperoleh hasil fragmentasi rata-rata P80 seperti Tabel 4.

Tabel 4. Fragmentasi Rata-Rata P80

<i>No</i>	<i>Tanggal</i>	<i>Lokasi</i>	<i>Jumlah Lubang</i>	<i>P 80 cm</i>
1	17/09/2019	Front 2	30	26,61
2	18/09/2019	Front 2	35	52,34
3	19/09/2019	Front 2	30	37,45
4	20/09/2019	Front 2	30	54,74
5	21/09/2019	Front 2	35	37,33
6	22/09/2019	Front 2	40	36,45
7	23/09/2019	Front 2	44	28,86
8	24/09/2019	Front 2	44	41,53
9	27/09/2019	Front15	61	47,42
10	30/09/2019	Front15	90	57,69
11	01/10/2019	Front15	70	51,90
12	02/10/2019	Front15	75	49,82
13	03/10/2019	Front15	50	60,26
14	04/10/2019	Front15	50	30,88
15	05/10/2019	Front15	60	53,74
Rata – rata				44,66

(Sumber: Data Peneliti, 2019)

Pada suatu peledakan nilai geometri dapat dikatakan sangat penting untuk mengontrol fragmentasi batuan yang dihasilkan dan perlu adanya perhitungan yang lebih spesifik agar dapat mengontrol fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan. Keberhasilan suatu peledakan ditentukan oleh ukuran fragmentasi batuan sehingga ukuran fragmentasi sangat penting untuk diperhatikan.

Energi ledakan yang di hasilkan di *front 2* lebih kecil dibandingkan di *front 15* karena terdapat perbedaan geometri peledakan yang digunakan, kerapatan *burden dan spasi* tentunya mempengaruhi energi ledakan yang di hasilkan. *Burden dan spasi* yang besar tentunya membuat energi ledakan sulit memecahkan suatu batuan karena penyebaran energi yang di jangkau cukup luas mengakibatkan hilangnya energi ledakan sebelum sampai di batuan, berbeda dengan penggunaan *burden dan spasi* yang rapat justru menghasilkan energi yang optimal dikarenakan energi tersebut mencapai batuan sebelum energinya hilang. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Rinaldo dkk., dalam jurnal bina tambang Vol. 3 No. 3) bahwa semakin besar volume batuan yang terbongkar semakin sedikit *powder factor* dan hasil fragmentasi yang di hasilkan juga akan besar, sebaliknya semakin kecil volume batuan yang terbongkar semakin banyak *powder factor* menghasilkan fragmentasi yang kecil. Semakin besar geometri peledakan maka semakin besar pula fragmentasi batuan hasil peledakan yang dihasilkan sebaliknya, semakin kecil



geometri peledakan maka semakin kecil pula fragmentasi peledakan yang dihasilkan. Berdasarkan pernyataan tersebut peningkatan jumlah *Powder factor* ini juga dipengaruhi oleh geometri dari peledakan tersebut karena geometri yang digunakan di *front 2* khususnya *spasi dan burdennya* lebih besar dibandingkan dengan *front 15*, dengan nilai *burden* 5 m x 5 m dan untuk *Front 15* dengan nilai *burden* dan *spasi* 4 m x 4 m.

KESIMPULAN

PT Semen Padang menerapkan geometri peledakan dengan *burden* 5 m, *spasi* 5 m, *stemming* 5 m, *powder charge* (PC) 5 m, *subdrilling* 1 m, kedalaman lubang ledak 10 m, dan ketinggian jenjang 10 m untuk *front 2* dan *front 15* menggunakan *burden* 4 m, *spasi* 4 m, *stemming* 5 m, *powder charge* (PC) 5 m, *subdrilling* 1 m, kedalaman lubang ledak 10 m, dan ketinggian jenjang 10 m. Rata-rata fragmentasi P80 untuk 15 kali peledakan adalah 44,66 cm. Hasil volume batuan per lubang ledak untuk *Front 2* dengan *spasi x burden* (5 m x 5 m) diperoleh 250 BCM dan *Front 15* dengan *spasi x burden* (4 m x 4 m) diperoleh 160 BCM dan rata-rata distribusi fragmentasi peledakan ukuran yang lolos pada ayakan <100 cm adalah 85,58 % dan rata-rata yang tertinggal pada ayakan >100 cm adalah 14,42 %. Fragmentasi baik merupakan salah satu indikator bahwa tidak ada masalah dalam peledakan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi, Pembimbing utama dan pendamping, kepala biro peledakan PT Semen Padang selaku pembimbing lapangan, Juru ledak PT Semen Padang yang telah memberikan bantuan tenaga dan sumbangan pemikirannya sehingga tulisan ini bisa dipublikasi.

PUSTAKA

- Abimanyu, D., T. Trides, dan Skadillah. 2018. Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan dan Biaya Peledakan Pada Pit Lisat PT. Teguh Sinarabadi Kabupaten Kutai Barat Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Teknologi Mineral FT UNMUL*, 1:38-45 .
- Apriliani, N. F., M. A. Baqiya, dan Darminto. 2012. Pengaruh Penambahan Larutan MgCl₂ pada Sintesis Kalsium Karbonat Presipitat Berbahan 1:1-6.
- Ash. R.L. 1967. *The Mechanics of Rock Breakage*. Cleveland : Pit and Quarry Magazine.
- Aziz, M. 2010. Batu Kapur dan Peningkatan Nilai Tambah Serta Spesifikasi Untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* 3:116-131.
- Calvin, J., Konya, Edward J., and Walter. 1991. *Rock Blasting and Overbreak Control, U.S Department of Transportation federal Highway Administration Office of Implementation 6300n Georgetown, Virginia*
- Dyno, N. 2010. *Blasting and Explosives Quick Reference Guide*. Australia
- Herdy, A. P, S. Widodo dan A. Nurwaskito. 2015. Analisis Pengaruh *Powder Factor* Terhadap Fragmentasi Peledakan Pada PT. Semen Bonawa Maros Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*. 3:154-158.
- Halin, H. H. Wijaya dan R. Yusipli. 2017. Pengaruh Harga Jual Kaca Patri Jenis Silver Terhadap Penjualan CV. Karuna Kaca Pelembang Tahun 2004-2005. Vol 2 : No 2
- Herman, S. Widodo, dan A. Nurwaskito. 2015. Analisis Pengaruh Kedalaman Lubang Ledak, *Burden* dan *Spacing* Terhadap Perolehan Fragmentasi Batugamping. *Jurnal Geomine*. 3:184-188.
- Margareta, M. A. H., A. Fuad, S. A. Ilmiawati, dan Surjana. 2015. Sintesa *Hydroxyapatite* (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂) Berbasis Batu Kapur. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*. 1:15-20.



- Noviyanti, Jasrudin, dan E. H. Sujiono. 2015. Karakterisasi Kalsium Karbonat (CaCO_3) dari Batu Kapur Kelurahan Tellu Limpoe Kecamatan Suppa. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 2:169-172.
- Putra, A. P., E. W. D. Hastuti, dan A. Abro. Studi Potensi Sumberdaya Batu gamping sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen di Kecamatan Buay Sandang Aji Kabupaten Ogan Komering Ulu Selatan.
- Raihan, F. Syamsudin, dan L. Satrio. 2012. Mechanical Analysis Of Limestone In Jaya, Lhong, and Lhoknga. *Journal of Aceh Physics Society*. 1:7-8.
- Rinaldo, R. B. Heriyadi , dan H. Prabowo. Analisis Pengaruh Parameter Geomakanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada Front Penambangan Blok A2 Di CV. Triaga Nusatama Kecamatan Lareh Sago Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat. *Jurnal Bina Tambang*. Vol :3 No:3
- Safarudin, Purwanto, dan Djamaludin. 2016. Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi dan *Digging Time* Material Blasting. *Journal JPE*. 2:54-62.
- Sahrul dan Gunawan. 2017. Studi Teknis Peledakan Jenjang Pada Penambangan Batu Gamping *Quarry* Blog 4 Utara PT. Semen Tonasa Kabubapten Pangkep Provinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknologi Determinasi*. 1:1-12.
- Sugiyono. 2007. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta
- Sujiman, I. Hasyim, dan A. Putra. 2014. Kajian Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan di Pit 4 TUC PT. Mega Prima Persada Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Geologi Pertambangan*. 2:1-12.
- Siddiqui, F. I, S. M. A. Shah dan M. Y. Behan. 2009. *Measurement of SizeDistribution of Blasted Rock Using Digital Image Processing*. Mehran University of Eng and Tech, Jamshoro : Pakistan.
- Munawir, A. I. Samanlangi, dan Anshariah. 2015. Analisis Geometri Peledakan Terhadap Ukuran Fragmentasi *Over Burden* Pada Tambang Batubara PT. Pamapersada Nusantara *Jobsite* Adaro Klimantan Selatan. *Jurnal Geomine* 1:9-13.
- Wijaya, R. A. E. dan D. Isnawan. 2015. Analisis Kekuatan Batu Gamping dengan Menggunakan Kaidah Hoek- *Brown Failur Criterion-Roclab* Di Daerah Gunung Sudo Kabupaten Gunung Kidul Yogyakarta. *Jurnal Promine* 1:21-35.

