

Analisis Perbandingan Metode *Kuz-Ram* dengan *Digital Image Analysis* Terhadap Ukuran Fragmentasi dalam Desain Peledakan Produksi Batugamping Pada PT. Semen Tonasa

Putra Sakti

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lakidende
Jl. Sultan Hasanuddin No.234 Kel. Lalosabila
Email : putrajayasakti04@gmail.com

Abstract

PT. Semen Tonasa is a company that operating in cement industry at east Indonesia region with the base material is limestone. PT. Semen Tonasa is located in Pangkajene Islands Regency, South Sulawesi Province. Mining method used is quarry method with blasting as a mine activity to open the materials. In every blasting activity needed the size of fragmentations is not more than $80 \text{ cm} \leq 15\%$. That size is obtained base on the capability of crusher mouth. Analysis method of rocks fragmentation that used was digital image analysis actually on the field with using split-dekstop software and theoretically with Kuz-Ram method. That thing was taken to compare percentage distribution of size fragmentation of blasting activity. The result of fragmentation analysis on mining area at PT. Semen Tonasa, was conducted on two locations of data interpretation that were at B7 and B8. The geometries applied at Quarry B7 was burden of as 5,04 m and a spaced of 6,03 resulting fragmentation size ≥ 80 or 8,15% and at Quarry B8 was a burden of 5,2 m and a spaced of 5,7 m resulting fragmentation size 5,61%, these were based on split-Dekstop method. In other hand that results were contrary with the prediction of Kuz-Ram method by the percentage of fragmentations at Quarry B7 equal to 24,17% and B8 equal to 22,99% with the size of fragmentation $\geq 80 \text{ cm}$.

Keyword: Limestone; Fragmentation Size; Kuz-Ram; Spilt-Dekstop

Abstrak

PT. Semen Tonasa adalah perusahaan yang bergerak dibidang industri semen dikawasan Indonesia Timur berupa bahan galian non logam yakni batugamping. Operasi penambangan PT. Semen Tonasa terletak di Kabupaten Pangkep Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan. Metode penambangan yang digunakan adalah metode *quarry* dengan kegiatan utama dalam pembongkaran material ialah peledakan. Dimana dalam setiap peledakan menghendaki ukuran fragmentasi tidak melebihi $80 \text{ cm} \leq 15\%$ sesuai target perusahaan yang didasarkan pada kemampuan mulut *crusher*. Metode yang digunakan dalam menganalisis fragmentasi hasil peledakan yaitu dengan *Digital Image Analysis* secara aktual di lapangan menggunakan software *Split-Dekstop*, dan secara teoritis yaitu dengan metode *Kuz-Ram*. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui dan membandingkan persentase distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan. Hasil dari analisis fragmentasi peledakan PT. Semen Tonasa di lapangan, dilakukan pada dua lokasi pengambilan data yakni B7 dan B8 bahwa geometri yang diterapkan pada *quarry* B7 adalah *burden* 5,04 m, *spasi* 6,03 m, menghasilkan fragmentasi ukuran $\geq 80 \text{ cm}$ sebesar 8,15% dan *quarry* B8 adalah *burden* 5,2 m, *spasi* 5,7 m, menghasilkan fragmentasi 5,61% ini berdasarkan metode *Digital Image Analysis* dengan *Split-Dekstop*. Sedangkan dengan metode prediksi *Kuz-Ram* justru sebaliknya menghasilkan ukuran fragmentasi dengan persentase yang besar yaitu pada *quarry* B7 sebesar 24,17% dan B8 sebesar 22,99%, pada fragmentasi berukuran $\geq 80 \text{ cm}$.

Kata Kunci: Batu gamping; Ukuran Fragmentasi; *Kuz-Ram*; *Split-Dekstop*.

PENDAHULUAN

Aktivitas pada penambangan batugamping yang dilakukan oleh PT. Semen Tonasa dengan menggunakan sistem open pit, dan salah satu kegiatan utama dalam penambangan batu kapur tersebut ialah peledakan. Keberhasilan suatu peledakan biasanya diukur dari ukuran fragmentasi hasil peledakan yang dilakukan. Ukuran fragmentasi diharapkan tidak banyak menimbulkan kesulitan, baik dalam pemuatan, pengangkutan, maupun dalam

kegiatan peremukanya (Ghadafi et al.,2012). Untuk itu ukuran fragmentasi yang diharapkan adalah fragmentasi yang tidak melebihi ukuran 80 cm atau $\leq 80 \text{ cm}$ sebesar $\leq 15\%$, yang didasarkan pada kemampuan mulut *crusher* untuk menerima umpan. Penentuan fragmentasi ini sangat lah sulit dilakukan mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi hasil peledakan. Beberapa faktor tersebut ialah faktor yang dapat dikontrol dan tidak dapat dikontrol (Jimeno., 1995), tetapi dengan pendekatan

matematis hal tersebut dapat dilakukan dengan bantuan software penentuan distribusi fragmentasi peledakan secara aktual di lapangan dan juga dengan pendekatan teoritis dapat dibandingkan hasil daripada keduanya. Dari hasil analisis tersebut dapat ditentukan perbandingan distribusi ukuran fragmentasi peledakan yang lebih sesuai dengan kemampuan dan kapasitas alat crusher sehingga dapat pula mengurangi biaya untuk penghancuran material yang berukuran besar menggunakan *breaker* dan produktivitas dari alat gali-muat dapat meningkat.

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah menentukan dan menghitung hasil fragmentasi rancangan geometri pengeboran dan peledakan yang sesuai dengan keadaan di lapangan untuk mendapatkan fragmentasi batuan yang sesuai dengan harapan, menghitung dan membandingkan distribusi ukuran fragmentasi batuan menggunakan perangkat lunak *Split-Dekstop* dan memprediksi distribusi ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan menggunakan model *Kuz-Ram*, serta dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian ini yaitu menggunakan *Digital Image Analysis* dengan software (*Split-Dekstop*), data yang digunakan berupa foto fragmentasi hasil peledakan aktual di lapangan menggunakan kamera digital. Output dari data olahan software (*Split-Dekstop*) berupa distribusi ukuran fragmentasi. Dengan membandingkan secara teoritis menggunakan metode persamaan *Kuz-Ram* dari data geometri aktual yang didapatkan di lapangan, kemudian menghubungkan ukuran rata-rata fragmentasi yang ditetapkan berdasarkan kemampuan alat *crusher*. Adapun Rumus *Kuz-Ram* yaitu :

$$X = A \times \left[\frac{V}{Q} \right]^{0.8} \times Q^{0.17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0.63} \quad (1)$$

Keterangan :

- X = Ukuran Fragmentasi rata-rata (cm)
- A = Faktor batuan
- Vo = Volume batuan per lubang tembak (BxSxL dalam M³)
- Q = Jumlah bahan peledak pada setiap lubang ledak (kg)
- E = Relative Weight Strength bahan peledak, untuk :
(ANFO=100, TNT = 115, Dabex 73 = 77)

Untuk menentukan distribusi fragmen batuan hasil peledakan digunakan persamaan Rossin – Ramler (Cunningham 1983), yaitu:

$$R_x = e^{-\left(\frac{x}{x_c}\right)^n} \quad (2)$$

R merupakan persentase material yang tertahan pada ayakan. Hal ini dapat diartikan yaitu bila dilakukan pengayakan, maka terdapat material yang tidak lolos di setiap level *mesh* ayakan.

Keterangan :

- Rx = Persentase massa batuan yang tertahan dengan ukuran X (cm)
- Xc = Karakteristik ukuran batuan (cm)
- X = Ukuran Ayakan (*Screen*) (cm)
- n = Indeks Keseragaman
- e = Ephsilon (2,71828)

Xc dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X_c = \frac{X}{(0.693)^{1/n}} \quad (3)$$

Indeks “n” adalah indeks keseragaman ukuran distribusi fragmentasi hasil pada peledakan memiliki nilai 0,6 – 2,2, artinya jika nilai “n” semakin besar maka kemungkinan fragmentasi yang dihasilkan semakin seragam. Tetapi sebaliknya, jika nilai “n” semakin kecil maka fragmentasi yang dihasilkan ukurannya kurang seragam atau tak terkontrol, dimana akan terjadi bongkahan yang sangat besar atau sangat kecil. Besarnya nilai “n” didapatkan dengan persamaan sebagai berikut : (Cunningham, 1983).

$$n = \left[2.2 - 14 \frac{B}{De} \right] \left[1 - \frac{W}{B} \right] \left[1 + \frac{A-1}{2} \right] \left[\frac{PC}{L} \right] \quad (4)$$

Keterangan :

- n = Indeks Keseragaman
- De = Diameter bahan peledak (mm)
- W = Standar deviasi dari keakuratan lubang bor (W) ≈ 0
- PC = Panjang Isian (m)
- L = Tinggi Jenjang (m)

PEMBAHASAN

Kegiatan Peledakan

Bahan Peledak dan Perlengkapan Peledakan

Pada PT. Semen Tonasa bahan peledak yang digunakan saat ini adalah “*Dabex73*”, yang merupakan campuran 30% Anfo dan 70% Emulsion, yang dicampur menggunakan MMU (*Mobile Mixer Unit*), Dayaprime yang digunakan yaitu jenis *Booster* seberat 200 gr yang dirangkai dengan *non-electric inhole* detonator (Primer). Primer tersebut diposisikan paling bawah (*bottom priming*).

Tabel 1. Pemakaian Handak *Front* B7 dan B8

Lokasi (<i>Quarry</i>)	Geometri Aktual Di lapangan						
	B (m)	S (m)	H (m)	T (m)	PC (m)	J (m)	L (m)
B7	5,0 4	6,0 3	9,8	2,5	7,3	1,1	9,5
B8	5,2	5,7	9,7	2,5	7,1 8	1,2	9

Geometri Peledakan

Pada PT. Semen Tonasa Geometri aktual di lapangan yang diterapkan sekarang ini berbeda-beda pada masing masing *front* penambangan ini disesuaikan dengan kondisi lapangan dan target produksi perharinya.

Tabel 2. Rata-rata Geometri B7 dan B8

Lokasi (<i>Quarry</i>)	Jumlah Material Peledakan (Ton)	Jumlah Bahan Peledak (Kg)	<i>Powder Factor</i> (Ton/Kg)
B7	34530,48	4677,4	7,38
B8	34972,23	4966,81	7,04
Jumlah			14,42
Rata – Rata			7,21

Sistem Peledakan Dan Waktu Tunda

Pola peledakan yang sering digunakan pada kegiatan peledakan PT. Semen Tonasa berdasarkan arah runtuh batuan pola *echelon/corner cut* dan pola *v cut* dengan sistem peledakan beruntun dan sistem penyalaan menggunakan waktu tunda (*delay time*) antar baris (*row by row*), dengan mekanisme peledakannya dimulai dari nomer detonator yang paling rendah akan meledak terlebih dahulu kemudian detonator berikutnya sesuai dengan nomer urutannya.

Powder Factor dan Target Produksi

Tabel 3. *Powder Factor* B7 dan B8

Lokasi (<i>Quarry</i>)	Jumlah Lubang	H (m)	P C (m)	<i>Dabex73</i>		Booster (Kg)
				AN (Kg)	Emulsion (Kg)	
B7	50	9,8	7,3	1352,25	3155,25	10
B8	57	9,7	7,1	1493,34	3484,47	11

Untuk target produksi PT. Semen Tonasa perhari menetapkan sebesar 35.000 ton/hari sesuai dengan data yang diterbitkan oleh kepala seksi penambangan batugamping. Berdasarkan data aktual di lapangan pada area *front* B7 dan B8 maka didapatkan hasil produksi yaitu tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Produksi B7 dan B8

Lokasi (<i>Quarry</i>)	Produksi / Lubang (Ton)	Jumlah Lubang /hari (n)	Produksi Peledakan (Ton/hari)
B7	664,033	52	34529,716
B8	613,548	57	34972,236
Jumlah			69501,952
Rata – Rata			34750,976

Dari tabel diatas dapat dilihat perbandingan hasil produksi antara *quarry* B7 dengan selisih 470,284 dari target perhari sedangkan B8 selisih 27,764, maka dengan demikian lokasi peledakan yang mendekati target produksi harian adalah B8.

Perbandingan Pengukuran Fragmentasi *Split-Dekstop* Dengan Estimasi Model *Kuz-Ram*

Berdasarkan hasil dari rekapitulasi data perhitungan fragmentasi baik secara aktual di lapangan menggunakan software *Split-dekstop* dan juga perhitungan prediksi model *Kuz-ram* pada daerah penelitian *front* B7 dan B8 PT. Semen Tonasa dengan standar ukuran fragmentasi yang telah ditetapkan yakni ≥ 80 cm maksimum sebanyak 15 % atau ≤ 15 % maka dapat dilihat dari tabel berikut ini :

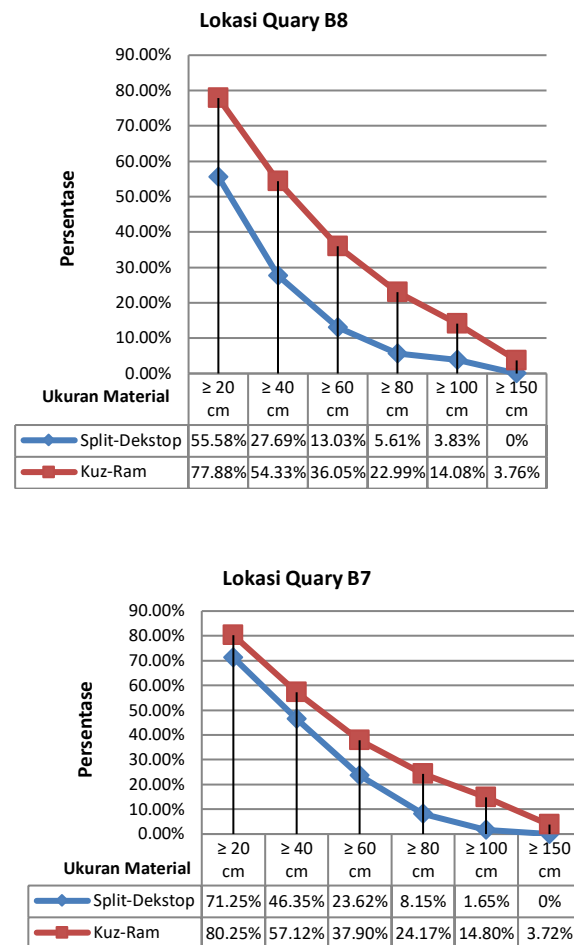
Tabel 5. Perbandingan *Kuz-ram* dan *Split-Dekstop* front B7

Lokasi (Quarry) B7					
Split-Dekstop			Kuz-Ram		
Size ayakan	Tertahan	Lolos	Size (cm)	Tertahan	Lolos
20 cm	71,25 %	28,75 %	20	80,25 %	19,76 %
40 cm	46,35 %	53,65 %	40	57,12 %	42,88 %
60 cm	23,62 %	76,38 %	60	37,90 %	62,1 %
80 cm	8,15 %	91,85 %	80	24,17 %	75,83 %
100 cm	1,65 %	98,35 %	100	14,80 %	85,2 %
150 cm	0 %	100 %	150	3,72 %	96,28 %

Tabel 6. Perbandingan *Kuz-ram* dan *Split-Dekstop* front B8

Lokasi (Quarry) B8					
Split-Dekstop			Kuz-Ram		
Size ayakan	Tertahan	Lolos	Size (cm)	Tertahan	Lolos
20 cm	55,58 %	44,42 %	20	77,88 %	22,12 %
40 cm	27,69 %	72,31 %	40	54,33 %	45,67 %
60 cm	13,03 %	86,97 %	60	36,05 %	63,95 %
80 cm	5,61 %	94,39 %	80	22,99 %	77,01 %
100 cm	1,92 %	98,08 %	100	14,08 %	85,92 %
150 cm	0 %	100 %	150	3,76 %	96,24 %

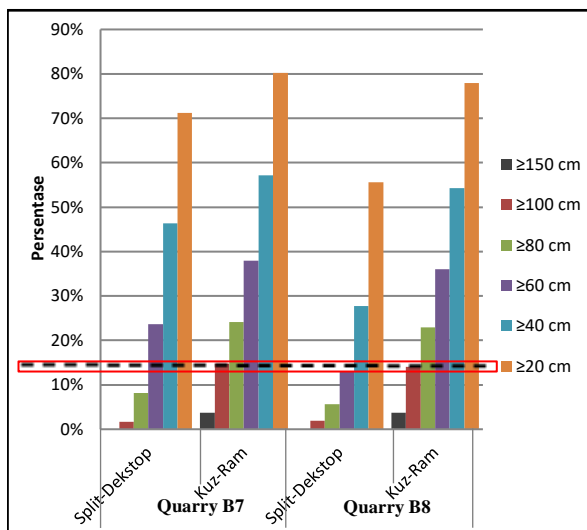
Perbedaan distribusi fragmentasi antara *split-dekstop* dan *kuz-ram* pada pengukuran lokasi front B7 dan B8 terlihat jelas perbedaan selisih antara keduanya berdasarkan persentase dari jumlah kelolosan dan jumlah yang tertahan pada tiap ukuran saringan 20 cm, 40 cm, 60 cm, 80 cm, 100 cm, dan 150 cm. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik dibawah in :



Gambar 2. Grafik Perbandingan *Split Dekstop* Dan *Kuz-Ram* B8

Dari gambar grafik (1 dan 2) hasil dari perbandingan ukuran *Split-Dekstop* dan prediksi ukuran model *Kuz-ram* berdasarkan Tingkat Ketidakkelolosan Untuk Ukuran Fragmentasi dapat terlihat jelas perbedaan antara keduanya. Pada lokasi *quarry* B7 dengan nilai *burden* 5,04 m, *spasi* 6,03 m, *stemming* 2,5 m, *subdrilling* 1,1 m, Kedalaman lubang ledak 9,8 m, Tinggi jenjang 9,5m, dan *Powder coloum* 7,3 m (Gambar 4.2) didapatkan hasil fragmentasi berdasarkan *split-dekstop* ≥ 80 cm sebesar 8,15% hal ini tentu telah memenuhi target perusahaan yaitu kurang dari 15% berdasarkan kemampuan mulut *crussher*. Sedangkan berdasarkan estimasi *fragmentasi* hasil peledakan dengan model *Kuz-ram* sebaliknya menghasilkan ukuran fragmentasi ≥ 80 cm sebesar 24,17% hasil tersebut masih cukup jauh dari target perusahaan yaitu kurang dari 15%.

Pada lokasi *quarry* B8 tidak berbeda jauh dengan distribusi ukuran fragmentasi yang ada pada B7 dimana dengan nilai *burden* 5,2 m, *spasi* 5,7 m, *stemming* 2,5 m, *subdrilling* 1,2 m, Kedalaman lubang ledak 9,7 m, Tinggi jenjang 9 m, dan *Powder coloum* 7,18 m yang menghasilkan prediksi ukuran fragmentasi hasil peledakan dengan yaitu ukuran *split-dekstop* ≥ 80 cm sebesar 5,61% sedang untuk *kuz-ram* 22,99%. Maka dengan hasil tersebut dapat dilihat bahwa model *kuz-ram* menghasilkan ukuran fragmentasi yang tertahan lebih besar daripada *split-dekstop* dengan tingkat ukuran yang ditetapkan. Maka dari itu direkomendasikan untuk menggunakan metode *split-dekstop* yang sesuai dengan target yaitu lebih kecil dari 15% untuk material ukuran ≥ 80 cm yang merupakan sebagai syarat untuk umpan pada *crusher*, sehingga dapat mengurangi biaya untuk penghancuran material yang berukuran besar menggunakan *breaker* dan produktivitas dari alat gali-muat dapat meningkat. Berikut dapat dilihat grafik keseluruhan perbedaan *split-dekstop* dan *kuz-ram* untuk kedua lokasi *front* B7 dan B8 sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik Perbandingan *Split Dekstop* Dan *Kuz-Ram* B7 dan B8

Grafik diatas terlihat garis putus-putus yang menunjukkan bahwa untuk kedua lokasi *quarry* B7 dan B8 tingkat fragmentasi nya sudah efektif memasuki zona aman dari ketetapan persentase jumlah ukuran lebih besar dari 80 cm berdasarkan kemampuan umpan *crusher* berdasarkan perhitungan secara aktual di lapangan menggunakan software *split-dekstop*. Adapun faktor-faktor yang dapat menyebabkan perbedaan antara perhitungan fragmentasi secara aktual di lapangan (*split-dekstop*) dengan estimasi model *kuz-ram* antara lain:

Pada penentuan bobot nilai lima parameter dari indeks kemampu ledakan berdasarkan Lilly (1986) , faktor kehadiran air dalam lubang ledak

tidak diperhitungkan, padahal hal tersebut dapat mempengaruhi tingkat daya ledak yang dihasilkan;

Estimasi model *Kuz-Ram* juga pada jumlah isian bahan peledak setiap lubang dianggap sama untuk semua lubang ledak, sedangkan penerapan di lapangan isian bahan peledak seriap lubang berbeda-beda;

Dalam estimasi model *Kuz-Ram* tidak memperhitungkan pengaruh dari waktu tunda peledakan, sedangkan aplikasi di lapangan menerapkan peledakan dengan sistem *delay* antar baris satu dengan baris yang lainnya. Padahal penggunaan waktu tunda dapat pula memperbaiki tingkat distribusi fragmentasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengamatan, pengolahan dan analisis data pada kegiatan peledakan di *quarry* PT. Semen Tonasa, pada pengambilan data untuk dua lokasi *front* B7 dan B8 maka dapat ditarik beberapa kesimpulan.

Geometri yang diterapkan pada kegiatan peledakan batugamping di *quarry* PT. Semen Tonasa pada *front* B7 dengan nilai *burden* 5,04 m dan *spasi* 6,03 m serta B8 dengan nilai *burden* 5,2 m dan *spasi* 5,7 m sudah cukup baik untuk mendapatkan ukuran fragmentasi ≥ 80 cm dibawah 15% , walaupun memang tetap ada pula *boulder* ukuran ≥ 100 cm 1,65 % (B7) dan 1,92% (B8) yang dihasilkan , tetapi tidak melewati zona nyaman dari kebutuhan dan spesifikasi ukuran *crusher*.

Perbandingan distribusi ukuran fragmentasi secara aktual menggunakan *Digital Image Analysis (Split-Dekstop)* pada dua lokasi menghasilkan ukuran fragmentasi yang berukuran ≥ 80 cm yaitu 8,15% untuk B7 dan 5,61% untuk B8. Sedangkan berdasarkan perhitungan distribusi ukuran fragmentasi dengan model *Kuz-Ram* menghasilkan fragmentasi berukuran ≥ 80 cm yaitu 24,17 % untuk B7 dan 22,99% untuk B8 dengan demikian perbedaan diantara keduanya cukup jelas.

Faktor – faktor yang mempengaruhi dari ukuran fragmentasi hasil peledakan pada *front* B7 dan B8 yakni terdapatnya struktur batuan (kekar) yang berbeda pada masing masing *front* penambangan, kedalam lubang tembak yang berkurang dari rancangan awal peledakan yang bukan hanya berefek pada ukuran fragmentasi bahkan dapat menimbulkan (*toe*) tonjolan pada lantai jenjang akibat tidak adanya *subdrilling*, serta geometri peledakan yang cukup jelas mempengaruhi tingkat dari ukuran fragmentasi hasil peledakan.

DAFTAR PUSTAKA

Ash, R.L, 1967., *Design of Blasting Round, Surface Mining*, B.A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Explotion, Inc. Page. 565-584

-
- Cunningham, C.V.B. 1983. *The Kuz-Ram model for prediction of fragmentation from blasting*, First International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting, Lulea, Sweden.
- Ediyanto. 2013., *Diklat Pengantar Peledakan*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Franklin, J.A dan Katsabanis, T. 1996. *Measurement of Blast Fragmentation*, A.A Balkema, Rotterdam.
- Ghadafi M.a., Komar S., dan Sudarmono D, 2012., *Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis blastability dan digging rate alat gali muat di pit MT-4 tambang air laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, Tanjung Enim Sumatera Selatan*, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Higgins, M., Bobo, T., Girdner, K., Kemeny, J. And Seppala, V., 1999. *Intergrated software tools and methodology for optimization of blast fragmentation*. Gen. Proc Of The 25 th Ann Conf on Expl And Blasting Tech., Nashville.
- Hustrulid, W., 1999., *Blasting Principles For Open Pit Mining*. General Design Concepts, Rotterdam.
- Jimeno, C.L. 1995. *Drilling and Blasting Of Rocks*. A.A Bakema, Rotterdam.
- Koesnaryo S., 1988. *Bahan Peledak dan Metode Peledakan*, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Lilly P.A., 1986. *An Empirical method of assessing rock mass blastability*. In: *Proceedings of the large open pit planning conference*, Parkville, Victoria, Australia
- Nobel, D., 2011. *Efficient Blasting Techniques*. Blast Dynamics.
- Suwandi, A., 2004. *Kegiatan Peledakan di tambang terbuka*. Jakarta.
- Singgih, S., 2006. *Teknik Peledakan*. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta.
- Venkantesh, M. 2010., *Limestone Rock Fragmentation Analysis using WipFrag*. Departemen of Mining Engineering National Institute Of Technology Rourkela.
- Zubair, Siddiqui, F.I, Ali Shah, S.M, Behan, M.Y. 2013. *Measurements of size distribution of blasting rock using digital image processing*, Departement of mining engineering, Meran University of engineering and technology, Jamshoro.