



## Fragmentasi Peledakan Batuan Dengan Metode Image Analysis Dan Perhitungan Teoritis Pada Pit Tempudo 6 PT. Indexim Coalindo Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur

Rafael Bonardy Gultom<sup>1\*</sup>, Tommy Trides<sup>2</sup>, Albertus Juvensius Pontus<sup>3</sup>, Revia Oktaviani<sup>4</sup>, Harjuni<sup>5</sup>

<sup>1 2 3 4</sup> Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Korespondensi : [gultomrafael8@gmail.com](mailto:gultomrafael8@gmail.com)

### ABSTRAK

Penelitian dilakukan di PT.Indexim Coalindo adalah perusahaan tambang batubara yang beroperasi di Kalimantan Timur. Metode penambangan yang digunakan adalah open pit dengan kegiatan pemberaian utama tanah penutup adalah peledakan. Fragmentasi menjadi faktor penting dalam peledakan dimana untuk perusahaan ini ukuran fragmentasi tidak melebihi 86 cm atau  $\leq 20\%$  berdasarkan pada ukuran lebar bucket alat gali muat yaitu Komatsu PC 2600 Metode yang digunakan dalam menganalisis fragmentasi hasil peledakan yaitu *Image Analysis* secara aktual di lapangan, dan secara teoritis menggunakan metode *Kuz-Ram*. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui dan membandingkan persentase distribusi ukuran fragmentasi hasil peledakan. Hasil dari analisis fragmentasi peledakan PT. Indexim Coalindo di lapangan, dilakukan pada bulan juli 2023 dan bulan agustus 2023. dalam hal ini menunjukkan bahwa metode *image analysis* hasil yang dicapai ukuran fragmentasi lebih kecil dibandingkan dari metode *kuzram* dan sesuai target yang ingin dihasilkan oleh standar perusahaan tercapai.

**Kata kunci:** kuzram, fragmentasi, tanah penutup.

### ABSTRACT

*The research was conducted at PT. Indexim Coalindo is a coal mining company operating in East Kalimantan. The mining method used is an open pit with the main activity of spreading the overburden being blasting. Fragmentation is an important factor in blasting for this company the fragmentation size does not exceed 86 cm or  $\leq 20\%$  based on the bucket width of the loading digging tool, namely the Komatsu PC 2600. The method used to analyze the fragmentation resulting from blasting is actual Image Analysis, and theoretically uses the Kuz-Ram method. This is intended to determine and compare the percentage distribution of fragmentation sizes resulting from blasting. Results from fragmentation analysis of PT. Indexim Coalindo in the field carried out in July 2023 and August 2023. In this case, it shows that the image analysis method results in a smaller fragmentation size than the Kuzram method and is in line with the target that the company standards want to produce.*

**Keyword** Kuzram, fragmentation, wipfrag, overburden.

### PENDAHULUAN

Kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pemberaian batuan dari batuan induk menggunakan bahan peledak. Menurut kamus pertambangan umum, bahan peledak adalah senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan cepat apabila diberikan suatu perlakuan, menghasilkan sejumlah gas bersuhu dan bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat singkat. suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila target produksi terpenuhi, penggunaan bahan peledak efisien dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak disebut *powder factor*, diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar perpeledakan, diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan, Aman, dampak terhadap lingkungan minimal. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian terkait, penggunaan bahan peledak yang digunakan untuk mendapatkan fragmentasi yang optimal berdasarkan distribusi ukuran fragmentasi peledakan yaitu metode *image analysis* menggunakan handphone untuk mendokumentasi dan mengolah data dan dapat menggunakan metode *kuzram* dengan melakukan perhitungan manual.

Model *kuzram* merupakan gabungan dari persamaan kuznetsov dan persamaan rossin – rammler. persamaan kuznetsov memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan rossin– rammler

menentukan persentase material yang tertampung pada ayakan dengan ukuran tertentu. persamaan kuznetsov yaitu :

$$\bar{x} = A \times \left(\frac{V_o}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{0,167}$$

Keterangan :

$\bar{x}$  = Ukuran rata-rata fragmen batuan (cm)

A = Faktor Batuan

$V_o$  = Volume batuan yang terbongkar ( $m^3$ )

Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

Persamaan di atas untuk tipe bahan peledak TNT. Untuk itu Cunningham memodifikasi persamaan tersebut untuk memenuhi penggunaan ANFO sebagai bahan peledak. Sehingga persamaan tersebut menjadi

$$x = A \times \left(\frac{v_o}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{0,167} \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63}$$

Keterangan :

x = Ukuran rata-rata fragmen batuan (cm)

A = Faktor Batuan

$v_o$  = Volume batuan yang terbongkar ( $m^3$ )

Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

E = RWS bahan peledak : ANFO = 100, TNT = 115

Dari persamaan kuznetsov juga dapat diturunkan rumus untuk mengetahui volume batuan yang terbongkar, sehingga dapat dicari geometri peledakan yang sesuai dengan target ukuran fragmen yang diinginkan :

$$v_o = Q \times \left(\frac{x \text{ target}}{A \times Q^{0,167}}\right)^{\frac{1}{0,8}}$$

Keterangan :

$v_o$  = Volume batuan yang terbongkar ( $m^3$ )

Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

x target = Ukuran rata-rata fragmentasi batuan yang diinginkan (cm)

A = Faktor Batuan

Untuk menentukan distribusi fragmen batuan hasil peledakan digunakan persamaan *Rossin – Rammler*, yaitu

$$R = e - \left(\frac{X}{X_c}\right)^n$$

Keterangan :

R = Persentase massa batuan yang lolos dengan ukuran X (%)

$X_c$  = Karakteristik ukuran (cm)

X = Ukuran ayakan (cm)

n = Indeks keseragaman

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada PT Indexim Coalindo Pit Tempudo 6 . Kegiatan pengamatan dan pengambilan data di lapangan dilakukan pada bulan Juli – Agustus 2023. Berdasarkan hasil pengamatan kegiatan peledakan di lokasi penelitian PIT Tempudo 6, pada bulan juli 2023 maka geometri peledakan aktual yang terdiri dari *Burden* (B), *Spaci* (S), *Primary Charge* (PC), *Stemming* (T), Kedalaman lubang ledak (H), Total Lubang (N) sebagai berikut.

**Tabel 1.** Geometri peledakan bulan juli 2023

Tanggal	Rata-rata burden, B (m)	Rata – Rata Spacing, S (m)	Rata- Rata Powder Coloumn, PC (m)	Rata-Rata Stemming, T (m)	Rata-Rata Kedalaman, H (m)
24 Juli 2023	9	10	2.3	3.3	5.74



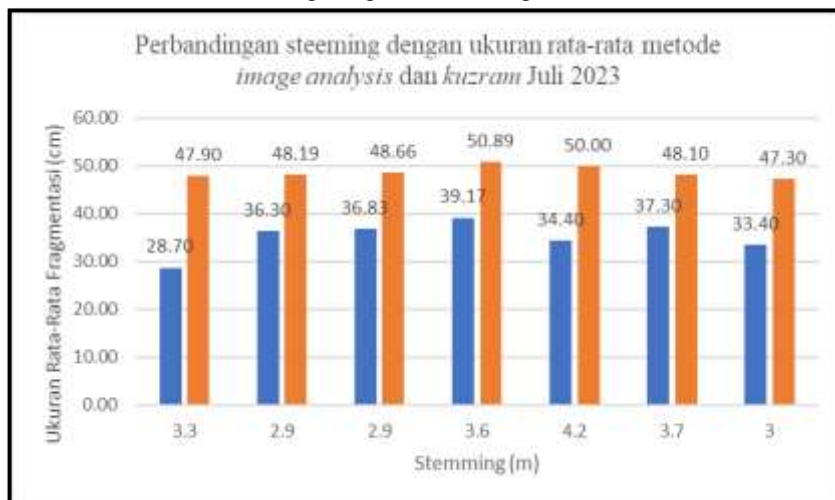
25 Juli 2023	9	10	2	2.9	4.9
26 Juli 2023	9	10	2	2.8	4.8
27 Juli 2023	9	10	2.3	3.6	5.9
29 Juli 2023	9	10	1.5	2.4	3.9
30 Juli 2023	9	10	2.9	3.7	6.6
31 Juli 2023	9	10	2.2	3	5.2

Geometri peledakan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap dalam perencanaan peledakan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang di inginkan Berdasarkan pengamatan lapangan menunjukkan nilai rata-rata geometri peledakan aktual pada bulan juli 2023 nilai rata-rata berupa stemming dan powder coloumn berbeda-beda yang disebabkan adanya kedalaman lubang ledak yang berbeda Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan stemming mempengaruhi terhadap ukuran fragmentasi yaitu semakin panjang stemming maka fragmentasi yang di hasilkan yaitu semakin kecil, sebaliknya jika stemming pendek maka fragmentasi yang hasilkan yaitu semakin besar, berdasarkan hasil pengamatan kedalaman mempengaruhi fragmentasi yaitu semakin dangkal maka fragmentasi yang dihasilkan semakin besar sebaliknya jika semakin dalam maka fragmentasi yang di hasilkan semakin kecil. Dan *powder factor* mempengaruhi yaitu semakin besar *powder factor* maka fragmentasi yang dihasilkan semakin kecil sebaliknya jika semakin kecil *powder factor* maka fragmentasi yang dihasilkan akan lebih besar dengan menggunakan bahan peledak yaitu *emulsion*.

Tabel 2. Ukuran fragmentasi bulan juli 2023

No	Tanggal	Image Analysis	Kuzram	Powder Factor (PF) (kg/m <sup>3</sup> )
		Ukuran Rata-Rata Fragmentasi (X)	Ukuran Rata-Rata Fragmentasi (x)	
1	24 juli 2023	28.70	47.90	0.16
2	25 Juli 2023	36.30	48.19	0.16
3	26 juli 2023	36.83	48.66	0.15
4	27 Juli 2023	39.17	50.89	0.15
5	29 Juli 2023	34.40	50.00	0.16
6	30 Juli 2023	37.30	48.10	0.17
7	31 Juli 2023	33.40	47.30	0.16

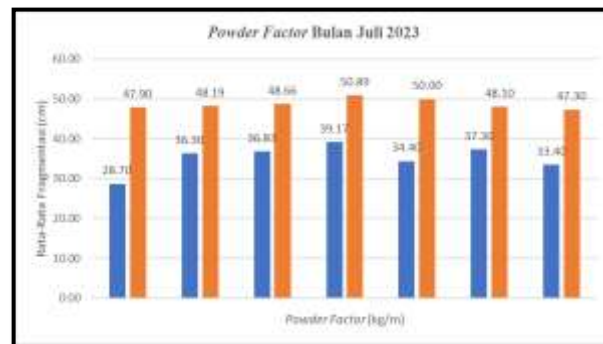
Gambar 1. Stemming dengan ukuran fragmentasi bulan Juli 2023



Gambar 2. Kedalaman Lubang Ledak dengan ukuran fragmentasi bulan Juli 2023



Gambar 3. Powder factor dengan ukuran fragmentasi bulan Juli 2023



Tabel 3. Geometri peledakan bulan Agustus 2023

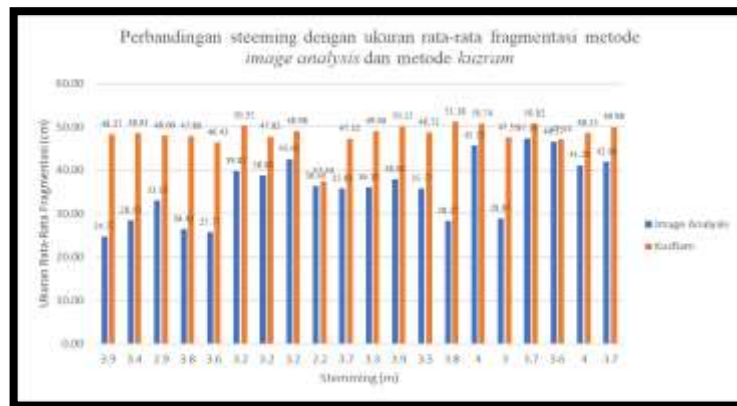
Tanggal	Rata-Rata Burden B (m)	Rata-Rata Spacing S (m)	Rata-Rata Powder Coloumn PC (m)	Rata-Rata Stemming S (m)	Rata-Rata Kedalaman H (m)
2 Agustus 2023	9	10	3.4	3.9	7.2
3 Agustus 2023	9	10	2.7	3.4	6
4 Agustus 2023	9	10	2.1	2.9	4.9
5 Agustus 2023	9	10	3.3	3.8	7.1
6 Agustus 2023	9	10	3.4	3.6	7
7 Agustus 2023	9	10	2.2	3.2	5.3
8 Agustus 2023	9	10	2.6	3.2	5.7
9 Agustus 2023	9	10	2.4	3.2	5.5
11 Agustus 2023	9	10	1.4	2.2	3.6
12 Agustus 2023	9	10	3.3	3.7	7
13 Agustus 2023	9	10	2.4	3.3	5.7
14 Agustus 2023	9	10	2.9	3.9	6.8
16 Agustus 2023	9	10	2.7	3.5	6.2
20 Agustus 2023	9	10	2.7	3.8	6.4
21 Agustus 2023	9	10	2.9	4	6.9
22 Agustus 2023	9	10	2.3	3	5.3
23 Agustus 2023	9	10	2.7	3.7	6.4
24 Agustus 2023	9	10	3.2	3.6	6.8
26 Agustus 2023	9	10	3.4	4	7.4
28 Agustus 2023	9	10	2.7	3.7	6.4



**Tabel 4.** Ukuran fragmentasi bulan agustus 2023

No	Tanggal	Image Analysis	KUZRAM	Powder Factor
		Ukuran Rata-Rata Fragmentasi	Ukuran Rata-Rata Fragmentasi	(kg/m <sup>3</sup> )
1	2 Agustus 2023	24.77	48.37	0.18
2	3 Agustus 2023	28.50	48.61	0.17
3	4 Agustus 2023	33.10	48.06	0.16
4	5 Agustus 2023	26.43	47.86	0.18
5	6 Agustus 2023	25.77	46.43	0.19
6	7 Agustus 2023	39.87	50.35	0.15
7	8 Agustus 2023	38.80	47.82	0.17
8	9 Agustus 2023	42.63	48.98	0.16
9	11 Agustus 2023	36.40	37.50	0.15
10	12 Agustus 2023	35.83	47.32	0.18
11	13 Agustus 2023	36.10	49.06	0.16
12	14 Agustus 2023	38.00	50.15	0.16
13	16 Agustus 2023	35.77	48.72	0.17
14	20 Agustus 2023	28.27	51.18	0.16
15	21 Agustus 2023	45.73	50.74	0.16
16	22 Agustus 2023	28.87	47.55	0.17
17	23 Agustus 2023	47.33	50.82	0.16
18	24 Agustus 2023	46.57	47.14	0.18
19	26 Agustus 2023	41.20	48.55	0.18
20	28 Agustus 2023	42.00	49.98	0.16

Geometri peledakan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap dalam perencanaan peledakan yang bertujuan untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang di inginkan berdasarkan pengamatan lapangan menunjukkan nilai rata-rata geometri peledakan aktual pada bulan agustus 2023 nilai rata-rata berupa stemming dan powder coloumn berbeda-beda yang disebabkan adanya kedalaman lubang ledak yang berbeda Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan stemming mempengaruhi terhadap ukuran fragmentasi yaitu semakin panjang stemming maka fragmentasi yang di hasilkan yaitu semakin kecil, sebaliknya jika stemming pendek maka fragmentasi yang hasilkan yaitu semakin besar, berdasarkan hasil pengamatan kedalaman mempengaruhi fragmentasi yaitu semakin dangkal maka fragmentasi yang dihasilkan semakin besar sebaliknya jika semakin dalam maka fragmentasi yang di hasilkan semakin kecil. Dan powder factor mempengaruhi yaitu semakin besar powder factor maka fragmentasi yang dihasilkan semakin kecil sebaliknya jika semakin kecil powder factor maka fragmentasi yang dihasilkan akan lebih besar dengan menggunakan bahan peledak yaitu *emulsion*.



**Gambar 4.** Stemming dengan ukuran fragmentasi bulan agustus 2023



**Gambar 5.** Kedalaman lubang ledak dengan ukuran fragmentasi bulan agustus 2023

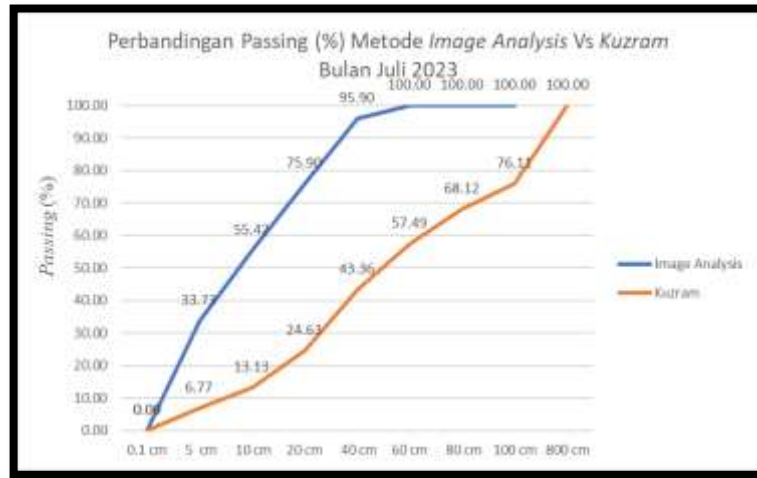


**Gambar 6.** Powder Factor dengan ukuran fragmentasi bulan agustus 2023

Pada fragmentasi metode photographic dengan bantuan software wipfrag bulan juli 2023 di dapatkan material yang lolos pada ukuran 86 cm sebesar 100 % dan material yang tertahan pada ukuran saringan 86 cm sebesar 0 % sedangkan pada metode kuzram material yang lolos pada ukuran saringan sebesar 68.12 % dan material yang tertahan pada ukuran saringan 86 cm sebesar 31.88 % dalam hal ini menunjukkan bahwa metode *image analysis* hasil yang dicapai ukuran fragmentasi lebih kecil dibandingkan dari metode kuzram dan sesuai target yang ingin dihasilkan oleh standar perusahaan tercapai yaitu persentase P80 material lolos sebesar 80 % dan material yang oversize (material yang tertahan) sebesar 20 %

**Tabel 5.** Perbandingan hasil % passing dan ukuran fragmentasi metode *kuzram* dan metode *image analysis* pada bulan Juli 2023

Size (cm)	<i>Image Analysis</i>		Size (cm)	<i>Kuzram</i>	
	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)		Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)
2.5 cm	86.63	13.37	2.5 cm	96.54	3.46
5 cm	66.27	33.73	5 cm	93.18	6.82
10 cm	44.58	55.42	10 cm	86.79	13.21
20 cm	24.10	75.90	20 cm	75.24	24.76
40 cm	4.57	95.90	40 cm	56.47	43.53
60 cm	0.00	100.00	60 cm	42.33	57.67
80 cm	0.00	100.00	80 cm	31.71	68.29
100 cm	0.00	100.00	100 cm	23.75	76.25
800 cm	0.00	100.00	800 cm	0	100



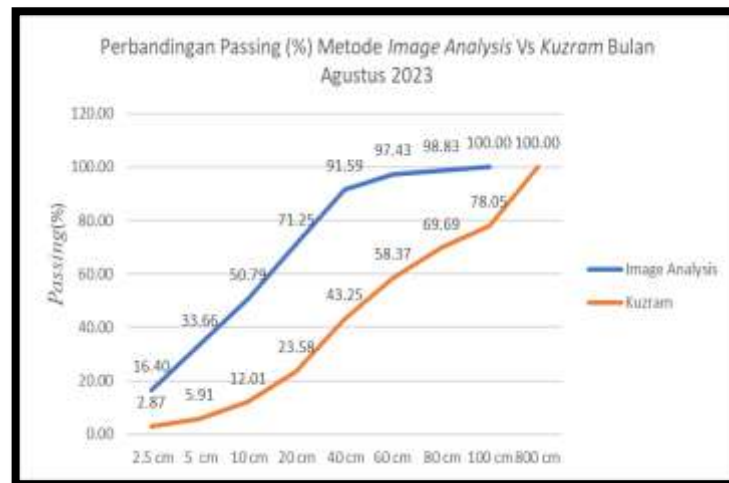
**Gambar 6.** Perbandingan ukuran fragmentasi metode *image analysis* dan metode *kuzram* bulan juli 2023

Pada fragmentasi metode *Image Analysis* bulan agustus 2023 di dapatkan material yang lolos pada ukuran 86 cm sebesar 98.83% dan material yang tertahan pada ukuran saringan 86 cm sebesar 1.17 % sedangkan pada metode *kuzram* material yang lolos pada ukuran 86 cm sebesar 69.69 % dan material yang tertahan pada ukuran 86 cm sebesar 30.31% dalam hal ini menunjukkan bahwa metode *Image Analysis* hasil yang dicapai ukuran fragmentasi lebih kecil dibandingkan dari metode *kuzram* dan sesuai target yang ingin dihasilkan oleh standar perusahaan tercapai yaitu persentase P80 material lolos sebesar 80 % dan material yang oversize (material yang tertahan) sebesar 20 % .

**Tabel 6.** Perbandingan Hasil % Passing dan ukuran fragmentasi metode *kuzram* dan metode *wipfrag* Pada Bulan agustus 2023

Size (cm)	<i>Image Analysis</i>		Size (cm)	<i>Kuzram</i>	
	Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)		Kumulatif Tertahan (%)	Kumulatif lolos (%)
2.5 cm	83.60	16.40	2.5 cm	97.13	2.87
5 cm	66.34	33.66	5 cm	94.09	5.91
10 cm	49.21	50.79	10 cm	87.99	12.01
20 cm	28.75	71.25	20 cm	76.42	23.58
40 cm	8.41	91.59	40 cm	56.75	43.25
60 cm	2.57	97.43	60 cm	41.63	58.37
80 cm	1.17	98.83	80 cm	30.31	69.69
100 cm	0.00	100.00	100 cm	21.94	78.05
800 cm	0.00	100.00	800 cm	0.00	100.00





Gambar 7. Perbandingan ukuran fragmentasi metode *image analysis* dan metode *kuzram* bulan agustus 2023

## KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan ukuran prediksi distribusi fragmentasi batuan yang di hasilkan antara metode *kuzram* dan metode *image analysis* pada periode bulan juli 2023 dan agustus 2023 dapat disimpulkan bahwa metode *Image analysis* hasil yang dicapai ukuran fragmentasi lebih kecil dibandingkan dari metode *kuzram* dan sesuai target yang ingin dihasilkan oleh standar perusahaan tercapai.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Bapak Ibu dosen yang telah membimbing penyusunan jurnal ini serta kepada PT Indexim Coalindo yang telah mewadahi penulis dan seluruh pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu,

## DAFTAR PUSTAKA

### Jurnal:

- [1] Luthfi A.,R, Supardi R.,Agus S.,D 2020 Analisis Overburden Peledakan Untuk Peningkatan Produktivitas Pada PT Putra Perkasa Abadi Kalimantan Timur Jurnal Inovasi Pertambangan Dan Lingkungan.
- [2] Monica,F., 2021. Evaluasi Pengaruh Penggunaan Jenis Material, dan Ukuran Kedalaman Stemming Dalam Kegiatan Peledakan Terhadap Hasil Fragmentasi, Cost, Dan Recovery Blasting Di PT. Koto Alam Sejahtera Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat Jurnal Bina Tambang, Vol.6, No.3
- [3] Sujiman., Hasyim, I., dan Putra, A., 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
- [4] Bhandari, S., 1997. *Engineering Rock Blasting Operations*. Prentince-Hall, Inc. New Jersey, USA, Hal. 34 – 43.
- [5] Koesnaryo, S., 1988. *Bahan peledak dan metode peledakan*. Yogyakarta: Teknologi Mineral UPN Veteran
- [6] Konya, C.J., 1991. *Surface Blast Design*, Intercontinental Development Corporation, Ohio, USA, ISBN: 0-9649560-0-4.