

# Kajian teknis peledakan overburden di PT Borneo Alam Semesta jobsite PT Pro Sarana Cipta

## *Technical study of overburden blasting at PT Borneo Alam Semesta jobsite PT Pro Sarana Cipta*

Bimo Restu Widiyanto<sup>1</sup>, Uyu Saismana<sup>2\*</sup>, Romla Noor Hakim<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

<sup>2</sup>Program Studi Rekayasa Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

e-mail: <sup>1</sup>Bimorestuwidiyanto@gmail.com, <sup>2</sup>uyu@ulm.ac.id, <sup>3</sup>romla@ulm.ac.id

### ABSTRAK

Kegiatan peledakan atau membraikan batuan serta pengangkutan hasil pembraian adalah bagian terpenting dari suatu kegiatan penambangan. Material yang bersifat berai cenderung akan lebih mudah digali daripada material yang masih bersifat kompak. Oleh sebab itu perlu mengetahui perbandingan geometri peledakan dan hasil fragmentasi dari metode peledakan C.J. Konya dan R.L. Ash serta merekomendasikan geometri peledakan yang akan digunakan oleh PT Borneo Alam Semesta agar memenuhi target pembongkaran material overburden. Metode yang dapat digunakan untuk pembongkaran material adalah C.J. Konya dan R.L. Ash dengan memperhitungkan geometri peledakan dan hasil fragmentasi sehingga dapat dibandingkan antara dua metode tersebut. Setelah melakukan perbandingan dua metode antara C.J. Konya dan R.L. Ash maka dapat disimpulkan bahwa metode peledakan C.J. Konya lebih sesuai untuk direkomendasikan karena menghasilkan fragmen yang lebih baik dengan ukuran rata-rata yaitu 33,05 cm dan persentase batuan lolos 71 %, dibandingkan ukuran rata-rata fragmen dengan metode R.L. Ash yaitu 48,35 cm dan persentase ukuran batuan lolos 47%.

**Kata Kunci:** C.J. Konya, fragmentasi, geometri, R.L. Ash

### ABSTRACT

*Blasting or rock breaking activities and transporting the results of the breaking are the most important parts of a mining activity. Material that is scattered tends to be easier to dig than material that is still compact. Therefore, it is necessary to know the comparison of blasting geometry and fragmentation results from the C.J. Konya and R.L. Ash blasting methods and to recommend the blasting geometry that will be used by PT Borneo Alam Semesta to meet the target of overburden material demolition. The methods that can be used for material demolition are C.J. Konya and R.L. Ash by considering the blasting geometry and fragmentation results so that they can be compared between the two methods. After comparing the two methods between C.J. Konya and R.L. Ash, it can be concluded that the C.J. Konya blasting method is more suitable to be recommended because it produces better fragments with an average size of 33.05 cm and a percentage of rock passing 71%, compared to the average size of fragments with the R.L. Ash method, which is 48.35 cm and a percentage of rock passing 47%.*

**Keywords:** C.J. Konya, fragmentasi, geometri, R.L. Ash

### PENDAHULUAN

PT Borneo Alam Semesta merupakan perusahaan kontraktor tambang batubara untuk PT Pro Sarana Cipta selaku perusahaan *owner* tambang. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PT. Pro Sarana Cipta adalah sistem tambang terbuka (*Surface Mining*). Lingkup pekerjaan perusahaan ini adalah melaksanakan penambangan, pengolahan, pengangkutan Batubara ke pelabuhan, perawatan jalan angkut, hingga pelaksanaan reklamasi. Salah satu kegiatan penambangan yang dilakukan PT. Borneo Alam Semesta adalah pengupasan atau pembongkaran material *overburden*.

[1] Kemajuan terkini dalam perencanaan peledakan operasi pertambangan menekankan penggabungan metodologi dan teknologi kontemporer untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi. Untuk memecahkan batuan, diperlukan teknik peledakan. Memahami inovasi terbaru dalam teknik ini sangat penting untuk perencanaan peledakan yang efektif.

Studi teknis perencanaan peledakan material *overburden* berperan untuk mengoptimalkan operasi penambangan permukaan. [2] [3] Penggunaan bahan peledak untuk pemindahan lapisan tanah penutup berpotensi

mengurangi biaya produksi hingga 35% dibandingkan dengan metode mekanis konvensional. [4] Perencanaan peledakan material penutup tanah dalam operasi penambangan dapat ditingkatkan secara signifikan dengan mengintegrasikan beberapa metodologi, khususnya yang diusulkan oleh C.J. Konya dan R.L. Ash. Metode mereka menekankan pentingnya mengoptimalkan pemanfaatan bahan peledak, geometri lubang ledak dan memahami karakteristik batuan untuk meningkatkan efisiensi peledakan.

[5] Untuk meledakan material *overburden*, terutama dalam operasi pertambangan, beberapa parameter harus dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi dan meminimalkan dampak pada lingkungan. Selain itu, [6] desain geometris pola peledakan juga sangat penting untuk mencapai ukuran fragmentasi yang diinginkan. [7] Faktor-faktor yang memengaruhi fragmentasi diantaranya karakteristik massa batuan, jenis dan kuantitas bahan peledak.

[8] Penelitian mengenai metode peledakan material *overburden* yang diusulkan oleh R.L. Ash dan C.J. Konya menunjukkan cara terbaik untuk mengoptimalkan metode peledakan dalam meningkatkan efisiensi. Beberapa

penelitian menunjukkan bahwa struktur muatan dan berbagai teknik efektif dalam mengontrol fragmentasi batuan. [9] Perbandingan metode peledakan R.L. Ash dan C.J. Konya menunjukkan pentingnya control fragmentasi. Kedua metode tersebut menekankan tentang berbagai komponen yang mempengaruhi hasil peledakan.

**METODOLOGI**

[10] Langkah-langkah utama dalam proses penelitian meliputi penentuan lokasi dan waktu penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data. Adapun tahapan dalam metodologi penelitian ini, yaitu:

1. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan. Sasaran utama studi pendahuluan ini adalah teknik umum daerah penelitian. Studi literatur dilakukan dengan mencari bahan-bahan teknik yang menunjang kegiatan penelitian.

2. Pengolahan Data

Pengolahan data hasil penelitian dilakukan dengan perhitungan berdasarkan teori yang ada dan data hasil penelitian.

3. Analisis Data

Dari rumusan-rumusan yang telah didapat kemudian dilakukan teknik untuk menemukan jawaban atas pertanyaan perihal rumusan dan hal-hal yang diperoleh dalam penelitian.

**HASIL DAN DISKUSI**

**Geometri Peledakan**

Kegiatan peledakan dilakukan di Pit 1 dan 2 di PT Pro sarana Cipta dengan kontraktor PT Borneo Alam Semesta (BAS) dengan jenis batuan *mudstone* yang memiliki densitas 2.4 ton/m<sup>3</sup>. Berikut nilai densitas batuan dapay dilihat pada tabel-1.

**Parameter Peledakan C.J. Konya**

Parameter geometri yang di tetapkan oleh PT. Borneo Alam Semesta berikut ini adalah menetapkan diameter lubang ledak (De) 7,875 inch, densitas batuan (Sgr)

2,4 ton/m<sup>3</sup>, tinggi jenjang (H) 10m, target pembongkaran material 300.000 BCM/bulan. Target pembongkaran material 10.000 BCM/hari. Berikut perencanaan geometri peledakan menggunakan metode peledakan C.J. Konya dapat dilihat pada tabel-2.

**Parameter Peledakan R.L. Ash**

Parameter geometri yang di tetapkan oleh PT Borneo Alam Semesta berikut ini adalah menetapkan diameter lubang ledak (De) 7,875 inch, densitas batuan (Sgr) 2,4 ton/m<sup>3</sup>, tinggi jenjang (H) 10m, target pembongkaran material 300.000 BCM/bulan. Target pembongkaran material 10.000 BCM/hari, target pembongkaran material 5.000 BCM/peledakan. Berikut perencanaan geometri peledakan menggunakan metode peledakan R. L. Ash dapat dilihat pada tabel-4. Berdasarkan perhitungan geometri peledakan menggunakan R.L. Ash maka didapatkan burden 7.44m, spasi minimum 7.44m dan maksimum 22.33m, stemming minimum 5.58m dan maksimum 7.44m, subdrilling minimum 1.49m dan maksimum 2.23m, kedalaman lubang ledak minimum 11.16m dan maksimum 29.77m, kolom isian minimum 5.58m dan maksimum 22.33m, *loading density* minimum 36.23kg/m<sup>3</sup>. Adapun *powder factor* yang didapatkan minimum 0.37kg/m<sup>3</sup> dan maksimum 0.49kg/m<sup>3</sup>, dan *stiffnes ratio* yang di dapatkan adalah 1.34. Berdasarkan perhitungan geometri menggunakan metode R.L. Ash didapatkan volume material yang terbongkar adalah 10.000bcm/ peledakan.

**Rekomendasi Bahan Peledak**

Bahan peledak yang digunakan untuk peledakan menggunakan metode nonel menggunakan emulsi berjenis Dabex produk dari Dahana. Sedangkan peledakan yang menggunakan metode detonator elektronik menggunakan emulsi berjenis T2070G produk dari DNX. Densitas kedua emulsi rancangan tersebut sama yaitu 1,15 gr/cc, namun yang membedakan adalah *Relative Weight Strength* (RWS). RWS emulsi jenis Dabex 73 = 77%, sedangkan RWS T2070G DNX sebesar 78,37%.

Tabel-1. Densitas batuan

Hole ID	Northing	Easting	Density (ton/ m <sup>3</sup> )
DHPSC-001	305.594	9.679.912	2,40
DHPSC-002	305.500	9.680.021	2,37
DHPSC-003	305.505	9.679.857	2,30
DHPSC-004	305.640	9.679.854	2,40
DHPSC-005	305.551	9.679.802	2,20
DHPSC-006	305.598	9.679.747	2,43
DHPSC-007	305.645	9.679.692	2,45
DHPSC-008	305.502	9.679.695	2,50
DHPSC-009	305.595	9.679.584	2,30
DHPSC-010	305.641	9.679.529	2,40
DHPSC-011	305.444	9.679.630	2,37
DHPSC-012	305.490	9.679.575	2,45
DHPSC-013	305.537	9.679.520	2,46
DHPSC-014	305.583	9.679.465	2,43
DHPSC-015	305.642	9.679.992	2,42
DHPSC-016	305.564	9.680.055	2,44
DHPSC-017	305.675	9.679.871	2,40
DHPSC-018	305.532	9.679.789	2,50
<b>Rata-rata</b>			2,4

**Tabel-2.** Parameter peledakan C.J. Konya

Parameter Perusahaan	Nilai	Satuan
Stv ( <i>Relative Bulk Strength</i> )	123	
Densitas Emulsi (Sge)	1,15	gr/cc
Densitas Batuan (Sgr)	2,4	ton/m <sup>3</sup>
Diameter Lubang ledak (De)	7,875	Inchi
Koreksi jumlah baris (Kr)	0,9	
Koreksi posisi lapisan batuan (Kd)	1,18	
Koreksi struktur geologi (Ks)	0,95	
Biaya peledakan	17	\$
Tinggi jenjang (H)	10	m
Luas Area	500	m <sup>2</sup>
Target Produksi OB bulanan	300.000	BCM

**Tabel-3.** Geometri peledakan C.J. Konya

Geometri	Nilai	Satuan
<i>Adjustment Burden 1</i>	5,92	m
<i>Adjustment Burden 2</i>	5,90	m
<i>Adjustment Burden 3</i>	5,90	m
<i>Burden Rata-Rata</i>	5,90	m
<i>Burden (B)</i>	5,80	m
<i>Spacing (S)</i>	6,33	m
<i>Stemming (T)</i>	4,06	m
<i>Subdrilling (J)</i>	1,74	m
<i>Depth (L)</i>	11,74	m
Kolom Isian (PC)	7,68	m
<i>Loading Density (LD)</i>	24,25	ton/m <sup>3</sup>
Jumlah Bahan Peledak €	186,23	Kg
Volume Terbongkar (V)	10.000	BCM/ Peledakan
<i>Powder Factor (PF)</i>	0,02	Kg/m <sup>3</sup>
<i>Stiffness Ratio</i>	1,72	
Jumlah Lubang ledak total (Ntot)	817,77	
Jumlah Lubang ledak (N)	27,26	
Target Waktu	30	Hari

**Tabel-4.** Parameter Peledakan R.L. Ash

Parameter Perusahaan	Nilai	Satuan
Kb std	30	
Sge	1,15	gr/cc
Sge std	1,2	gr/cc
Ve	16.000	fps
Ve std	12.000	fps
Sgr	143,58	lb/ft <sup>3</sup>
Sgr std	160	lb/ft <sup>3</sup>
De	7,875	inchi
Luas Area	500	m <sup>2</sup>
Target Produksi OB bulanan	300.000	BCM
Tinggi Jenjang	10	m

Simulasi peledakan menggunakan parameter geometri C.J. Konya dengan tinggi jenjang (H) yang diinginkan oleh perusahaan adalah 10 meter, densitas batuan (Sgr) 2.4ton/m<sup>3</sup> dan diameter lubang ledak (De) 7.785inch maka didapatkan *burden* (B) 5.8m, spasi (S) 6.33m, *stemming* (T) 4.06m, *subdrilling* (J) 1.74m,

kedalaman lubang ledak (L) 11.74m, kolom isian (PC) 7.68m, *loading density* (24.25kg/m<sup>3</sup>) Jumlah bahan peledak (E) 186.23kg dan volume material yang terbongkar (V) adalah 10.000bcm/peledakan dalam satu harinya yang akan dilaksanakan pada pukul 15:00 WITA dengan jumlah lubang ledak 27 dan luas area 500 m<sup>2</sup>.

Dari simulasi perhitungan geometri peledakan menggunakan R.L Ash didapatkan *burden* 7.44m , spasi minimum 7.44m dan maksimum 22.33m, *stemming* minimum 5.58m dan maksimum 7.44m, *subdrilling* minimum 1.49m dan maksimum 2.23m, kedalaman lubang ledak minimum 11.16m dan maksimum 29.77m, kolom isian minimum 5.58m dan maksimum 22.33m, *loading density* minimum 36.23kg/m<sup>3</sup>.

### Analisis Hasil Fragmentasi dengan metode Kuz-Ram

Berdasarkan geometri peledakan dapat dihitung besarnya ukuran fragmen batuan rata-rata secara teoritis. Menggunakan perhitungan Kuz-Ram dapat dihitung banyaknya fragmen batuan hasil peledakan di lapangan yang dikatakan sebagai *boulder* berdasarkan ketetapan yang digunakan oleh perusahaannya itu sebesar ≥ 80cm.

Dengan menggunakan geometri peledakan metode C.J. Konya didapatkan volume terbongkar (V) 367m<sup>3</sup>, berat bahan peledak (Q) 186.22kg, ukuran ayakan (x) 25.19cm, indeks keseragaman (n) 1.35, karakteristik ukuran material (Xc) 33.05cm, Bagian material yang tertahan pada ayakan (R) 29%, persentase batuan lolos (Z) 71%.

Dengan menggunakan geometri peledakan metode R.L. Ash didapatkan volume terbongkar (V) 535.5m<sup>3</sup>, berat bahan peledak (Q) 202.22kg, ukuran ayakan (x) 32.6cm, indeks keseragaman (n) 0.93, karakteristik ukuran material (Xc) 48.35cm, bagian material yang tertahan pada ayakan (R) 53%, persentase batuan lolos (Z) 47%.

Adapun *powder factor* yang di dapatkan minimum 0.02kg/m<sup>3</sup> dan maksimum 0.08kg/m<sup>3</sup>, dan *stiffnes ratio* yang di dapatkan adalah 1.34. Berdasarkan perhitungan geometri menggunakan metode R.L. Ash didapatkan volume material yang terbongkar adalah 10.000bcm/ peledakan.

### Analisis Hasil Geometri Peledakan

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan dua metode antara C.J. konya dan R.L. Ash, dengan analisis fragmen yang di tetapkan oleh perusahaan ≥ 80cm dan persentase batuan yang lolos (Z) 71% (metode C.J. Konya) dan 47% (metode R.L. Ash), dapat disimpulkan bahwa simulasi geometri peledakan C.J. Konya menghasilkan fragmen yang lebih baik dan sesuai dengan yang diinginkan oleh perusahaan.

*Burden* (B) 5.8m, spasi (S) 6.33m, *stemming* (T) 4.06m, *subdrilling* (J) 1.74m, kedalaman lubang ledak (L) 11.74m, kolom isian (PC) 7.68m, *loading density* (24.25lb/ft), jumlah bahan peledak ( E) 186.23kg dan volume material yang terbongkar (V) adalah 10.000bcm/peledakan dalam satu harinya yang akan dilaksanakan pada pukul 15:00 WITA dengan jumlah lubang ledak 28 dan luas area 500 m<sup>2</sup>.

Tabel-5. Geometri Peledakan R.L. Ash

Geometri	R.L. Ash		
<i>Adjusment Factor 1</i>	1.04		
<i>Adjusment Factor 2</i>	1.19		
Kb Terkoreksi	37.14		
<i>Burden (m)</i>	7.44		
Geometri	<i>Minimum</i>	<i>Moderate</i>	<i>Maximum</i>
<i>Spacing (m)</i>	7.44	11.16	22.33
<i>Stemming (m)</i>	5.58	6.51	7.44
<i>Subdrilling (m)</i>	1.49	1.86	2.23
<i>Depth (m)</i>	11.16	20.47	29.77
Kolom Isian (m)	5.58	13.95	22.33
<i>Loading Density (kg/m)</i>	36.23	36.23	36.23
Jumlah Bahan Peledak (kg)	202.22	505.54	808.87
Geometri	<i>Minimum</i>	<i>Moderate</i>	<i>Maximum</i>
Jumlah Bahan Peledak (kg)/peledakan	3651.16	6085.27	4868.21
Volume Terbongkar (bcm/ peledakan)	10000	10000	10000
<i>Powder Factor (kg/m<sup>3</sup>)</i>	0.37	0.61	0.49
Jumlah Lubang ledak total	541.67	361.11	180.56
Jumlah Lubang ledak (hari)	18.06	12.04	6.02
Target Waktu (hari)	30	30	30
<i>Stiffness Ratio</i>	1.34	1.34	1.34

**Analisis Penggunaan Bahan Peledak Dan Volume Terbongkar**

Simulasi geometri peledakan menggunakan metode C.J. Konya dengan jumlah lubang ledak 28 dan lubang ledak total 818, maka pemakaian bahan peledak perlubangnya adalah 186.23kg, per peledakan 5,028 kg, dan total bahan peledak yang digunakan adalah 152,336kg.

Sedangkan simulasi geometri peledakan menggunakan metode R.L. Ash dengan jumlah lubang ledak 18 dan lubang ledak total 541 lubang, maka pemakaian bahan peledak perlubangnya 202.22kg, per peledakan 3,640kg, dan total handak yang digunakan adalah 109,603kg dengan volume (V) terbongkar sama-sama 10,000bcm dan *powder factor* (PF) 0.50kg/m<sup>3</sup>. berbanding 0.37kg/m<sup>3</sup>.

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai fragmentasi hasil peledakan pada PT Borneo Alam Semesta, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Volume material *overburden* yang dibongkar dengan perhitungan dua metode peledakan adalah 300.000 BCM dengan target waktu pembongkaran 30 hari dan 10.000 BCM dalam satu kali peledakannya.
2. Perbandingan geometri berdasarkan dua metode peledakan adalah sebagai berikut: Metode C.J. Konya didapatkan hasil *burden* (B) 5.8m, spasi (S) 6.33m, *stemming* (T) 4.06m, *subdrilling* (J) 1.74m, kedalaman lubang ledak (L) 11.74m, kolom isian (PC) 7.68m, *loading density* (LD) 24.25kg/m<sup>3</sup>, jumlah bahan peledak (E) 186.23kg dan volume material yang terbongkar (V) adalah 10.000BCM/peledakan. Metode peledakan adalah 30 hari dengan 1 kali peledakan perhari; Metode R.L.Ash didapatkan hasil

*burden* (B) 7.44m , spasi (S) minimum 7.44m dan maksimum 22.33m, *stemming* (T) minimum 5.58m dan maksimum 7.44m, *subdrilling* (J) minimum 1.49m dan maksimum 2.23m, kedalaman lubang ledak minimum (L) 11.16m dan maksimum 29.77m, kolom isian (PC) minimum 5.58m dan maksimum 22.33m, *loading density* (LD) minimum 36.23kg/m, jumlah bahan peledak (E) 202.22kg, volume material yang terbongkar (V) adalah 10.000BCM/peledakan.

3. Hasil analisis perbandingan fragmentasi dengan metode Kuz-Ram, antara dua metode peledakan adalah sebagai berikut: Metode C.J. Konya didapatkan volume terbongkar (V) 367m<sup>3</sup>, berat bahan peledak (Q) 186.22kg, ukuran ayakan (x) 25.19cm, indeks keseragaman (n) 1.35, karakteristik ukuran material (Xc) 33.05cm, bagian material yang tertahan pada ayakan (R) 29%, persentase batuan lolos (Z) 71%; Metode R.L. Ash didapatkan volume terbongkar (V) 535.5m<sup>3</sup>, berat bahan peledak (Q) 202.22kg, ukuran ayakan (x) 32.6cm, indeks keseragaman (n) 0.93, karakteristik ukuran material (Xc) 48.35cm, bagian material yang tertahan pada ayakan (R) 53%, persentase batuan lolos (Z) 47%.
4. Berdasarkan perhitungan dua dari metode tersebut dapat disimpulkan bahwa metode peledakan C.J. Konya lebih sesuai untuk direkomendasikan karna menghasilkan fragmen yang lebih baik dan dengan ukuran yang relatif lebih kecil.

Saran yang diberikan sesuai apa yang diamati dilapangan, antara lain:

1. Saat persiapan lokasi usahakan lokasi dalam keadaan rata agar hasil peledakan lebih optimal dan tidak menimbulkan tonjolan atau permukaan bergelombang karena dapat menyebabkan ketidaktepatan titik bor dan arah pemoran. Jadi diperlukan pengoptimalisasi alat support (bulldozer).

2. Kegiatan peledakan disarankan dilakukan 2 kali dalam satu hari dilaksanakan pada pagi hari jam 10:00 WITA dan jam 15:00 WITA agar dapat memenuhi target bongkaran material *overburden* dengan waktu yang relatif lebih singkat pada PT Borneo Alam Semesta.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada kedua orangtua yang telah mendukung penuh dalam setiap teknik, maafkan anakmu ini yang sering keras kepala dan tidak menurut, tapi percayalah ayah dan ibu aku tanpa kalian hanyalah anak kecil yang tak pernah tau arah dan tujuan hidup. Dosen pembimbing Bapak Uyu Saismana S.T, M.T. dan Bapak Romla Noor Hakim S.T, M.T. yang telah banyak memberikan masukan dan ilmu-ilmu yang bermanfaat, serta teman-teman teknik pertambangan ULM yang telah membantu dan berjuang bersama.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Kuswanto, *et al.*, "Kajian Pengaruh Arah Peledakan terhadap Fragmentasi batuan Overburden Hasil Peledakan berdasarkan Model Kuz-Ram," *Jurnal Himasapta*, vol. 7, no. 3, pp. 117-122, 2022.
- [2] J. Petrunyak and C. Postpack, "Explosives Energy is Challenging Mechanical Energy for Overburden Removal," *International Society of Explosives Engineers*, 1983.
- [3] S. S. Kanchibotla, "Mine to mill value chain optimization: role of blasting," *Society for Mining, Metallurgy & Exploration*, pp. 51-64, 2014.
- [4] B. O. Taiwo, *et al.*, "Explosive utilization efficiency enhancement: An application of machine learning for powder factor prediction using critical rock characteristics," *Heliyon (Elsevier BV)*, vol. 10, pp. e33099-e33099, 2024.
- [5] S. Mulenga and R. Kaunda, "Blast Design for Improved Productivity using a Modified Available Energy Method mulenga," *Journal of Mining and Environment (JME)*, vol. 11, no. 3, pp. 643-659, 2020.
- [6] M. A. I. Samanlangi and A. , "Analisis Geometri Peledakan terhadap Ukuran Fragmentasi Overburden pada Tambang Batubara PT. Pamapersada Nusantara Jobsite Adaro Kalimantan Selatan," *Jurnal Geomine*, vol. 01, 2015.
- [7] A. Milus, *et al.*, "Kajian pengaruh faktor batuan terhadap fragmentasi batuan overburden hasil peledakan berdasarkan model Kuz-Ram," *Jurnal Himasapta*, vol. 06, pp. 79-84, 2021.
- [8] E. Harsiga and R. Pebrianto, "Analysis of difference in results of overburden production volume using Surpac 6.5. 1 software and truck count method at Pit 2 PT. Baturona Adimulya," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, p. 012087, 2023.
- [9] A. Saadoun, *et al.*, "Fragmentation analysis using digital image processing and empirical model (KuzRam): a comparative study," *JOURNAL OF MINING INSTITUTE*, vol. 257, pp. 822-832, 2022.
- [10] Eravianti, *Metodologi Penelitian*, Padang: Stikes Syedza Saintika, 2021.

