

Evaluasi Kegiatan Peledakan pada Penambangan Andesit di PT Silva Andia Utama, Desa Giriasih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat

Bayu Setia Nugraha *, Yunus Ashari, Zaenal

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*bayusetianugraha18128@gmail.com, yunus@unisba.ac.id, zaenal@unisba.ac.id

AbstractThe research was conducted at PT Silva Andia Utama, located in Giriasih Village, Batujajar District, West Bandung Regency, West Java Province. The objective of this study is to evaluate blasting activities at the site. A comparative research method was used, based on both primary and secondary data. Theoretical blasting geometries were calculated using methods from R. L. Ash, C. J. Konya, and Cunningham, then compared to actual field geometry. Actual rock fragmentation was analyzed using the Split Desktop application. Based on the analysis, R. L. Ash's theoretical blasting geometry resulted in a burden of 1.3 m, spacing of 1.9 m, depth of 6.4 m, powder factor of 0.9 kg/BCM, with average fragmentation size of 10.9 cm and 0% block distribution. C. J. Konya's method produced a burden of 1.8 m, spacing of 2.6 m, depth of 6.5 m, powder factor of 0.4 kg/BCM, average fragmentation size of 19.7 cm, and 0% block distribution. The actual field geometry showed a burden of 2.75 m, spacing of 2.9 m, depth of 5.7 m, powder factor of 0.2 kg/BCM, fragmentation size of 34 cm, and 0.5% block distribution. However, field observations showed over 15% large blocks due to borehole inclination and inconsistent geometry.

Keywords: *Blasting Geometry, Fragmentation, Boulder Fragmentation.*

Abstrak. Kegiatan penelitian dilakukan di PT Silva Andia Utama, Desa Giriasih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk mengevaluasi kegiatan peledakan di lokasi penelitian. Metode penelitian yang digunakan adalah metode komparatif yang mengacu dari data primer dan data sekunder. Penentuan geometri peledakan dilakukan dengan perhitungan teoritis R. L. Ash dan C. J. Konya dan Cunningham yang kemudian dibandingkan dengan geometri aktual di lapangan. Penentuan fragmentasi aktual dengan aplikasi split desktop. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, geometri peledakan teoritis R. L. Ash yang didapatkan yaitu burden 1,3 m, spasi 1,9 m, kedalaman 6,4 m, *powder factor* 0,9 kg/BCM dengan ukuran rata-rata fragmentasi 10,9 cm dan distribusi bongkah 0%. Geometri peledakan teoritis C. J. Konya yang didapatkan yaitu burden 1,8 m, spasi 2,6 m, kedalaman 6,5 m, *powder factor* 0,4 kg/BCM dengan ukuran rata-rata fragmentasi 19,7 cm dengan distribusi bongkah 0%. Geometri peledakan aktual yang didapatkan yaitu burden 2,75 m, spasi 2,9 m, kedalaman 5,7 m, *powder factor* 0,2 kg/BCM dengan ukuran rata-rata fragmentasi 34 cm dengan distribusi bongkah 0,5% dengan perhitungan teoritis, namun di lapangan terdapat banyak bongkah yang melebihi 15% yang disebabkan oleh kemiringan lubang bor serta geometri peledakan yang tidak konsisten.

Kata Kunci: *Geometri Peledakan, Fragmentasi, Fragmentasi Bongkah.*

A. Pendahuluan

PT. Silva Andia Utama adalah perusahaan tambang dengan komoditas batu andesit sebagai bahan baku konstruksi. Metode pemberaian yang digunakan adalah pemberaian kimiawi dengan peledakan untuk memberaikan batuan menjadi fragmen batuan yang lebih kecil. Apabila fragmentasi batuan terlalu besar maka tidak dapat dimasukkan ke dalam jaw crusher dan perlu dilakukan pengecilan ukuran dengan breaker. Fragmentasi batuan dipengaruhi oleh jenis bahan peledak, kondisi batuan, kondisi struktur geologi dan geometri peledakan, salah satu faktor yang dapat diubah adalah geometri

peledakan yang dapat dirancang sedemikian rupa untuk mendapatkan hasil fragmentasi batuan yang diperlukan sesuai dengan kondisi batuan dan jenis bahan peledak yang digunakan. Oleh karena itu perancangan geometri peledakan perlu disesuaikan agar ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan sesuai dengan yang telah direncanakan. Distribusi fragmentasi batuan yang lebih dari 100 cm diharapkan tidak lebih dari 85%, karena akan menambah waktu untuk memecahkan bongkah atau adanya bongkah yang terbawa dan tersangkut di mulut jaw crusher yang dapat menyebabkan terhambatnya kegiatan produksi, namun dilapangan distribusi fragmentasi hasil peledakan tidak mencapai 85%. Dengan kondisi tersebut, maka perlu dilakukannya penelitian mengenai kegiatan peledakan di lokasi penelitian serta distribusi fragmentasi hasil kegiatan peledakan.

Masalah yang terdapat di lokasi penelitian yaitu geometri peledakan aktual yang tidak sesuai dengan geometri peledakan rencana dan banyaknya distribusi bongkah yang lebih dari 15% dari hasil kegiatan peledakan. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui bagaimana geometri peledakan dan fragmentasi batuan hasil peledakan di tempat penelitian, bagaimana rekoendasi geometri peledakan dan bagaimana fragmentasi batuan teoritis di tempat penelitian serta mengetahui apa yang mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan di tempat penelitian.

Konsep mekanisme pecahnya batuan yang dipakai adalah konsep pemecahan dan reaksi mekanik dalam batuan yang homogen, sifat mekanis dalam batuan yang homogen akan berbeda dari batuan yang memiliki rekahan-rekahan dan heterogen seperti pada kegiatan peledakan. (Woro Sundari, 2019). Terdapat berbagai macam bahan peledak, namun yang umum digunakan umumnya berbentuk padatan. Setelah bahan peledak masuk, yang diperlukan adalah pemicu agar bahan peledak yang sudah dimasukan dapat meledak. (Manmit Rout, 2007). Pada arah pemboran yang miring, batuan akan lebih mudah terpecahkan dan gelombang tekan yang diterima bagian lantai jenjang akan lebih besar sehingga terbentuknya tonjolan pada bagian lantai akan semakin kecil. Hal ini memungkinkan terjadi karena dengan lubang bor yang miring, maka bidang bebas yang terbentuk akan semakin luas. (Nurhakim, 2017).

Peledakan merupakan kegiatan pemecahan atau pemberaian material batuan dengan menggunakan bahan peledak. Kegiatan peledakan material akan mencapai hasil maksimal apabila perlengkapan dan peralatan yang dipakai sesuai dengan metode peledakan yang di terapkan. Bahan peledak merupakan sarana yang efektif sebagai alat pembongkar batuan ataupun pembongkar lapisan penutup dalam industri pertambangan, *Koesnaryo* (2001).

Geometri peledakan teoritis berdasarkan persamaan R.L.Ash.

1. Burden

Dalam menentukan burden terlebih dahulu harus mencari nilai KB. Kb std didapatkan melalui daftar nilai burden standar yang terdapat pada tabel peledakan, Adapun penentuan burden di antaranya ialah sebagai berikut:

Tabel 1. Burden Standar Menurut R. L. Ash.

<i>Type of Explosive</i>	<i>Rock Group</i>		
	<i>Soft (< 2 t/m³)</i>	<i>Medium (2 – 2,5 t/m³)</i>	<i>Hard (> 2,5 t/m³)</i>
<i>Low density</i> (0,8 – 0,9 gr/cc) and low strength	30	25	20
<i>Medium density</i> (1 – 1,2 gr/cc) and <i>medium strength</i>	35	30	25
<i>High density</i> (1,3 – 1,6 gr/cc) and high strength	40	35	30

Sumber: Ash, R.L. (1963)

Untuk menentukan nilai KB dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$KB = KB \text{ std} \times AF1 \times AF2 \quad (1)$$

$$KB = KB \text{ std} \times \sqrt[3]{\frac{SGe \times VOD^2}{SGe_{std} \times VOD_{std}^2}} \times \sqrt[3]{\frac{SGr_{std}}{SGr}} \quad (2)$$

Untuk mendapatkan nilai B dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$B = \frac{KB \times de}{12} \times 0,3048 \quad (3)$$

1. Spacing

$$K_{Skoreksi} = K_{sstd} \times AF1 \times AF2 \quad (4)$$

Untuk mendapatkan nilai S dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$S = K_{Skoreksi} \times B \quad (5)$$

2. Subdrilling

$$J = K_{Jstd} \times B \quad (6)$$

3. Stemming

$$T = K_{Tstd} \times B \quad (7)$$

Geometri peledakan menurut C. J Konya.

1. Burden (B)

$$B = 3,15 \text{ de } \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}} \quad (8)$$

2. Spacing (S)

a. Instataneous Single Row Blast Holes

$$L < 4B, S = \frac{L + 2B}{3} \quad (9)$$

$$L > 4B, S = 2B \quad (10)$$

b. Sequanced Single Row Blast Holes

$$L < 4B, S = \frac{L + 7B}{8} \quad (11)$$

$$L > 4B, S = 1,4B \quad (12)$$

3. Stemming (T)

$$T = K_T \times B \quad (13)$$

4. Subdrilling (J)

$$J = K_J \times B \quad (14)$$

Kedalaman lubang ledak yaitu meliputi powder colomn, subdrilling, dan stemming. Berikut persamaan penentuan kedalaman lubang ledak, di antaranya ialah sebagai berikut :

$$H = L + J \quad (15)$$

Powder column merupakan kedalaman dari isian bahan peledak. Adapun persamaan yang digunakan, di antaranya ialah sebagai berikut :

$$PC = H - T \quad (16)$$

Penentuan volume batuan yang diledakan untuk mengetahui produksi yang kita dapat dalam satu peledakan. Adapun penentuan volume yaitu sebagai berikut :

$$V = B \times S \times H \quad (17)$$

Loading density adalah bahan peledak yang digunakan dalam satu meter dari lubang bornya. Adapun persamaan yang digunakan untuk mendapatkan loading density, di antaranya ialah sebagai berikut :

$$LD = 0,508 \times \text{de}^2 \times \rho \quad (18)$$

Berat bahan peledak untuk setiap kolom isian lubang ledak dapat dihitung menggunakan rumus persamaan berikut (konya, 1991).

$$W = PC \times LD \quad (19)$$

1. Massa bahan peledak per satuan volume (kg/BCM).

$$PF = \frac{Q}{V} \quad (20)$$

2. Massa bahan peledak per massa batuan yang akan diledakkan (kg/ton).

$$PF = \frac{Q}{\text{Tonase}} \quad (21)$$

3. Volume batuan per massa bahan peledak (BCM/kg).

$$PF = \frac{V}{Q} \quad (22)$$

4. Massa batuan per massa bahan peledak (ton/kg).

$$PF = \frac{\text{Tonase}}{Q} \quad (23)$$

Fragmentasi adalah pecahan batuan yang dihasilkan dari kegiatan peledakan. Adapun perhitungan ukuran fragmentasi rata-ratanya dapat dihitung menggunakan persamaan Cuningham (1983), sebagai berikut :

$$XM = A (PF)^{-0.8} \times Q e^{\frac{1}{6}} \left(\frac{115}{E} \right)^{19/30} \quad (24)$$

Untuk menentukan nilai-nilai dari persamaan di atas, maka dibutuhkan penentuan *Rock Factor*. Berikut merupakan nilai-nilai dari *Rock Factor* batuan:

Tabel 2. Parameter Pembobotan Massa Batuan Cunningham

No	Parameter	Bobot
<i>Rock Mass Description (RMD)</i>		
1	<i>Totally Massive</i>	50
	<i>Blocky</i>	20
	<i>Powdery atau Friable</i>	10
<i>Joint Plant Spacing (JPS)</i>		
2	<i>Wide</i> (Spasi > 1m)	50
	<i>Intermediet</i> (spasi 0,1 - 1m)	20
	<i>Close</i> (Spasi < 1m)	10
<i>Joint Plant Orientation (JPO)</i>		
3	<i>Dip Into Face</i>	40
	<i>Strike Normal to Face</i>	30
	<i>Dip Out of Face</i>	20
	<i>Horizontal</i>	10
4	<i>Spesific Gravity Influence</i>	SGI = 25 x SG – 50
5	<i>Hardness</i>	1-10

Sumber: Cunningham, (1983)

Untuk menentukan faktor batuan dapat dilakukan dengan rumus:

$$A = 0.12 \times BI \quad (25)$$

Untuk menentukan *blastability index* dapat dilakukan dengan rumus:

$$BI = 0.5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \quad (26)$$

Kemudian diperlukan persentase tidak lolos material ayakan > 100 cm dengan menentukan indeks keseragaman hasil peledakan dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \left(2,2 - \left(14 \times \frac{B}{D_e} \right) \right) \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \left(1 + \frac{A-1}{2} \right) \times \left(\frac{PC}{L} \right) \quad (27)$$

Kemudian diperlukan karakteristik ukuran batuan dengan rumus sebagai berikut:

$$Xc = \frac{X}{(0,693)^{1/n}} \quad (28)$$

Kemudian diperlukan persentase material yang tidak lolos di ayakan dengan rumus sebagai berikut:

$$R = e^{-\left(\frac{X}{Xc}\right)^n} \quad (29)$$

B. Metode

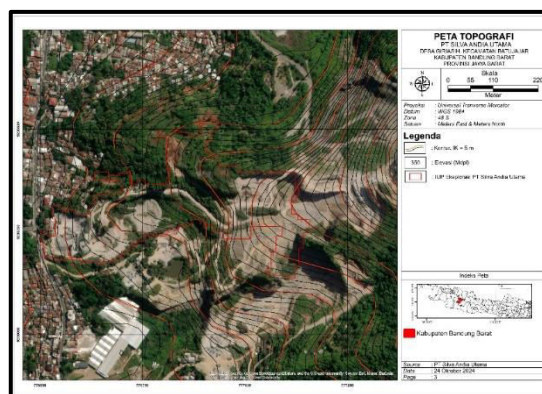
Teknik pengambilan data yang digunakan adalah dengan metode observasi, wawancara, jurnal ilmiah dan studi literatur yang dibagi menjadi dua yaitu data primer yang merupakan data yang belum dipublikasi oleh pihak manapun. Kegiatan ini meliputi kegiatan pengujian secara langsung di lapangan untuk menentukan geometri peledakan aktual dan teoritis serta fragmentasi peledakan aktual dan teoritis di lapangan berupa data kekar, jenis bahan peledak yang digunakan, geometri peledakan, kondisi batuan serta fragmentasi hasil peledakan, serta data sekunder yang merupakan data yang sudah dipublikasi oleh berbagai pihak seperti data badan informasi geospasial dan artikel serta studi literatur mengenai informasi geometri dan fragmentasi peledakan yang baik, peta topografi, peta geologi, peta morfologi regional, peta kesampaian, peta administrasi daerah dan spesifikasi alat.

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan informasi lebih dari data yang telah didapatkan melalui pengamatan lapangan maupun berdasarkan studi literatur. Ouput yang akan didapatkan yaitu geometri peledakan, desain pola peledakan, fragmentasi peledakan aktual dan teoritis dan produktivitas peledakan.

Metode analisis yang digunakan menggunakan teknik analisis perbandingan atau komparasi dengan mengkaji geometri peledakan aktual dengan geometri peledakan teoritis R. L. Ash dan C. J. Konya serta fragmentasi peledakan aktual dengan fragmentasi peledakan teoritis Cunningham serta analisa statistik dengan menggunakan standar deviasi untuk melihat penyimpangan data terhadap nilai rata-rata data sehingga dapat diketahui nilai-nilai ekstrim dari data tersebut.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penelitian dilakukan di PT. Silva Andia Utama Desa Giriasih, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat dengan elevasi antara 630 - 760 mdpl (Anonim, 2023). Bagian timur laut hingga selatan daerah penelitian memiliki kontur yang rapat, bagian utara, barat dan barat daya daerah penilitian memiliki kontur yang renggang seperti pada **gambar 2**.



Gambar 2. Peta Topografi

Properti Peledakan

Properti atau kelengkapan peledakan merupakan perangkat yang digunakan satukali untuk menunjang kegiatan peledakan, Properti peledakan yang digunakan meliputi agen peledak ANFO, detonator elektronik, PowerGel 200 gr. Bahan peledak yang digunakan yaitu ANFO (Amonium Nitrate Fuel Oil), ANFO yang digunakan pada kegiatan peledakan di lokasi penelitian di produksi oleh PT Pindad dengan nilai Velocity Of Detonation (VOD) sebesar 10498 fps. Nilai density ANFO sebesar 0,85 gr/cm³. Powergel yang digunakan untuk kegiatan peledakan pada lokasi penelitian yaitu Powergel 200 gr yang dibuat oleh PT Pindad (Anonim, 2024). Nilai weight strength powergel 0,8 gr/cm³ yaitu

119% dan nilai bulk strength yaitu 183% dengan nilai VOD sebesar 5,0 – 5,4 km/s.. Detonator elektronik dengan nama produk Hanwha Electronic Blasting System – II (HEBS-II) merupakan versi generasi kedua yang memiliki variasi delay maksimal dari 0 – 50000 dengan maksimal jarak tembak sejauh 5 km (Anonim, 2024).

Geometri Peledakan

Input data yang dilakukan untuk menghitung rekomendasi geometri diambil berdasarkan kondisi properti yang digunakan untuk kegiatan peledakan. Baik buruknya geometri peledakan yang dihasilkan sangat ditentukan oleh proses pengeboran, alat bor yang digunakan pada lokasi penelitian yaitu Furukawa Rock Drill PCR-200 dengan diameter lubang ledak yang dihasilkan yaitu 2,5 inch, kedalaman lubang ledak yang digunakan yaitu 6 m yang disesuaikan dengan ketinggian lereng pada area tersebut. Tabel 3 menunjukkan output data rekomendasi geometri untuk kegiatan peledakan di lokasi penelitian.

Tabel 3. *Output Data Geometri R.L Ash dan C.J Konya*

GEOMETRI PELEDAKAN TEORITIS R.L ASH DAN C.J KONYA			
Parameter	Satuan	R.L Ash	C.J Konya
Burden	m	1,301	1,847
Spacing	m	1,868	2,585
Subdrilling	m	0,390	0,554
Stemming	m	1,041	1,477
Kedalaman	m	6,390	6,554
Volume	BCM	15,532	31,293
Powder Column	m	5,349	5,077
Loading Density	kg/m	2,635	2,635
Berat Handak	kg/hole	14,097	13,378
Powder Factor	kg/BCM	0,908	0,428
	kg/ton	2,269	1,069
Fragmentasi	cm	10,873	19,683

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Penentuan geometri peledakan yang digunakan untuk aktivitas peledakan ditentukan dengan acuan berdasarkan rekomendasi R. L Ash dan C. J Konya ditentukan berdasarkan beberapa pertimbangan misalnya menghasilkan cost yang optimal, ketercapaian target produksi, hasil fragmentasi yang sesuai dan minimnya dampak negatif peledakan yang dihasilkan. Tabel 4 menunjukkan hasil geometri peledakan secara aktual selama kegiatan penelitian berlangsung.

Tabel 4. *Gemetri Peledakan Aktual PT Silva Andia Utama Batujajar*

Geometri Peledakan Aktual PT Silva Andia Utama									
Tanggal	Burden (m)	Spasi (m)	Depth (m)	Stemming (m)	Holes	LD (kg/m)	W (kg/hole)	PF (kg/BCM)	PF (kg/ton)
13/12/2024	2,70	2,70	5,70	2,61	30	2,69	8,3	0,20	0,08
16/12/2024	2,78	3,03	5,68	2,63	30	3,05	9,3	0,21	0,09
17/12/2024	2,65	2,75	5,68	2,64	20	2,88	8,8	0,21	0,09
18/12/2024	2,72	2,79	5,63	2,78	42	3,12	8,9	0,21	0,09
19/12/2024	2,87	3,10	5,62	2,84	16	3,34	9,3	0,19	0,08
21/12/2024	2,74	2,75	5,63	2,75	44	3,12	9,0	0,22	0,09
22/12/2024	2,71	2,81	5,70	2,61	36	2,94	9,1	0,18	0,07
23/12/2024	2,63	2,81	5,70	2,61	30	2,94	9,1	0,22	0,09
24/12/2024	2,82	3,06	5,62	2,82	76	2,92	8,2	0,17	0,07
04/01/2025	2,76	2,82	5,63	2,77	36	2,87	8,20	0,19	0,08

05/01/2025	2,81	3,06	5,63	2,82	75	2,92	8,2	0,17	0,07
Rata-rata	2,75	2,88	5,66	2,71	40	2,98	8,76	0,20	0,08

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Fragmentasi Peledakan

Fragmentasi peledakan aktual didapatkan dengan aplikasi split dekstop berdasarkan citra 2D tampak atas dari kegiatan hasil peledakan kemudian dilakukan delineasi untuk menentukan batas-batas fragmentasi batuan kemudian dilakukan perthiungan distribusi fragmentasi menggunakan aplikasi tersebut.

Fragmentasi batuan hasil peledakan teoritis berdasarkan teori Cunningham yang dapat dilihat pada **tabel 5** adanya perbedaan nilai ini dapat terjadi akibat geometri peledakan yang tidak sesuai dengan geometri peledakan rencana yaitu dengan kemiringan 0° namun pada kenyataannya, lubang bor memiliki kemiringan yang tidak konsisten seperti pada **gambar 1** dan **gambar 2**.

Tabel 5. Fragmentasi Aktual dan Teoritis

No	Tanggal	Ukuran Rata-rata Fragmentasi Teoritis (cm)	Distribusi Bongkah Teoritis (%)	Distribusi Bongkah Aktual (%)
1	13/12/2024	33,097	0,33	4,40
2	16/12/2024	32,638	0,34	36,41
3	17/12/2024	31,973	0,23	0,27
4	18/12/2024	32,463	0,26	14,75
5	19/12/2024	35,650	0,75	62,84
6	21/12/2024	31,864	0,21	26,41
7	22/12/2024	37,261	1,10	16,41
8	23/12/2024	31,112	0,17	0,62
9	24/12/2024	37,782	1,21	32,64
10	04/01/2025	34,418	0,51	8,17
11	05/01/2025	37,385	1,11	10,35
	Rata-rata	34,149	0,565	19,388

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Geometri peledakan yang direncanakan di lokasi penelitian adalah dengan burden 2,5 m, spasi 2,5 m, stemming 2,5 m dan kedalaman 6 m, namun terdapat perbedaan dengan realisasi dilapangan yang disebabkan karena tidak adanya marka atau penanda pada lokasi peledakan untuk setiap titik bor yang akan dilakukan pengeboran oleh juru bor, sehingga jarak burden dan spasi serta kemiringan lubang ditentukan berdasarkan juru bor.

Analisa Statistik

Analisis statistik yang digunakan adalah perhitungan simpangan rata-rata dan simpangan baku dari kedalaman, spasi, *burden*, kolom isian dan *stemming* dari geometri peledakan aktual untuk mendapatkan simpangan antara nilai rata-rata dan rentang sebaran data dari setiap parameter geometri peledakan dan diapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Simpangan Baku

No	Tanggal	Simpangan Baku				
		Kedalaman (m)	Burden (m)	Spasi (m)	Kolom Isian (m)	Stemming (m)
1	13/12/2024	0,125	0,261	0,130	0,217	0,161
2	16/12/2024	0,116	0,139	0,228	0,197	0,149
3	17/12/2024	0,118	0,163	0,120	0,220	0,136
4	18/12/2024	0,096	0,141	0,101	0,246	0,170
5	19/12/2024	0,077	0,131	0,221	0,125	0,131
6	21/12/2024	0,111	0,183	0,145	0,285	0,198

No	Tanggal	Kedalaman (m)	Simpangan Baku			
			Burden (m)	Spasi (m)	Kolom Isian (m)	Stemming (m)
7	22/12/2024	0,125	0,206	0,126	0,217	0,161
8	23/12/2024	0,125	0,188	0,132	0,217	0,161
9	24/12/2024	0,110	0,171	0,243	0,224	0,164
10	04/01/2025	0,109	0,125	0,100	0,251	0,172
11	05/01/2025	0,110	0,171	0,243	0,226	0,164
Rata-rata		0,111	0,171	0,163	0,220	0,161

Analisis dan Pembahasan

Geometri peledakan adalah rancangan atau desain lubang ledak yang meliputi jarak (burden dan spacing), kedalaman lubang bor, dan parameter lain yang digunakan untuk memastikan keberhasilan peledakan dan fragmentasi yang diinginkan. Penentuan geometri peledakan ini ditentukan berdasarkan karakteristik batuan, karakteristik bahan peledak, ukuran lubang ledak dan kedalaman lubang ledak seperti pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Geometri Peledakan Aktual dan Teoritis

GEOMETRI PELEDAKAN AKTUAL DAN TEORITIS				
Parameter	Satuan	AKTUAL	Teoritis	
			R.L Ash	C.J Konya
<i>Burden</i>	m	2,75	1,30	1,85
<i>Spacing</i>	m	2,88	1,87	2,59
<i>Subdrilling</i>	m	0	0,39	0,55
<i>Stemming</i>	m	2,71	1,04	1,48
Kedalaman	m	5,66	6,39	6,55
Jumlah lubang	-	40	40	40
Volume/lubang	BCM	44,73	15,53	31,29
Volume total	BCM	1789,06	621,30	1251,70
<i>Powder Column</i>	m	2,94	5,35	5,08
<i>Loading Density</i>	kg/m	2,98	2,64	2,64
Berat Handak	kg/hole	8,76	14,10	13,38
<i>Powder Factor</i>	kg/BCM	0,20	0,91	0,43
Fragmentasi	cm	-	10,87	19,68

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Berdasarkan geometri peledakan aktual serta teoritis R. L. Ash dan C. J. Konya didapatkan distribusi framgmentasi aktual, distribusi fragmentasi teoritis dan ukuran rata-rata fragmentasi seperti pada **tabel 8**. Tabel tersebut menunjukan adanya perbedaan antara distribusi fragmentasi aktual dan teoritis serta terhadap geometri peledakan aktual dan teoritis, hal ini menunjukan bahwa ada faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil fragmentasi selain geometri peledakan.

Tabel 8. Distribusi Fragmentasi Geometri Peledakan Aktual dan Teoritis

No	Parameter	Satuan	Peledakan Aktual	Peledakan Teoritis	
				R. L. Ash	C. J. Konya
1	Distribusi Fragmentasi Aktual	%	80,61	-	-
2	Distribusi Fragmentasi Teoritis	%	99,43	100	100

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Geometri peledakan yang direncanakan di lokasi penelitian adalah dengan burden 2,5 m, spasi 2,5 m, stemming 2,5 m dan kedalaman 6 m, namun terdapat perbedaan dengan realisasi lapangan yang disebabkan karena tidak adanya marka atau penanda pada lokasi peledakan untuk setiap titik bor yang akan dilakukan pengeboran oleh juru bor, sehingga jarak burden dan spasi serta kemiringan

lubang ditentukan berdasarkan juru bor. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4 yang menunjukkan adanya kemiringan pada lubang bor dan tidak adanya pengawasan dari juru ledak pada saat pembuatan lubang ledak.



Gambar 3. Kegiatan Pengeboran Tanggal 16 Desember 2024



Gambar 4. Kegiatan Pengeboran Tanggal 19 Desember 2024

Hasil analisa statistik dari simpangan baku dan simpangan rata-rata menunjukkan nilai maksimum sebesar 0,251 untuk simpangan rata-rata dan 0,285 untuk simpangan baku yang artinya terdapat rentang 25,1 cm dan 28,5 cm dari nilai rata-rata terhadap sebaran data. Hal tersebut menunjukkan adanya data ekstrim. Data ekstrim ini dapat menyebabkan adanya bongkah apabila nilainya diatas simpangan baku serta fragmentasi yang terlalu kecil dan menyebabkan terjadinya *flyrock* apabila nilainya dibawah dari nilai simpangan baku.

D. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan di PT Silva Andia Utama Batujajar Jawa Barat dapat disimpulkan bahwa geometri peledakan aktual yang digunakan pada lokasi penelitian memiliki rata-rata jarak spasi 2,88 m, burden 2,75 m dan kedalaman 5,66 m dengan powder factor 0,20 kg/BCM. Fragmentasi batuan yang dihasilkan dari kegiatan penambangan di PT Silva Andia Utama memiliki ukuran fragmentasi rata-rata sebesar 25 cm – 50 cm pada tanggal 13, 17, 18, 22 dan 23 Desember 2024 serta 4, 5 dan 6 Januari 2025 dan ukuran fragmentasi rata-rata lebih dari 100 cm pada tanggal 16, 19, 21 dan 24 Desember 2024 dengan rata-rata distribusi fragmentasi 19,4%. Geometri rekomendasi yang disarankan untuk digunakan dalam kegiatan peledakan di PT Silva Andia Utama adalah burden 2,67 m, spasi 3,21 m, sub drilling 1,07 m, stemming 2,14 m kedalaman 7,07 m, panjang isian 4,93 m, loading density 2,7 kg/m, berat handak 13,02 kg dan powderfactor 0,22 kg/BCM untuk menghasilkan volume total 1251,70BCM dengan jumlah lubang sebanyak 40 lubang, fragmentasi sebesar 56,58 cm berdasarkan geometri teoritis R.L Ash dan burden 1,89 m, spasi 2,64 m, sub drilling 1,89 m, stemming 0,75 m kedalaman 6,75 m, panjang isian 4,87 m, loading density 2,7 kg/m, berat handak 13,14 kg dan powderfactor 0,39 kg/BCM untuk menghasilkan volume total 621,30 BCM dengan jumlah lubang sebanyak 40 lubang, fragmentasi rata-rata sebesar 35,64 cm dengan distribusi bongkah 0%. Distribusi bongkah teoritis dengan teori Cunningham didapatkan rata-rata distribusi bongkah sebesar 0,56% dengan ukuran rata-rata fragmentasi 34,15 cm berdasarkan geometri peledakan aktual, distribusi bongkah 0% dengan ukuran rata-rata fragmentasi 10,97 cm dengan geometri peledakan teoritis R. L. Ash dan distribusi fragmentasi 0% dengan ukuran rata-rata fragmentasi 19,68 cm berdasarkan geometri peledakan teoritis C. J. Konya. kemiringan lubang,

geometri peledakan dan isian bahan peledak.

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian yang telah dilakukan di tempat penelitian yaitu melakukan penentuan geometri peledakan seperti pada geometri teoritis R.L. Ash dan C.J. Konya untuk mendapatkan nilai geometri peledakan yang optimal. Diperlukan pemantauan hasil kegiatan peledakan di tempat penelitian agar hasil fragmentasi dari setiap kegiatan peledakan dapat dipelajari lebih lanjut guna menentukan geometri peledakan yang sesuai dengan kebutuhan di tempat penelitian. Diperlukannya penelitian lanjut terhadap karakteristik batuan dan kegiatan pengeboran yang terdapat di tempat penelitian seperti kondisi bidang lemah dan arah kemiringan lubang bor agar dapat dilakukan perhitungan fragmentasi peledakan yang lebih detail dan hasil fragmentasi peledakan yang lebih baik.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada seluruh pihak Universitas Islam Bandung, PT. Silva Andia Utama, keluarga dan Dea Sabilla Rahima S.Pd yang telah membantu dalam penyusunan dan studi ini.

Daftar Pustaka

- Aji Nur Fadhilah, Indra Karna Wijaksana, & Yunus Ashari. (2025). Analisis Kestabilan Lereng Menggunakan Metode RMR dan Monitoring Real Time Slope Stability Radar (SSR605-XT). *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 51–58. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6563>
- Hardantyo, W., Army, E. K., Jasipto, A., Fadhilah, R., & M. Nur Muhamy. (2025). Analisis Pengaruh Getaran Peledakan terhadap Bangunan Warga PT Bukit Asam Tbk. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 39–50. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i1.6933>
- Kulalet Desa Baleendah, G., Baleendah, K., Bandung, K., Jawa Barat Givano Imanul Halim, P., & Widayati, S. (2024). *Evaluasi Kinerja Alat Crushing Plant Batuan Andesit di PT*. <https://journal.sbpublisher.com/index.php/minetech>
- Anonim. (2024). “*Spesifikasi ANFO dan PowerGel untuk keperluan peledakan industri*”. Bandung: PT Pindad Technical Bulletin.
- Anonim. (2024). “*HEBS-II Electronic Blasting System: Product Brochure*”. Seoul: Hanwha Mining Services
- Anonim.. (2023). “*Peta topografi dan geologi wilayah Kabupaten Bandung Barat*”. Cibinong: BIG..
- Ash, R.L. (1963). “Design of Blasting Round, (Surface Mining)”. Editor Society of Mining.
- Cunningham, C. V. B. (1983). The Kuz–Ram model for prediction of fragmentation from blasting. In *Proceedings of the 1st International Symposium on Rock Fragmentation by Blasting* (pp. 439–453). Luleå, Sweden.
- Koesnaryo, S. “2001”. “Pemboran untuk penyediaan lubang ledak”. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta. <https://dx.doi.org/10.20527/flux.v1i1.2621>
- Konya, Calvin J. dan Edward J. Walter. (1990). “Surface Blast Design”. New Jersey: Prentice Hall.
- Nurhakim, (2017). “Kajian Teknis Geometri Peledakan Pada Keberhasilan Pembongkaran Overburden Berdasarkan Fragmentasi Hasil Peledakan” *Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 11(1), 56-67. <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/geosapta/article/view/4509>Koesnaryo, 2001/.
- Rout, M., & Parida, C. K. 2007. “*Optimization of blasting parameters in opencast mines*” (Doctoral dissertation). <http://ethesis.nitrkl.ac.in/4287/>.
- Sundari, W. (2019). “Evaluasi Polat Peledakan Ditinjau dari pada Karakteristik Massa Batuan Wilayah IUP PT RPP Contractor Indonesia Job Site Jembayan Desa Buana Jaya Tenggarang Seberang Kalimantan Timur”. *Jurnal Teknologi*, 13(2), 40-50. Retrieved from https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/jurnal_teknologi/article/view/1718