

# **Analisis Parameter Geometri Peledakan yang Mempengaruhi Arah dan Jarak Lemparan Flying Rock di PT Chunur Jabal Nur Desa Batujajar Timur, Kecamatan Batujajar, Kabupaten Bandung Barat, Provinsi Jawa Barat**

**Agung Pratama\*, Yuliadi, Zaenal**

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

\*agungpratama8282@gmail.com, yuliadi@unisba.ac.id, zaenal@unisba.ac.id

**Abstract.** In mining activities, to breaking hard rock are used blasting activities because it is considered efficient and economical. However, apart from helping to remove rocks, rock blasting can also have a negative impact which has a high level of risk and can threaten the safety of workers and can disrupt the environment around the mine area. One of the negative impacts of blasting activities is the throwing of rocks (flying rock). This study aims to evaluate flying rocks at PT Chunur Jabal Nur. The on-site data collection includes loads, distances, depth of the blast hole, height of the stemming, explosive charge, number of blast holes, coordinates of the blasting area limits and coordinates of the flying rock. In order to obtain the maximum throwing distance of the flying rock, the coordinates of the blasting limit area and the coordinates of the flying rock are entered into the software, then the throwing point furthest away from the blasting limit is taken and a map is created. The research was carried out at 20 blasting sites with a total of 20 data from flying rock throws. Overall, the actual throwing distance of the flying rock in the field is <100 m. The furthest throwing distance of the flying rock is at position 05, the shortest throwing distance at position 13. Based on the results of the linear regression analysis carried out for each blasting geometry, the The most influential parameter on the throwing distance of the flying rock is the water level as seen from the coefficient of determination (0.6758).

**Keywords: Flying Rock Throw Distance, Stemming Height, Analysis Linier Regression, Coefficient of Determination.**

**Abstrak.** Dalam kegiatan penambangan untuk memberaikan batuan yang keras dilakukan dengan kegiatan peledakan karena dinilai efisien dan ekonomis. Namun demikian selain membantu memberaikan batuan, peledakan batuan dapat juga memberi dampak negatif yang mempunyai tingkat resiko yang tinggi dan dapat mengancam keselamatan bagi para pekerja serta dapat mengganggu lingkungan sekitar area tambang. Salah satu dampak negatif dari kegiatan peledakan adalah lemparan batuan (flying rock). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi flying rock di PT Chunur Jabal Nur. Pengambilan data di lapangan meliputi burden, spacing, kedalaman lubang, tinggi stemming, isian bahan peledak, jumlah lubang.

koordinat boundary area peledakan, dan titik koordinat flying rock. Untuk memperoleh jarak lemparan maksimum flying rock dilakukan dengan cara plotting koordinat boundary area peledakan dan titik koordinat flying rock pada software, kemudian diambil titik lemparan terjauh dari boundary peledakan dan dibuatkan peta. Penelitian dilakukan di 20 lokasi peledakan dengan jumlah data lemparan flying rock sebanyak 20 data. Secara keseluruhan jarak lemparan flying rock aktual di lapangan < 100 m. Jarak lemparan flying rock terjauh pada lokasi 05 jarak lemparan terdekat pada lokasi 13. Berdasarkan hasil analisis regresi linier yang dilakukan pada setiap geometri peledakan,

parameter yang paling berpengaruh terhadap jarak lemparan flying rock adalah tinggi stemming dilihat dari nilai koefisien determinasi (0,6758).

**Kata Kunci: Jarak Lemparan Flying Rock, Tinggi Stemming, Analisis Regresi Linier, Koefisien Determinasi.**

## 1. Pendahuluan

Kegiatan peledakan merupakan salah satu metode yang paling ekonomis dan efektif dalam membraikan batuan. Setiap kali muatan explosives meledak pada lubang ledak sejumlah energi dilepaskan dalam bentuk gelombang panas, gas, dan tekanan. Energi peledakan ini tidak sepenuhnya diubah menjadi energi untuk memecah massa batuan, hanya Sebagian kecil (20% – 30%) dari energi ledakan yang digunakan untuk memecahkan batuan dan sisa energinya terbang dalam bentuk gangguan ledakan salah satunya flying rock (Khandelwal, et al, 2013).

Bahaya dan kerusakan yang ditimbulkan oleh flying rock akibat kegiatan peledakan telah menjadi masalah yang serius sejak kegiatan peledakan dilakukan, tidak hanya mengancam keselamatan manusia tetapi juga bangunan, dan alat mekanis mengalami kerusakan (Lundborg, 1981). Investigasi yang dilakukan pada kegiatan pertambangan di India mengungkapkan bahwa kecelakaan fatal cukup besar diakibatkan oleh flying rock (Bhandari, 1997). Untuk mengantisipasi terjadinya hal tersebut, maka perlu dilakukan kajian mengenai perkiraan jarak lemparan flying rock beserta parameter yang mempengaruhinya sebelum kegiatan peledakan dan evaluasi dilapangan pada saat kegiatan peledakan guna meminimalisasi terjadinya kecelakaan tambang akibat dari flying rock. (Ghasemi, et al, 2012).

Arah lemparan flying rock dari hasil kegiatan peledakan dipengaruhi oleh rancangan desain pola peledakan dan penempatan initiation point (IP) yang tepat. Umumnya sebagian besar prediksi arah lemparan flying rock akan menuju ke arah initiation point (IP) dan Parameter geometri peledakan yang dapat dikontrol seperti burden, spasi, tinggi stemming, kedalaman lubang ledak, isian bahan peledak dan powder factor (PF) merupakan parameter yang dapat menyebabkan terjadi flying rock (Ghasemi, et al, 2012).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk Menganalisis parameter geometri peledakan yang mempengaruhi arah dan jarak lemparan flying rock melalui analisis regresi linier.

## 2. Metodologi

Methodologi yang digunakan adalah analisis regresi linier untuk mengetahui hubungan dari setiap parameter geometri peledakan terhadap Jarak Lemparan *flying Rock* dengan melihat nilai koefisien korelasi dan Koefisien Determinasi.

### Analisis Regresi Linier

Regresi linier sederhana adalah teknik statistik yang memungkinkan untuk dapat memprediksi hubungan antara dua variabel yaitu variabel prediksi (X) dan variabel respons (Y) (Prion, et al, 2020). Regresi linier sederhana adalah model probabilistik yang menyatakan hubungan linier antara dua variabel dengan salah satu variabel dianggap mempengaruhi variabel yang lain. Variabel yang mempengaruhi dinamakan variabel independent (dan variabel yang dipengaruhi dinamakan variabel dependent (Suyono, 2018).

$$Y = mx + c$$

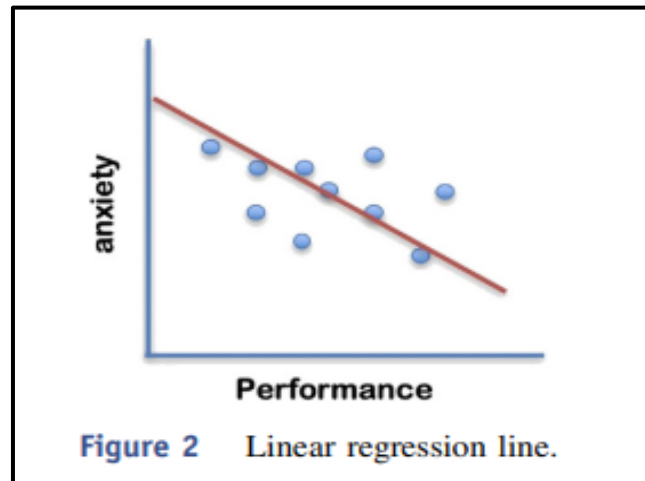
Keterangan:

Y= Jarak *Flying Rock*

M= *gradien*

x = Parameter Geometri Peledakan

c= Konstanta



Gambar 1. Regresi Linier

### Koefisien Korelasi dan Koefisien Determinasi

Pada regresi linier koefisien determinasi sering diartikan sebagai besar kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat (Asuero, et al, 2007). Koefisien korelasi (R) merupakan akar dari koefisien determinasi yang menyatakan hubungan antara variabel satu dengan variabel yang lain (Prion, et al, 2014).

Tabel 1. Nilai Koefisien Korelasi (Walpole, 1993)

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
(-0,8) – (-1,0)	Sangat Kuat
(-0,6) – (-0,799)	Kuat
(-0,4) – (-0,599)	Sedang
(-0,2) – (-0,399)	Rendah
(-0,01) – (-0,199)	Sangat Rendah
0	Tidak Ada Hubungan
(0,01) – (0,199)	Sangat Rendah
(0,2) – (0,399)	Rendah
(0,4) – (0,599)	Sedang
(0,6) – (0,799)	Kuat
(0,8) – (1,0)	Sangat Kuat

### Flying Rock

*Flying rock* adalah batu terbang yang didorong keluar dari daerah ledakan dengan kekuatan eksploitasi besar (Kecojevic, et al, 2005). *Flying rock* adalah pecahan setiap batuan yang terlempar dari lokasi peledakan secara tidak terduga oleh kekuatan ledakan (Rustan, 1998) Investigasi yang dilakukan pada kegiatan pertambangan di India mengungkapkan bahwa kecelakaan fatal cukup besar diakibatkan oleh *flying rock* (Bhandari, 1997). Ketika pecahan batuan terlempar melewati batas yang diizinkan dapat mengakibatkan cedera, kematian, kerusakan struktur pada manusia (Kecojevic, et al, 2005) dan juga bangunan, dan alat mekanis mengalami kerusakan (Lundborg, 1981).

### Penyebab Terjadinya *Flying Rock*

Energi peledakan sebagian besar terhambat dalam bentuk peristiwa yang tidak diinginkan seperti *flying rock* (Monjezi, *et al*, 2010). Umumnya, *Flying rock* disebabkan oleh ketidaksesuaian antara energi ledakan dengan kekuatan massa batuan. Investigasi kecelakaan *flying rock* satu atau lebih faktor penyebab diantaranya (Kecojevic, *et al*, 2005):

1. Geologi dan struktur batuan.
2. Posisi lubang ledak tidak teratur.
3. *Burden* tidak sesuai.
4. Bahan peledak yang berlebihan.
5. Tinggi *stemming* tidak sesuai.

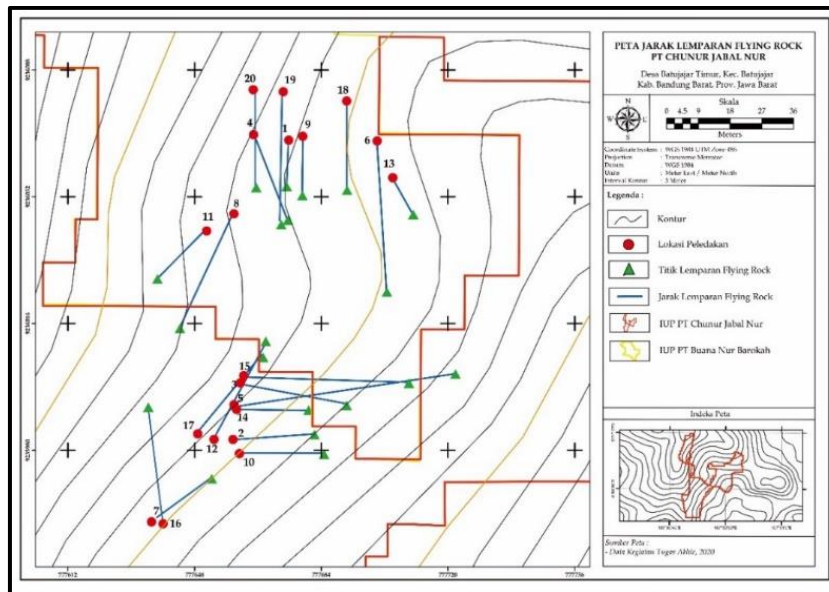
### 3. Pembahasan dan Diskusi

#### Lokasi Penelitian

Data yang diambil berupa koordinat *boundary area* peledakan dan koordinat *flying rock* pada setiap lokasi peledakan. Dari kedua data tersebut di input ke dalam *software* untuk mendapatkan jarak lemparan *flying rock* dari setiap lokasi peledakan. Data yang diperoleh sebanyak 20 lokasi dengan jarak *flying rock* yang bervariasi. Jarak lemparan aktual terjauh 62,30 m terletak pada lokasi 05 dan jarak lemparan terendah 11,58 m terletak pada lokasi 13.

**Tabel 2.** Jarak Lemparan *Flying Rock* Aktual dan Geometri Peledakan Aktual

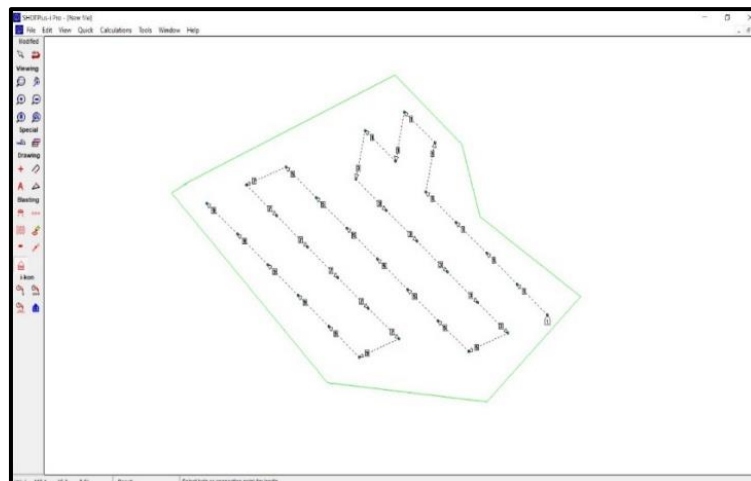
Lokasi	Tanggal	Jarak <i>Flying Rock</i> Aktual (m)	Jumlah Lubang	Geometri Aktual					
				<i>Burden</i> (m)	<i>Spacing</i> (m)	<i>Stemming</i> (m)	H <i>Depth</i> (m)	<i>Powder Coloum</i> (m)	W Handak (kg)
1	02/12/2020	13,23	32	1,35	1,56	1,24	2,75	1,51	1,42
2	02/12/2020	22,86	35	1,42	1,47	1,23	2,69	1,46	1,37
3	05/12/2020	29,84	31	1,33	1,44	1,19	2,74	1,55	1,45
4	05/12/2020	26,07	28	1,31	1,48	1,22	2,73	1,51	1,42
5	05/12/2020	62,30	39	1,34	1,46	1,15	2,76	1,61	1,51
6	09/12/2020	42,76	37	1,30	1,44	1,18	2,74	1,56	1,46
7	09/12/2020	18,63	34	1,32	1,51	1,21	2,69	1,48	1,39
8	09/12/2020	35,74	36	1,38	1,43	1,18	2,73	1,55	1,45
9	12/12/2020	16,52	32	1,37	1,48	1,24	2,72	1,48	1,39
10	12/12/2020	23,83	37	1,35	1,52	1,17	2,68	1,51	1,42
11	16/12/2020	19,12	35	1,36	1,43	1,25	2,67	1,42	1,33
12	16/12/2020	30,38	36	1,40	1,46	1,22	2,73	1,51	1,42
13	16/12/2020	11,58	30	1,38	1,47	1,23	2,72	1,49	1,40
14	19/12/2020	20,15	27	1,44	1,43	1,24	2,68	1,44	1,35
15	19/12/2020	46,62	38	1,34	1,41	1,17	2,74	1,57	1,47
16	19/12/2020	32,95	39	1,33	1,53	1,18	2,66	1,48	1,39
17	30/12/2020	28,51	38	1,39	1,46	1,21	2,73	1,52	1,42
18	30/12/2020	25,22	35	1,41	1,39	1,23	2,71	1,48	1,39
19	30/12/2020	36,74	36	1,36	1,41	1,17	2,68	1,51	1,42
20	30/12/2020	26,68	32	1,42	1,52	1,21	2,65	1,44	1,35



Gambar 2. Peta Jarak Lemparan *Flying Rock* Lokasi Penelitian

### Analisis Arah Lemparan *Flying Rock*

Arah lemparan *flying rock* dari hasil kegiatan peledakan dipengaruhi oleh rancangan desain pola peledakan dan penempatan *initiation point* (IP) yang tepat. Umumnya sebagian besar prediksi arah lemparan *flying rock* akan menuju ke arah *initiation point* (IP), dengan penempatan *initiation point* (IP) yang tepat dapat mendesain sedemikian rupa guna mengatur arah lemparan *flying rock* agar tidak mengarah kepada alat mekanis yang sedang diparkir dan tidak mengganggu aktivitas lain setelah kegiatan peledakan selesai.

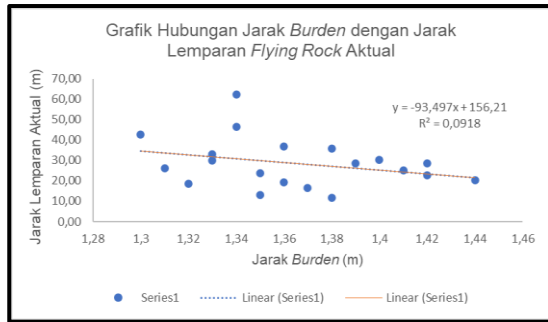


Gambar 3. Pola Peledakan Lokasi Penelitian

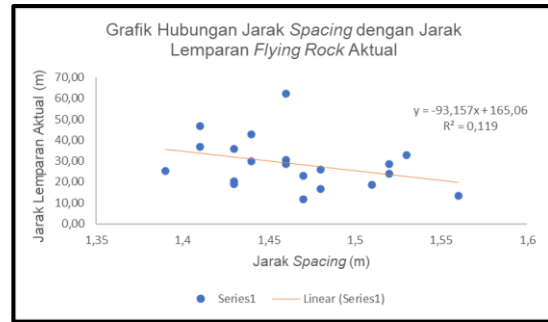
### Analisis Regresi Linier Geometri Peledakan Terhadap Jarak Lemparan *Flying Rock* Aktual

Bahaya dan kerusakan yang ditimbulkan oleh *flying rock* akibat kegiatan peledakan telah menjadi masalah yang serius sejak kegiatan peledakan dilakukan, tidak hanya manusia yang terluka dan terbunuh tetapi juga bangunan, dan alat mekanis mengalami kerusakan

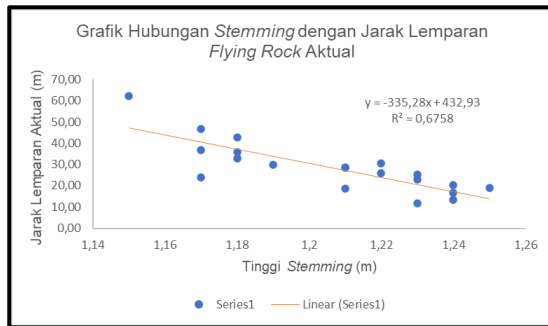
(Lundborg, 1981). Parameter geometri peledakan yang dapat dikontrol seperti *burden*, *spasi*, tinggi *stemming*, kedalaman lubang ledak, isian bahan peledak dan *powder factor* (PF) merupakan parameter yang dapat menyebabkan terjadi *flying rock* (Ghasemi, *et al*, 2012).



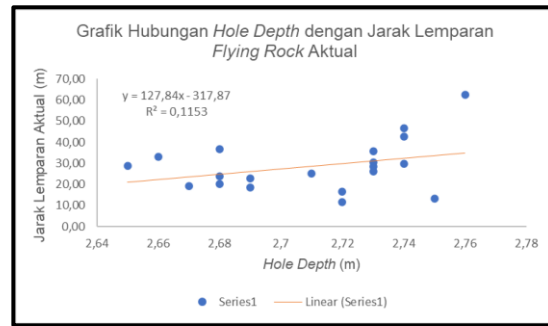
**Gambar 4.** *Burden* Terhadap *Flying Rock* Aktual



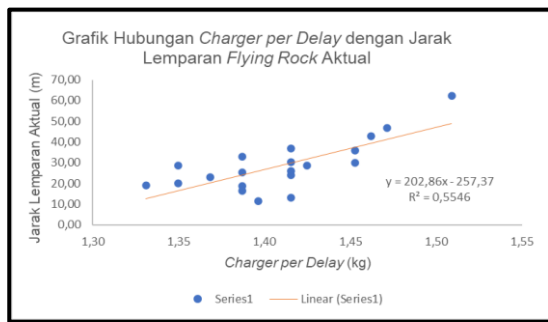
**Gambar 5.** *Spacing* Terhadap *Flying Rock* Aktual



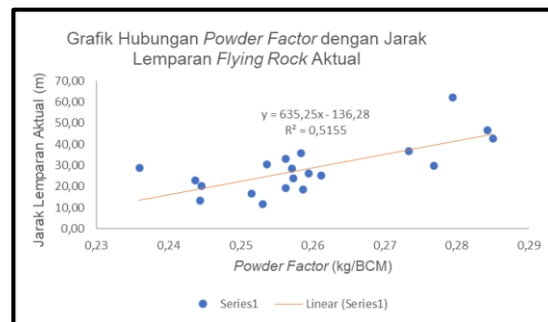
**Gambar 6.** *Stemming* Terhadap *Flying Rock*



**Gambar 7.** *Hole Depth* Terhadap *Flying Rock*



**Gambar 8.** *Charger per Delay* Terhadap *Flying Rock*



**Gambar 9.** *Powder Factor* Terhadap *Flying Rock*

Dengan melakukan analisis regresi antara parameter geometri peledakan dapat diketahui seberapa besar hubungan korelasi setiap parameter terhadap jarak lemparan *flying rock* (Bazzazi, *et al*, 2010). Berdasarkan hasil analisis regresi dari setiap parameter geometri peledakan memiliki pengaruh terhadap jarak lemparan *flying rock* bervariasi, Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa tinggi *stemming* sangat mempengaruhi jarak lemparan *flying rock* dengan nilai koefisien korelasi (R) -0,822 dan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) sebesar 0,6758 (Sangat kuat) **Tabel 3.** sedangkan parameter yang pengaruhnya paling rendah terhadap jarak lemparan

*flying rock* adalah *burden* dengan nilai koefisien korelasi (R) -0,303 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 0,0918 (rendah) **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Hasil Analisis Regresi Terhadap Setiap Parameter Peledakan

Parameter	Hubungan Korelasi		
	R	$R^2$	Tingkat Hubungan
<i>Burden Terhadap Flying Rock</i>	-0,303	0,0918	Rendah
<i>Spacing Terhadap Flying Rock</i>	-0,333	0,1190	Rendah
<i>Hole Depth Terhadap Flying Rock</i>	0,339	0,1153	Rendah
<i>Stemming Terhadap Flying Rock</i>	-0,822	0,6758	Sangat kuat
Isian Bahan Peledak Terhadap <i>Flying Rock</i>	0,745	0,5546	Kuat
<i>Powder Factor Terhadap Flying Rock</i>	0,718	0,5155	Kuat

#### 4. Kesimpulan

Parameter yang mempengaruhi arah lemparan *flying rock* adalah penentuan pola peledakan, *initiation point* dan penggunaan variasi waktu tunda sangat berpengaruh pada arah lemparan dari *flying rock*. Sedangkan parameter geometri peledakan yang mempengaruhi jarak *flying rock* adalah *burden*, *spacing*, *stemming* kedalaman lubang ledak, isian bahan peledak, *powder factor*. Dari hasil analisis regresi linier setiap parameter geometri peledakan, didapatkan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) *stemming* paling tinggi (0,6758) dan termasuk ke dalam katagori sangat kuat, sehingga geometri peledakan yang paling berpengaruh terhadap jarak lemparan *flying rock* adalah tinggi *stemming*.

#### Acknowledge

1. Allah SWT dan Rasulullah SAW. Ya Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang terima kasih banyak untuk segala nikmat, rezeki dan rahmat serta karunia yang selalu Engkau berikan sehingga hambamu dapat mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini. Ya Rasulullah SAW Engkaulah sebaik-baiknya tauladan Engkaulah sebaik-baiknya pemberi contoh dalam hal tawakal, sabar, dan ikhlas bagiku
2. Dosen dan Staf Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, kepada Bapak Dr. Ir. Yunus Ashari, M.T. selaku Ketua Prodi, Bapak Noor Fauzi Isniarno, S.Si.,S.Pd., M.T. selaku Dosen Wali, Bapak Ir. Yuliadi, S.T, M.T. selaku Pembimbing, Bapak Zaenal, Ir., M.T. selaku Co-Pembimbing serta semua Dosen dan Staf yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, motivasi kepada penyusun.
3. Orang Tua dan Adikku, kepada kedua Orang Tua Bapak Sudarsono, Ibu Robiyati, Syamsul Ma'arif dan Fadilah Nurul Rahma yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, motivasi kepada penyusun
4. Keluarga Besar Tambang 2016, Kepada Keluarga Besar Tambang 2016 penyusun ucapkan terimakasih atas semua perjuangan yang telah dilalui Bersama serta selalu memberikan dukungan dan semangat.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ash, R. L, 1990, "Design of Blasting Round Surface Mining", B. A. Kennedy Editor, Society for Mining, Metallurgy, and Explotion, Inc.
- [2] Asuero, G.A, 2007, "The Correlation Coefficient : An Overview", Critical Reviews in Analytical Chemistry.
- [3] Bazzazi, Aghajani, 2010, "Flyrock Prediction by Multiple Regression Analysis in Esfordi Phosphate Mine of Iran ", Iran, Islamic Azad University.
- [4] Bhandari, S, 1997, "Engineering Rock Blasting Operation", Balkema Rotterdam, Brookfield.
- [5] Brown, Scott, 2009, "Multiple Linear Regression: A Matrix Approach With MATLAB., Alabana Journal of Mathematics.
- [6] Gelder, Van, 1927, "History of The Explosives Industry in America", America. The Ensign-

Bickford Company.

- [7] Ghasemi, Ibrahim, et al, 2012, "Development of an Empirical Model for Predicting The Effects of Controllable Blasting Parameters on Fly Rock Distance in Surface Mines", *Internasional Jurnal of Rock Mechanic and Mining Sciences*, 163-170.
- [8] Hemphill, 1981, "Blasting Operation", United States of America, McGraw-Hill, Inc.
- [9] Jimeno, C.L. et al, 1995, "Drilling and Blasting of Rock", A.A. Balkema Publishers.
- [10] Kejovic, Vladislav, 2005, "Flyrock Phenomena and Area Security in Blasting-related Accidents", *World Multidisciplinary Earth Sciences symposium, WMESS 2015*.
- [11] Khandelwal, Manoj, and Monjenzi, 2013, "Prediction of Flyrock in Open Pit Blasting Operation Using machine Learning Mrthod", *International Journal of Mining Science and Technology*.
- [12] Kurniawan, Robert. Yuniarto, Budi Manoj, 2016, "Analisis Regresi: Dasar dan Penerapannya dengan R", *Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbit*.
- [13] Lundborg, 1981, "The Probability of Fly Rock", *SveDeFo Report, DS 1981*.
- [14] Mauricio, 2017, "Identification of ANFO : Use of Luminescent taggants in post-blast Residues", *Forensic Science International*.
- [15] Mohamed, Fredj, et al, 2015, "Study of The Powder Factor in Surface Bench Blasting", *World Multidisciplinary Earth Sciences symposium, WMESS 2015*.
- [16] Monjezi, 2010, "Prediction of Flyrock and Backbreak in Open Pit Blasting Operation: A Neuro-Genetik Approach", *Saudi Society for Geosciences*.
- [17] Prion, Alan K. Susan, Hearling, Katie, 2014, "Making Sense Of Method and Measurements : Pearson Product Moment Correlation Coefficient", *Clinical Simulation in Nursing*.
- [18] Prion, Alan K, Susan, Hearling, Katie, 2020, "Making Sense Of Method and Measurements : Simple Linear Regression", *Clinical Simulation in Nursing*.
- [19] Richard, Alan B, Adrian J. Moore, 2005, "Golden Pike Cut Back Fly Rock Control and Calibration of a Predictive Model", *Terrock Consulting Engineers, Australia*.
- [20] Rustan, A, 1998, "Rock Blasting Terms and Symbols A Dictionary of Symbols and terms in Rock Blasting and Related Area Like Drilling", *Mining and Rock Mechanics. Rotterdam : Balkema*.
- [21] Suppajariyawat, Praew, 2019, "Classification of ANFO samples Based on their Fuel Composition by GC-MS and FTIR combined with Chemometrics", *Forensic Science International*.
- [22] Suyono, 2018, "Analisi Regresi Untuk Penelitian", *Yogyakarta: Deepbulish*
- [23] Taylor, Richard, 2010, "Macraes Phase III Vibration and Air Blast Assessment Orica Mining Services", *New Zealand*.
- [24] Walpope, Ronald E, 1993, "Pengantar Statistik Edisi III", *Gramedia Pustaka Tama, Jakarta*.
- [25] D Rana Antariksa, Yuliadi, Zaenal. (2021). *Rancangan Geometri Rencana Lereng Akhir Waste Dump terhadap Displacment Batuan Dasar Area Waste Dump PT X Kecamatan Palimanan, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat*. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 1(1), 22-29.