

p-ISSN: 2962-4738 e-ISSN: 2962-4584

Vol. 2 No. 10 Oktober 2023

**ANALISIS JARAK LEMPARAN FLYROCK UNTUK MEMINIMALISIR
RADIUS AMAN ALAT PADA PANEL L0-K1, PT. HARMONI PANCA UTAMA
JOBSITE DTA, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN
TIMUR****Sokkia Sokisha, Lucia Litha Respati, Revia Oktaviani, Tommy Trides, Albertus
Juvensius Pontus**

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

Email: luciorespati@ft.unmul.ac.id

Abstrak

Salah satu efek terhadap lingkungan dari kegiatan peledakan yaitu adanya flyrock. Flyrock adalah fragmentasi batuan yang terlempar akibat hasil peledakan. Fragmentasi batuan ini apabila terlempar melebihi radius aman dapat mengakibatkan kerusakan untuk alat mekanis dan dapat mengakibatkan cedera bahkan kematian untuk manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak lemparan maksimum flyrock aktual di lapangan serta faktor yang mempengaruhi terjadinya flyrock. Penelitian ini dilakukan pada panel L0-K1 PT. Harmoni Panca Utama Jobsite DTA, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur. Pengamatan jarak lemparan maksimum flyrock aktual dilakukan sebanyak 31 kali pengamatan dan diperoleh jarak lemparan maksimum flyrock aktual yaitu 119,53 m. Dari 31 kali pengamatan di lapangan, kegiatan peledakan yang dilakukan masuk kedalam kategori energi terkontrol dengan nilai rata-rata Scale Depth Of Burial yaitu 1,31 m/kg^{1/3}. Untuk memprediksi flyrock secara teoritis digunakan metode empirik Richard & Moore serta metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi. Dari kedua teori tersebut, teori Ebrahim Ghasemi merupakan teori yang paling mendekati dengan hasil aktual di lapangan dengan persentase kesalahan paling kecil yaitu 14,18 %. Dari hasil korelasi antara parameter peledakan terhadap flyrock aktual di lapangan diperoleh faktor yang paling berpengaruh terhadap terjadinya flyrock adalah stemming. Maka dari itu diberikan rekomendasi berupa tinggi stemming untuk memperkecil jarak lemparan flyrock. Setelah dilakukan kegiatan trial dan error menggunakan data rekomendasi, radius aman alat dapat di minimalisir menjadi 230 m.

Kata Kunci: Flyrock, Scale Depth Of Burial, Prediksi Flyrock Teoritis, Stemming, Radius Aman.

Abstract

One of the environmental effects of blasting activities is the presence of flyrock. Flyrock is the fragmentation of rock thrown as a result of blasting. Fragmentation of this rock if thrown beyond a safe radius can result in damage to mechanical devices and can result in injury and even death to humans. This study aims to determine the maximum throw distance of the actual flyrock in the field as well as factors that affect the occurrence of flyrock. This research was conducted on panel L0-K1 PT. Harmony Panca Utama Jobsite DTA, Kutai Kartanegara regency, East Kalimantan province. Observation of the maximum throw distance of the actual flyrock was done 31 observations and obtained the maximum throw distance of the actual flyrock which is 119,53 m. From 31 observations in the field, blasting activities carried out into the category of controlled energy with an

average value of Scale Depth of Burial is 1.31 m/kg^{1/3}. To predict the theoretical flyrock using empirical methods Richard & Moore and Ebrahim Ghasemi dimensional analysis method. Of the two theories, Ebrahim Ghasemi's theory is the closest theory to the actual results in the field with the smallest percentage of error of 14,18 %. From the results of the correlation between the blasting parameters to the actual flyrock in the field obtained the most influential factor in the occurrence of flyrock is stemming. Therefore, recommendations are given in the form of stemming height to minimize the distance of the flyrock Throw. After doing trial and error activities using recommendation data, the safe radius of the tool can be minimized to 230 m.

Keywords: Flyrock, Scale Depth Of Burial, Theoretical Flyrock Predictions, Stemming, Safe Radius.

PENDAHULUAN

Kegiatan peledakan selain mengakibatkan hancurnya batuan juga dapat menimbulkan efek peledakan yang dianggap memiliki risiko tinggi yang dapat mengancam keselamatan para pekerja serta dapat mengganggu lingkungan sekitar. Salah satu efek terhadap lingkungan dari kegiatan peledakan yaitu adanya flyrock. Flyrock adalah fragmentasi batuan yang terlempar akibat hasil peledakan. Fragmentasi batuan ini apabila terlempar melebihi radius aman dapat mengakibatkan kerusakan untuk alat mekanis dan dapat mengakibatkan cedera bahkan kematian untuk manusia.

Berdasarkan KEPMEN 1827 Tahun 2018, jarak aman bagi alat dan fasilitas pertambangan yaitu 300 meter dan manusia 500 meter dari batas terluar peledakan. Akan tetapi permasalahan yang terjadi dilapangan adalah jarak serta lemparan flyrock akibat aktivitas peledakan selalu variatif meskipun dengan desain dan jumlah lubang ledak yang sama sehingga dirasa perlu untuk dilakukan penelitian untuk membuktikan secara teoritis dan juga perhitungan aktual mengenai perkiraan arah serta jarak maksimum dari lemparan flyrock.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian ini untuk menganalisis mengenai jarak lemparan flyrock serta parameter peledakan yang berpengaruh sehingga dapat dibuat rekomendasi yang sesuai untuk mengontrol lemparan flyrock sehingga radius aman alat dapat diminimalisir.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif dengan pengumpulan data terbagi menjadi 2 yaitu data primer yang didapatkan secara langsung pada lokasi penelitian dan data sekunder yang diperoleh dari arsip data perusahaan tempat melakukan penelitian.

Metode Pengumpulan Data

Data primer yang dibutuhkan pada penelitian kali ini berupa data jarak aktual lemparan maksimum flyrock, geometri peledakan aktual dan dokumentasi lapangan. Data sekunder berupa aksesoris peledakan, jumlah bahan peledakan yang digunakan, peta kesampaian daerah serta peta geologi regional daerah penelitian.

Metode Analisis Data

Data lemparan maksimum aktual flyrock dibandingkan dengan prediksi flyrock secara teoritis untuk melihat dari teori yang digunakan mana yang mendekati dengan hasil aktual dilapangan. Dalam menghitung prediksi Flyrock secara teoritis digunakan metode empirik Richard & Moore dan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi. Setelah itu dilakukan perhitungan Scale Dept Of Burial untuk mengetahui kegiatan peledakan yang dilakukan masuk kedalam kategori energi terkontrol/tidak terkontrol. Untuk mengetahui faktor terbesar yang mempengaruhi flyrock dilakukan dengan mengkorelasikan parameter peledakan terhadap flyrock aktual dilapangan. Selanjutnya di berikan rekomendasi untuk memperkecil jarak lemparan flyrock dan dilakukan kegiatan trial & error menggunakan data rekomendasi. Dari hasil kegiatan trial & error akan dianalisis jarak aman alat berdasarkan lemparan maksimum flyrock.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan lemparan maksimum *Flyrock* aktual dilapangan dilakukan sebanyak 31 kali pengamatan. Setelah diperoleh data aktual, dilakukan perhitungan *flyrock* prediksi menggunakan teori Richard & Moore serta teori Ebrahim Ghasmi. Adapun hasil perhitungannya sebagai berikut:

Tabel 1. *Flyrock* Aktual dan Teoritis

No	Tanggal	No. Of Blast	Prediksi Jarak Lemparan <i>Flyrock</i> Teoritis			Jarak <i>Flyrock</i> Act (m)
			Richard & Moore		Ebrahim Ghasemi (m)	
			Face Burst (m)	Cratering (m)		
1	20-Jun-23	407	79,43	67,28	79,06	89,04
2	21-Jun-23	408	-	173,72	122,82	119,53
3	22-Jun-23	409	82,81	49,61	68,99	43,29
4	23-Jun-23	411	80,09	122,40	93,98	102,33
5		412	88,63	111,41	84,09	99,58
6	24-Jun-23	414	79,22	52,45	68,29	70,42
7	25-Jun-23	416	34,32	74,63	72,75	67,68
8		417	109,92	136,45	96,96	108,36
9	26-Jun-23	419	-	145,55	103,91	105,43
10		420	51,87	105,76	89,62	110,51
11	27-Jun-23	421	188,33	87,58	78,14	108,76
12		422	101,05	65,27	72,17	65,32
13		423	227,95	90,78	80,78	98,46
14	30-Jun-23	424	-	76,07	75,89	69,45
15		425	41,47	76,39	76,12	66,70
16	01-Jul-23	426	50,68	144,93	85,68	95,70
17		427	51,07	80,93	77,87	70,85
18		428	81,28	117,36	87,80	65,80
19	02-Jul-23	430	86,38	37,85	63,92	69,30
20		431	-	77,06	83,98	95,73
21		432	63,50	31,91	55,96	63,74
22	03-Jul-23	434	102,11	41,32	63,87	75,10
23		435	103,04	53,27	72,58	80,21
24		436	95,89	65,68	78,89	89,40
25	04-Jul-23	437	88,63	91,17	85,62	86,73
26		438	-	132,36	105,26	95,30
27	05-Jul-23	439	78,78	60,00	70,67	55,67
28		440	90,18	46,49	62,91	49,34
29		441	-	165,84	113,89	115,30
30	07-Jul-22	444	77,64	127,94	101,06	96,45
31		445	-	197,51	110,74	87,45
Rata-Rata			88,93	93,77	83,36	84,42
Lemparan Maksimum			227,95	197,51	122,82	119,53
Lemparan Minimum			34,32	31,91	55,96	43,29

Dari hasil perhitungan secara teoritis untuk 31 kali pengamatan dilapangan, tidak ada lemparan *flyrock* yang mencapai jarak 300 meter begitupun secara aktual dilapangan. Berdasarkan metode Richard & Moore prediksi lemparan *flyrock* terjauh untuk *face burst* yaitu

227,95 meter dan *cratering* yaitu 197,51 meter. Berdasarkan teori Ebrahim Ghasemi prediksi lemparan *Flyrock* terjauh yaitu 122,82 meter.

Scale Depth Of Burial

Berikut merupakan hasil perhitungan *Scale Depth Of Burial*:

Tabel 2. Nilai Scale Depth Of Burial

No	Tanggal	No. Of Blast	Diameter (mm)	PC (m)	Stemming (m)	Densitas Peledak (gr/cm ³)	Bahan	m	SDOB m/kg ^{1/3}
1	20-Jun	407	200	3,05	4,16	0,85		10,00	1,38
2	21-Jun	408	200	1,20	2,89	0,85		5,98	1,11
3	22-Jun	409	200	2,84	4,68	0,85		10,00	1,52
4	23-Jun	411	200	2,80	3,31	0,85		10,00	1,15
5		412	200	3,54	3,43	0,85		10,00	1,18
6	24-Jun	414	200	3,19	4,58	0,85		10,00	1,49
7	25-Jun	416	200	3,66	4,00	0,85		10,00	1,33
8		417	200	2,53	3,17	0,85		10,00	1,11
9	26-Jun	419	200	2,41	3,09	0,85		10,00	1,09
10		420	200	3,71	3,50	0,85		10,00	1,20
11	27-Jun	421	200	3,65	3,76	0,85		10,00	1,27
12		422	200	3,29	4,21	0,85		10,00	1,39
13		423	200	3,52	3,71	0,85		10,00	1,26
14	30-Jun	424	200	3,36	3,97	0,85		10,00	1,33
15		425	200	3,66	3,96	0,85		10,00	1,33
16	01-Jul	426	200	2,81	3,10	0,85		10,00	1,09
17		427	200	3,87	3,88	0,85		10,00	1,30
18		428	200	3,12	3,36	0,85		10,00	1,16
19	02-Jul	430	200	2,38	5,19	0,85		10,00	1,65
20		431	200	2,05	3,95	0,85		10,00	1,32
21		432	200	2,54	5,54	0,85		10,00	1,75

No	Tanggal	No. Of Blast	Diameter (mm)	PC (m)	Stemming (m)	Densitas Peledak (gr/cm ³)	Bahan	m	SDOB m/kg ^{1/3}
22	03-Jul	434	200	2,2 2	5,02	0,85		10,0 0	1,61
23		435	200	1,7 6	4,55	0,85		8,78	1,51
24		436	200	2,5 0	4,20	0,85		10,0 0	1,39
25	04-Jul	437	200	2,5 3	3,70	0,85		10,0 0	1,26
26		438	200	2,7 0	3,21	0,85		10,0 0	1,12
27	05-Jul	439	200	2,9 3	4,35	0,85		10,0 0	1,43
28		440	200	2,3 3	4,80	0,85		10,0 0	1,55
29		441	200	1,6 5	2,94	0,85		8,23	1,07
30	07-Jul	444	200	3,8 2	3,25	0,85		10,0 0	1,13
31		445	200	2,1 6	2,75	0,85		10,0 0	1,00
Rata2									1,31

Nilai rata-rata dari *Scale Depth Of Burial* selama 31 kali pengamatan dilapangan yaitu 1,31 m/kg^{1/3}. Maka dari itu, kegiatan peledakan pada panel L0-K1 sudah masuk kedalam energi terkontrol. Dimana ditandai dengan fragmentasi baik, volume yang terbongkar besar, *vibration*, *air blast*, dan *flyrock* masih dapat diterima.

Standar Deviasi dan Persentase Kesalahan

Berikut merupakan hasil perhitungan standar deviasi dan persentase kesalahan:

Tabel 3. Nilai SD dan % Error

<i>Flyrock</i> Teoritis		Standar Deviasi (m)	% Error
Richard & Moore	<i>Face Burst</i>	41,03	37,06
	<i>Cratering</i>	33,35	28,88
<i>Ebrahim Ghasemi</i>		13,12	14,18

Dari tabel tersebut diketahui teori Ebrahim Ghasemi merupakan teori yang paling mendekati dengan aktual dilapangan karena memiliki nilai standar deviasi dan persen *error* paling kecil.

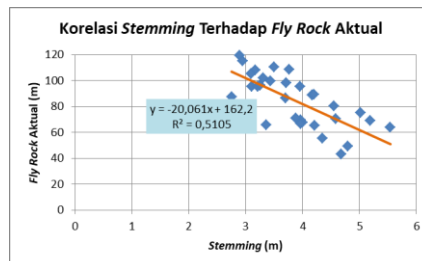
Faktor Yang Mempengaruhi *Flyrock*

Beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya *flyrock* diantaranya kedalaman lubang ledak, jarak *burden* dan *spacing*, jarak *burden* ke *freeface*, ketinggian *stemming*, ketinggian *powder column*, *powder factor* dan jumlah bahan peledak yang digunakan. Parameter peledakan ini dikorelasikan dengan *flyrock* aktual dilapangan untuk mengetahui parameter apakah yang memiliki pengaruh paling besar terhadap terjadinya lemparan *flyrock*.

Berikut merupakan hasil korelasi parameter peledakan terhadap lemparan *Flyrock*:

Tabel 4. Korelasi Parameter Peledakan Terhadap *Flyrock*

No.	Parameter Peledakan	R ²	R	Interpretasi Koefisien Determinasi
1	<i>Hole Depth</i>	0,3299	0,57	Hubungan Sedang
2	<i>Burden</i>	0,0002	0,01	Hubungan Lemah
3	<i>Spacing</i>	0,041	0,20	Hubungan Lemah
4	<i>Burden Face</i>	0,0671	0,26	Hubungan Lemah
5	<i>Stemming</i>	0,5105	0,71	Hubungan Kuat
6	<i>Powder Column</i>	0,0382	0,20	Hubungan Lemah
7	<i>Powder Factor</i>	0,0292	0,17	Hubungan Lemah
8	Jumlah Bahan Peledak (ANFO)	0,0382	0,20	Hubungan Lemah



Gambar 1. Hasil Korelasi *Stemming*

Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa *stemming* memiliki pengaruh paling besar terhadap lemparan *flyrock* dilapangan. Maka dari itu, diberikan rekomendasi berupa ketinggian *stemming*.

Rancangan Tinggi *Stemming*

Dalam merancang ketinggian *stemming*, dilakukan dengan menganalisis jarak *Flyrock* teoritis menggunakan rumus Ebrahim Ghasemi yang sudah di peroleh nilai konstantanya dan juga dianalisis menggunakan rumus *Scale Depth Of Burial* agar hasil peledakannya masuk kedalam kategori energi terkontrol. Berikut merupakan rekomendasi tinggi *stemming*:

Tabel 5. Rancangan Ketinggian *Stemming*

Trial dan Error Prediksi Ebrahim Ghasemi												
No	H	Dec	B	S	St	P	D	PF	Q	Fd	SDO	Rancangan Ketinggian <i>Stemming</i>
1	3		7	8	2,6	0,4	0,2	0,18	30,24	151,73	1,28	2,6
2	3,5		7	8	3,0	0,5	0,2	0,18	35,28	128,36	1,38	3
3	4		7	8	3,3	0,7	0,2	0,18	40,32	113,68	1,38	3,3
4	4,5		7	8	3,5	1	0,2	0,18	45,36	104,27	1,35	3,5
5	5		7	8	3,8	1,2	0,2	0,18	50,40	94,20	1,39	2,7 Sampai 3,8
6	5,5		7	8	4,0	1,5	0,2	0,18	55,44	87,57	1,40	2,6 Sampai 4
7	6,0		7	8	4,1	1,9	0,2	0,18	60,48	83,43	1,37	2,6 Sampai 4,1
8	6,5		7	8	4,2	2,3	0,2	0,18	65,52	79,70	1,39	2,5 Sampai 4,2
9	7,0	1	7	8	4,1	1,9	0,2	0,18	70,56	79,35	1,37	2,5 Sampai 4,1
10	7,5	1	7	8	4,2	2,3	0,2	0,18	75,60	76,07	1,39	2,5 Sampai 4,2
11	8	1	7	8	4,2	2,8	0,2	0,18	80,64	74,50	1,39	2,5 Sampai 4,2

1 2	8, 5	1	7	8	4, 2	3, 3	0, 2	0,1 8	85, 68	73,0 4	1,39	2,5 Sampai 4,2
1 3	9	1	7	8	4, 2	3, 8	0, 2	0,1 8	90, 72	71,7 0	1,39	2,5 Sampai 4,2
1 4	7, 0	1,3	7	8	4	1, 7	0, 2	0,1 8	70, 56	80,9 7	1,37	2,5 sampai 4
1 5	7, 5	1,3	7	8	4, 2	2	0, 2	0,1 8	75, 60	76,0 7	1,39	2,5 sampai 4,2
1 6	8	1,3	7	8	4, 2	2, 5	0, 2	0,1 8	80, 64	74,5 0	1,39	2,5 sampai 4,2
1 7	8, 5	1,3	7	8	4, 2	3	0, 2	0,1 8	85, 68	73,0 4	1,39	2,5 sampai 4,2
1 8	9	1,3	7	8	4, 2	3, 5	0, 2	0,1 8	90, 72	71,7 0	1,39	2,5 sampai 4,2

Percobaan *Trial & Error*

Kegiatan *trial* dilakukan dari tanggal 24 Juli – 27 Juli 2023 di Panel L0-K1, PT. Harmoni Panca Utama *Jobsite* DTA. Dimana kegiatan *trial* ini prosesnya sama dengan proses pengambilan data dilapangan.

Tabel 6. Hasil Kegiatan *Trial & Error*

No	Tanggal	No. Of Blast	Kondisi Lubang	Hole Depth (m)	Diameter (mm)	Burden (m)	Spacing (m)	Stemming (m)	PC (m)	ANFO (kg)	LD (kg/m)	PF (kg/bcm)	Jarak <i>Flyrock</i> Teoritis (m)	Jarak <i>Flyrock</i> Act (m)
1	24/07/ 23	47 4	70% Kering, 30% Basah	7,4 3	200	6,3 6	7,1 9	3,9 8	2,8 1	74,93	26,6 9	0,2 2	76,6 1	74,58
2	25/07/ 23	47 5	65% Kering, 35% Basah	6,9 7	200	6,7 0	7,1 9	4,3 3	2,6 3	70,22	26,6 9	0,2 1	72,9 8	78,41
3	26/07/ 23	47 6	95% Basah, 5% Kering	5,5 7	200	6,7 5	7,6 2	3,8 4	1,7 3	46,20	26,6 9	0,1 6	88,4 8	114,0 0
4	27/07/ 23	47 7	70% Kering, 30% Basah	8,1 2	200	7,2 9	7,4 8	3,0 7	3,7 5	100,1 0	26,6 9	0,2 3	93,5 2	89,25
5		47 8	70% Kering, 30% Basah	7,3 4	200	5,1 5	7,9 7	4,4 9	2,5 5	68,13	26,6 9	0,2 3	72,4 9	75,69

Dikutip dari Rande, dkk (2021), mengacu pada teori dari Richard & Moore serta rekomendasi *Terrock Consulting Engineer* rekomendasi radius aman yaitu 2 kali lemparan maksimum *flyrock*. Dari data tersebut diketahui, jarak lemparan *flyrock* terjauh selama kegiatan *trial* yaitu pada lokasi 476 dengan jarak 114 m. Dengan demikian, berdasarkan hasil *trial* menggunakan tinggi *stemming* yang telah direkomendasikan radius aman alat dapat diminimalisir menjadi 228 meter atau dibulatkan menjadi 230 meter.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian sebanyak 31 kali pengamatan dilapangan, diperoleh lemparan maksimum *flyrock* yaitu 119,53 m. Adapun faktor terbesar yang mempengaruhi lemparan *flyrock* aktual dilapangan yaitu *stemming*. Dengan menggunakan rancangan ketinggian *stemming* usulan, berdasarkan kegiatan *trial* & error diperoleh jarak lemparan maksimum *flyrock* yaitu 114 m. Maka dari itu, radius aman alat dapat diminimalisir menjadi 2 kali lemparan maksimum yaitu 228 m atau dibulatkan menjadi 230 m.

BIBLIOGRAFI

- Abdurrachman, A., Saptono, S., dan Wiyono, B., 2015, Analisis *Flyrock* Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan *Overburden* Penambangan Batubara, *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-8 Academia Industry Linkage* 15-16 Oktober 2015; Graha Sabha Pramana.
- Anonim, 2018, Modul Pelatihan Ahli Peledakan Pekerjaan Konstruksi BLE-07 = Pola Peledakan, Departemen Pekerjaan Umum
- Bhandari, S., 1997, *Engineering Rock Blasting Operations*, J.N.V. University, India.
- Ghasemi, E., Sari, M., dan Ataei, M., 2012, *Development Of An Empirical Model For Predicting The Effects Of Controllable Blasting Parameters On Flyrock Distance In Surface Mines*, *International Journal of Rock Mechanics & Mining Sciences Volume 52, Pages* 163-170.
- KEPMEN 1827, 2018, Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik, Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral Republik Indonesia.
- Konya, C. J., 1995, *Blast Design*, *Internasional Development Corporation Montville, Ohio 44064, U.S.A.*
- Konya, C. J., dan Edward, E. J., 1991, *Rock Blasting And Overbreak Control*, *National Highway Institute.*
- Lawangan, F., 2022, Studi Pengaruh *Powder Factor* Terhadap Fragmentasi Peledakan Dan Produktivitas Alat Gali Muat Di Pit 2 Dan Pit 7 PT. Ansaf Inti Resources Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur, Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Nababan, S. V. A., Santoso, E., dan Kartini, 2022, Analisis Prediksi Jarak Lemparan *Flyrock* Pada Kegiatan Peledakan Di PT Darma Henwa, *Jurnal Himasapta*, Vol. 7, No. 2, Agustus 2022 : 79 – 82.
- Novrianto, 2020, Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap *Flyrock* Hasil Peledakan Di PT. Bintang Sumatra Pacific Kec. Pangkalan Kab. Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat, STTI Padang.
- Putri, H. A., Yuliadi, dan Marmer, D., 2017, Analisis Arah dan Jarak Lemparan *Flyrock* Akibat Kegiatan Peledakan di PT. Dahana *Jobsite* PT Adaro Indonesia, Kabupaten Tabalong, Provinsi Kalimantan Selatan, Teknik Pertambangan, Gelombang 2, Tahun Akademik 2016-2017.
- Ramadhan, R., dan Yulhendra, D., 2020, Kajian Potensi *Flying Rock* Peledakan Terhadap Radius Aman Alat Peremuk *Crusher* di CV Tekad Jaya Halaban, Kabupaten Lima Puluh, Kota Sumatera Barat, *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 5, No. 3.

- Rande, A. A., dan Yulianti, A., 2021, Analisis *Flyrock* Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan Batuan Andesit Di Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat, *PROMINE*, Juni 2021, Vol. 9 (1), Halaman 23 – 28.
- Richard, A. B., dan Moore, A. J., 2005, *Golden Pick Cut-Back Flyrock Control And Calibration Of A Predictive Model*, *Terrock Consulting Engineer*.
- Rosyad, F., Zaenal, dan Solihin, 2016, Evaluasi Geometri Peledakan Untuk Menghasilkan Fragmentasi Yang Di Inginkan Pada Kegiatan Pemberaian Batuan Andesit di PT. Mandiri Sejahtera Sentra, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat, *Jurnal Volume 2, No. 1*, Tahun 2016.
- Rusli, Har., 2016, Modul Guru Pembelajar Paket Keahlian Geologi Pertambangan, KEMENDIKBUD, Medan.
- Rustan, A., 1998, *Rock Blasting Terms And Symbols*, *Lulea University of Technology, Sweden*.
- Stiehr, J. F., 2011, *ISEE Blasters' Handbook 18th Edition*, *Internasional Society of Explosives Engineers, USA*.
- Sunaryadi, T. A., 2011, Penyusunan Program Aplikasi Komputasi Perancangan Peledakan Pada Tambang Terbuka Dengan Menggunakan Bahasa Pemrograman Visual Basic 6, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta.
- Supriatna, S., Sukardi, Rustandi, E., 2011, Peta Geologi Lembar Samarinda, Kalimantan, Pusat Survei Geologi, Bandung.
- Suryadi, dan Kopa, R., 2019, Analisis Geometri Peledakan untuk Meminimalisir Jarak Lemparan Batuan (*Flyrock*) pada Peledakan Tambang Terbuka PT Ansar Terang Crushindo II Pangkalan Sumatera Barat Dengan Visualisasi menggunakan Drone DJI Phantom 4, *Jurnal Bina Tambang*, Vol. 4, No. 3.
- Taylor, R., 2010, *Macraes Phase III Vibration and Air Blast Assessment*, *Orica Mining Sevice, Oceana Gold (New Zealand) Limited*.
- Triyanda, A., dan Kopa, R., 2021, Kajian Teknis Lemparan *Flyrock* pada Pit 303 Jembayan PT. Pamapersada Nusantara Distrik Baya, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, *Jurnal Bina Tambang*, Vol.6, No.2.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.