

Penentuan Tinggi *Stemming* Dan Jarak *Burden* Berdasarkan Jarak *Flyrock* Di Pit Inul Middle Panel 3 PT. Kaltim Prima Coal Kalimantan Timur

Yekeskiel Nimsi¹, Windhu Nugroho², Revia Oktaviani³

Teknik Pertambangan, Universitas Mulawarman

Korespondensi : yekeskielnimsi908@email.ac.id.

ABSTRAK

Pengupasan *overburden* dengan metode peledakan lebih ekonomis dari pada menggunakan alat mekanis. Salah satu dampak yang ditimbulkan akibat aktivitas peledakan yaitu *flyrock*. *Flyrock* mempengaruhi seberapa jauh manusia dan unit untuk dievakuasi saat kegiatan peledakan berlangsung, sehingga dengan melakukan pengendalian terhadap *flyrock* jarak evakuasi dapat di kurangi berdasarkan kajian yang ada, sesuai dengan Kepmen No. 1827.K/30/MEM/2018. Dengan menggunakan persamaan Richard dan Moore jarak lemparan *flyrock* dapat diprediksi dengan pendekatan terhadap nilai konstanta disesuaikan dengan kondisi aktual di Pit Inul Middle. Hasil penelitian menunjukkan terdapat beberapa faktor yang berpengaruh untuk terjadinya *flyrock* yaitu *burden* dengan nilai koefisien determinasi 0,5183 dan tinggi *stemming* dengan nilai koefisien determinasi 0,4142 kedua factor tersebut mempunyai korelasi yang moderat (sedang atau cukup) terhadap *flyrock*. Jarak rata-rata *flyrock* aktual yang terjadi saat pengambilan data yaitu 11,58 meter dan paling terjauh 39.74 meter. Dengan diketahuinya prediksi lemparan maksimum *flyrock* dan mempertimbangkan *safety factor* alat, dapat ditetapkan standar nilai variabel tinggi *stemming* dan *burden* yaitu paling minimum 2 meter.

Kata kunci: Lemparan maksimum *flyrock*, nilai konstanta *flyrock*, radius aman

ABSTRACT

Stripping overburden using the blasting method is more economical than using equipment. One of the impacts caused by blasting activities is flyrock. Flyrock influences how far people and units have to be evacuated during blasting activities, so by controlling flyrock the evacuation distance can be reduced based on existing studies, in accordance with Ministerial Decree No. 1827.K/30/MEM/2018. By using the Richard and Moore equation, the distance of the flyrock throw can be predicted by approaching constant values adjusted to the actual conditions at Pit Inul Middle. The research results show that there are several factors that influence the occurrence of flyrock, namely burden with a coefficient of determination value of 0.5183 and stemming height with a coefficient of determination value of 0.4142. Both of these factors have a moderate (medium or sufficient) correlation with flyrock. The actual average distance of flyrock that occurred during data collection was 11.58 meters and the furthest was 39.74 meters. By knowing the prediction of the maximum flyrock throw and considering the safety factor of the equipment, standard values for the stemming and burden height variables can be set, namely a minimum of 2 meters.

Keyword: Maximum flyrock throw, flyrock constant value, safe radius

PENDAHULUAN

Kegiatan peledakan merupakan suatu aktivitas yang krusial dalam tambang terbuka, dimana semakin cepat *overburden* terbongkar semakin cepat pula batubara tertambang. Arah kemajuan tambang yang semakin mendekat ke area publik memerlukan perhatian khusus jika ingin melakukan kegiatan peledakan. Terdapat kendala dalam proses pemindahan warga yang rumahnya berada dekat dengan area tambang sementara aktivitas tambang harus tetap berjalan.

Sebelum peledakan dilaksanakan, evakuasi tidak hanya dilakukan di area tambang saja melainkan juga bagi pemukiman dan jalan raya yang berada didalam radius peledakan, hal ini sangat berdampak terhadap waktu yang dibutuhkan untuk melakukan peledakan, yang berpengaruh terhadap *loss time* produksi. Selain itu peledakan yang dilakukan harus terkontrol dengan baik untuk vibration dan *flyrock* yang dihasilkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini untuk mengkaji jarak lemparan batuan sehingga dapat menentukan tinggi *stemming* dan *burden* berdasarkan jarak *flyrock* yang dihasilkan sehingga peledakan dapat terkontrol baik didalam maupun diluar tambang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggabungkan antara keadaan aktual dan teori, dimana *flyrock* aktual sebagai masukan data untuk mencari konstanta yang kemudian digunakan untuk perhitungan *flyrock* teoritis menggunakan teori Richard & Moore (2005), sehingga dapat menentukan standar minimum *stemming* dan *burden*. Metode langsung (primer) merupakan metode di mana data yang dibutuhkan diambil secara langsung di lapangan, adapun data yang dikumpulkan adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran kedalaman *stemming* aktual
Pengukuran ini diperlukan sebagai input data menghitung jarak lemparan batuan yang terjadi secara *cratering*. Pengukuran kedalaman *stemming* aktual dilakukan perlubang ledak menggunakan meteran.
2. Pengukuran *crest burden*
Crest burden merupakan jarak lubang ledak yang terdekat terhadap *freeface*. Pengukuran *crest burden* diperlukan untuk menghitung jarak lemparan batuan yang terjadi secara *faceburst*. Pengukuran *crest burden* dilakukan menggunakan meteran.



Gambar 1. Pengukuran tinggi *stemming* dan *crest burden*

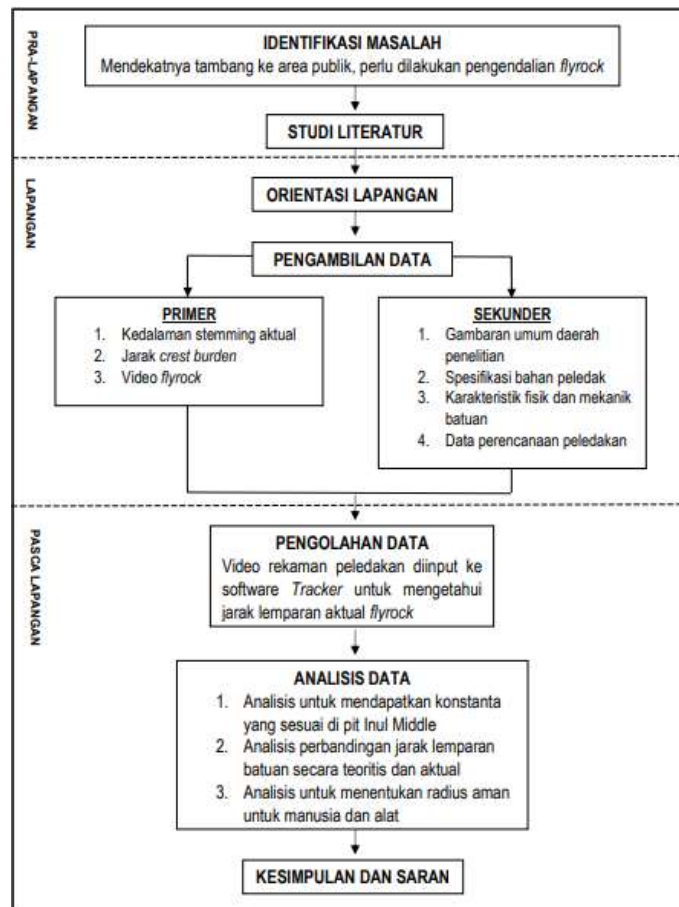
Pengambilan video *flyrock*

Pengambilan data dilakukan dengan merekam proses peledakan yang terjadi dengan menggunakan drone Dji Phantom 4. Video tersebut digunakan sebagai masukan data untuk menentukan jarak lemparan *flyrock* aktual menggunakan software Tracker.



Gambar 2. Software *Tracker* untuk mengetahui jarak lemparan *flyrock* aktual

Berikut merupakan diagram alir penelitian:



Gambar 3. Diagram alir penelitian

HASIL DAN ANALISIS

Penelitian dilaksanakan di Pit Inul Middle Panel 3 PT Kaltim Prima Coal, Sangatta Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur mulai dari 20 Oktober 2022 sampai dengan 6 Februari 2023. Pengambilan data dilakukan pada 7 lokasi yang berbeda. Analisis dilakukan per lubang ledak, sehingga dalam satu lokasi dapat diperoleh beberapa data yaitu berdasarkan lubang ledak yang menghasilkan *flyrock*.

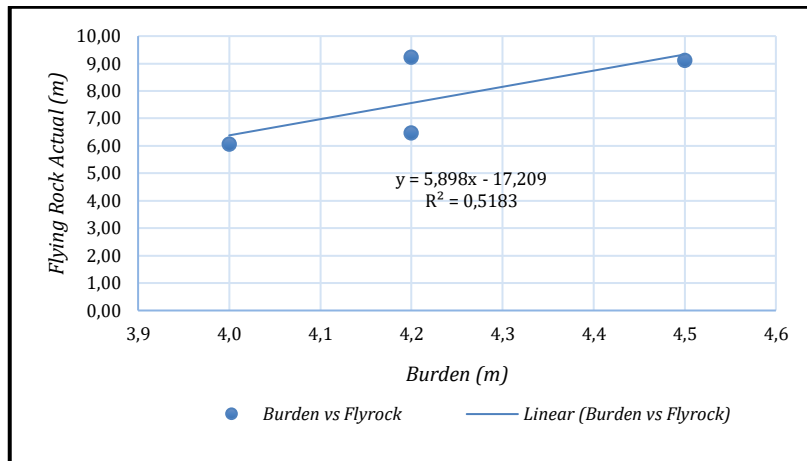
Perkembangan teknologi peledakan memungkinkan dilakukan peledakan dengan metode elektronik untuk blasting terkendali dengan menggunakan *uni tronic 600*, sehingga dapat diatur sedemikian rupa agar sesuai dengan *plan*. *Electronic detonator* digunakan karena memiliki tingkat keakuratan yang baik, serta dapat dipastikan bahwa tidak ada lubang ledak yang dapat meledak bersamaan.

Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi *Flyrock*

Flyrock merupakan efek peledakan yang paling berbahaya baik untuk alat dan juga manusia. Peledakan yang menimbulkan *flyrock* dapat dikatakan peledakan tersebut merupakan peledakan yang tidak baik. *Flyrock* di lapangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

Burden

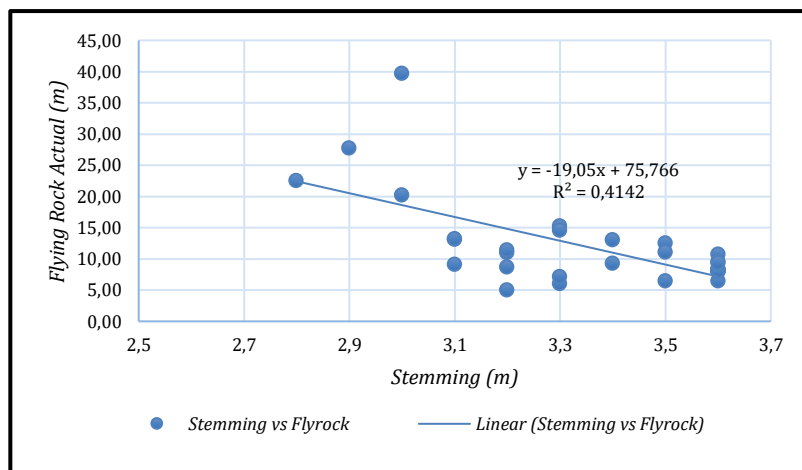
Burden sangat mempengaruhi lemparan maksimum batuan, *burden* yang terlalu kecil akan menyebabkan *flyrock* dengan mekanisme *face burst*. Hubungan *burden face* dan Lemparan maksimal terhadap *fly rock* dapat dilihat pada Gambar 4. Seperti yang terlihat pada dibawah panjang *burden* mempunyai korelasi dengan lemparan maksimum batuan. Hubungan keduanya mempunyai Koefisien determinasi (R^2) 0,5183 artinya lemparan maksimum batuan terdapat korelasi yang moderat (sedang atau cukup) dengan *burden* 51,8 % atau dengan kata lain besarnya pengaruh naik turunnya *burden* terhadap lemparan batuan maksimum adalah 52,8% sedangkan 47,2 % disebabkan oleh faktor lain.



Gambar 4. Hubungan Burden Terhadap Jarak *Flyrock* Aktual

Tinggi Stemming

Tinggi *stemming* juga mempengaruhi lemparan batuan, semakin rendah *stemming* yang digunakan maka potensi terjadinya *flyrock* pun juga akan besar. Hal ini dikarenakan dengan kecilnya *stemming coloumn* (tinggi *stemming*) atau dapat juga terjadi karena *overcharge*. Hubungan tinggi *stemming* dan lemparan maksimal dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan *Stemming* Terhadap Jarak *Flyrock* Aktual

Seperti yang terlihat pada Gambar 5, tinggi *stemming* mempunyai korelasi dengan lemparan maksimum batuan. Hubungan keduanya mempunyai Koefisien determinasi (R^2) 0,4142 artinya lemparan maksimum batuan mempunyai korelasi yang moderat (sedang atau cukup) dengan tinggi *stemming* 41,4 % atau dengan kata lain besarnya pengaruh naik turunnya tinggi *stemming* terhadap lemparan batuan maksimum adalah 41,4% sedangkan 58,6 % disebabkan oleh faktor lain.

Penentuan Konstanta Pit Inul Middle

Nilai konstanta yang digunakan berpengaruh besar terhadap perhitungan lemparan *flyrock* secara teoritis, dimana nilai konstanta dapat disesuaikan dengan kondisi aktual di Pit Inul Middle. Untuk perhitungan konstanta dibutuhkan data jarak lemparan *flyrock* aktual (L), kecepatan gravitasi (g), *charge mass* (m), burden (B), dan *stemming* (SH). Pada saat pengambilan data, diameter lubang ledak yang digunakan yaitu dengan diameter 200 mm dan menggunakan bahan peledak Fortis dengan berat jenisnya 1,175 kg/m³.

Tabel 1. Konstanta Mekanisme *Face Burst*

No	Blast Location	Hole Depth (m)	m (kg/m)	B (m)	Lmax Aktual	k
1	IM11_2_C11	10	36,9	4	6,05	4,47
	IM11_1_D12	9.4	36,9	4,2	9,3	5,91
2	IM21_4_J36	8.9	36,9	4,2	6,46	4,92
	IM21_2_J32	7.2	36,9	4,5	9,11	6,40

Tabel 2. Konstanta Mekanisme *Cratering*

No	Blast Location	Hole Depth (m)	m (kg/m)	SH (m)	Lmax Aktual (m)	k
1	IM21_1_I27	6	36,9	3	8,04	3,55
	IM21_1_G27	6,5	36,9	3,1	6,05	3,21
	IM21_1_I29	6.1	36,9	3	6,40	3,17
	IM21_1_E29	6.6	36,9	3,1	4,47	2,76
	IM21_2_J32	7.2	36,9	3,1	9,11	3,94
	IM21_2_I31	7	36,9	3,2	5,03	3,05
	IM21_4_J36	9	36,9	3,5	6,46	3,89
	IM11_2_A18	9,2	36,9	3,6	6,44	4,02
	IM11_2_A19	9.1	36,9	3,6	10,7	5,19
	IM11_2_B19	9.3	36,9	3,6	8,06	4,50
2	IM11_2_C18	8.4	36,9	3,3	15,28	5,54
	IM11_3_D18	7.9	36,9	3,2	11,01	4,51
	IM11_4_E16	7.6	36,9	3,1	13,16	4,74
	IM11_4_E15	7.8	36,9	3,2	11,43	4,60
	IM11_1_D12	9.5	36,9	4,1	9,22	5,70
	IM11_2_C11	10	36,9	4,4	6,05	5,06
	IM11_2_C13	9.4	36,9	3,7	7,14	4,39
	IM12_2_G26	10.1	36,9	4,6	11,02	7,24
	IM12_2_G27	10.8	36,9	4,8	27,33	12,05
	IM12_2_G28	10.4	36,9	4,5	14,21	7,99
3	IM09_3_F8	8.2	36,9	3,3	14,55	5,40
	IM09_3_D10	8.1	36,9	3,4	9,26	4,48
	IM09_3_B11	8,9	36,9	3,6	8,43	4,60
	IM09_3_F12	8.6	36,9	3,6	8,28	4,56
	IM09_3_F13	9.3	36,9	3,6	8,03	4,49
	IM09_3_E12	8.7	36,9	3,6	8,13	4,52
	IM09_3_E13	8.3	36,9	3,7	7,17	4,40
	IM09_3_D11	8	36,9	2,9	27,78	6,31
	IM09_3_D12	8,1	36,9	3,6	8,013	4,49
	IM09_3_C15	8.6	36,9	3,5	12,52	5,41
4	IM20_1_R35	9	36,9	3,6	9,57	4,91
	IM20_1_S34	7.5	36,9	3,2	8,68	4,01
	IM20_1_S33	7.7	36,9	3,1	13,26	4,75
	IM20_1_S32	8.1	36,9	3,4	13,01	5,31
	IM20_1_R32	9	36,9	3,6	9,4	4,86
	IM25_2_E16	8.2	36,9	3	20,21	5,62
5	IM25_2_G12	8.5	36,9	2,8	22,51	5,43
	IM25_2_F14	8.7	36,9	3,5	11,04	5,08
6	IM37_1_B11	9	36,9	3	39,74	7,89
	IM37_1_B14	8.3	36,9	3,3	7,16	3,79

Berdasarkan hasil uji empiris didapatkan nilai konstanta rata-rata dari mekanisme *cratering* dan *face burst* dengan nilai yaitu 5,03. Nilai konstanta ini mewakili seluruh lokasi di Pit Inul Middle. Konstanta



merupakan acuan untuk melakukan perhitungan prediksi *flyrock*, meskipun nantinya akan di sesuaikan dengan *safety factor* yang digunakan.

Analisis Lemparan Maksimum Batuan Secara Teoritis dan Aktual

Setelah mendapatkan nilai konstanta yang telah disesuaikan dengan kondisi aktual dilapangan, dilakukan perhitungan *flyrock* menggunakan teori Richard & Moore. Untuk mengetahui perbandingan jarak lemparan *flyrock* aktual dan teoritis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jarak Lemparan Batuan Teoritis Dan Aktual

No	Blast Location	Hole Depth (m)	m (kg/m)	SH (m)	B (m)	Lmax Teoritis (m)		Lmax Aktual (m)
						Face burst	Cratering	
1	IM21_1_I27	6	36,9	3	No Bench	-	16,16	8,04
	IM21_1_G27	6,5	36,9	3,1	No Bench	-	14,84	6,05
	IM21_1_I29	6.1	36,9	3	No Bench	-	16,16	6,40
	IM21_1_E29	6.6	36,9	3,1	No Bench	-	14,84	4,47
	IM21_2_J32	7.2	36,9	3,1	4,5	5,63	14,84	9,11
	IM21_2_I31	7	36,9	3,2	No Bench	-	13,67	5,03
	IM21_4_J36	9	36,9	3,5	4,2	6,74	10,83	6,46
	IM11_2_A18	9,2	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	6,44
2	IM11_2_A19	9.1	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	10,7
	IM11_2_B19	9.3	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	8,06
	IM11_2_C18	8.4	36,9	3,3	No Bench	-	12,62	15,28
	IM11_3_D18	7.9	36,9	3,2	No Bench	-	13,67	11,01
	IM11_4_E16	7.6	36,9	3,1	No Bench	-	14,84	13,16
	IM11_4_E15	7.8	36,9	3,2	No Bench	-	13,67	11,43
	IM11_2_C11	10	36,9	4,4	4	7,65	5,97	6,05
	IM11_2_C13	9.4	36,9	3,7	No Bench	-	9,37	7,14
3	IM11_1_D12	9.5	36,9	4,1	4,2	6,74	7,17	9,22
	IM12_2_G26	10.1	36,9	4,6	No Bench	-	5,32	11,02
	IM12_2_G27	10.8	36,9	4,8	No Bench	-	4,76	27,33
	IM12_2_G28	10.4	36,9	4,5	No Bench	-	5,63	14,21
	IM09_3_F8	8.2	36,9	3,3	No Bench	-	12,62	14,55
	IM09_3_D10	8.1	36,9	3,4	No Bench	-	11,67	9,26
	IM09_3_B11	8,9	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	8,43
	IM09_3_F12	8.6	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	8,28
4	IM09_3_F13	9.3	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	8,03
	IM09_3_E12	8.7	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	8,13
	IM09_3_E13	8.3	36,9	3,7	No Bench	-	9,37	7,17
	IM09_3_D11	8	36,9	2,9	No Bench	-	17,65	27,78
	IM09_3_D12	8,1	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	8,013
	IM09_3_C15	8.6	36,9	3,5	No Bench	-	10,83	12,52
	IM20_1_R35	9	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	9,57
	IM20_1_S34	7.5	36,9	3,2	No Bench	-	13,67	8,68
5	IM20_1_S33	7.7	36,9	3,1	No Bench	-	14,84	13,26
	IM20_1_S32	8.1	36,9	3,4	No Bench	-	11,67	13,01
	IM20_1_R32	9	36,9	3,6	No Bench	-	10,06	9,4
	IM25_2_E16	8.2	36,9	3	No Bench	-	16,16	20,21
6	IM25_2_G12	8.5	36,9	2,8	No Bench	-	19,34	22,51
	IM25_2_F14	8.7	36,9	3,5	No Bench	-	10,83	11,04
7	IM37_1_B11	9	36,9	3	No Bench	-	16,16	39,74
	IM37_1_B14	8.3	36,9	3,3	No Bench	-	12,62	7,16

Berdasarkan 40 data peledakan, didapatkan rata-rata lemparan maksimum *flyrock* selama pengamatan 11,58 meter dan paling terjauh 39,74 meter dan lemparan maksimum *flyrock* secara didapatkan lemparan maksimum batuan sejauh 7,65 meter untuk *face burst* dan 19,34 meter untuk *cratering*.

Penentuan Radius Aman Alat

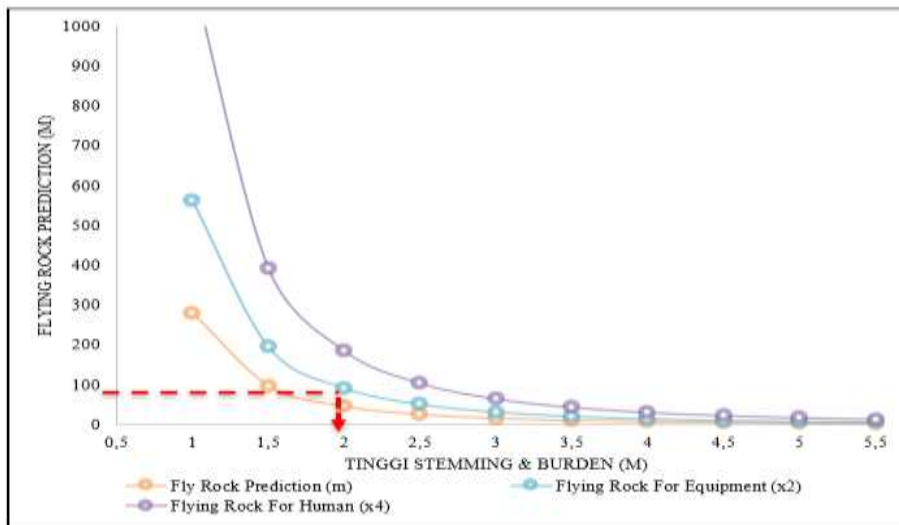
Jarak lemparan *flyrock* mempengaruhi seberapa jauh manusia dan unit untuk di evakuasi saat kegiatan peledakan berlangsung, sehingga dengan melakukan pengendalian terhadap *flyrock* jarak evakuasi dapat di kurangi. *Flyrock modeling* dilakukan untuk melihat pengaruh stemming dan *burden* terhadap jarak lemparan *flyrock*. Perhitungan *flyrock modelling* menggunakan persamaan dari teori Richard & Moore, dengan menggunakan konstanta yang telah disesuaikan dengan kondisi di Pit Inul Middle yaitu 5,03. Pada Gambar 5 menunjukkan grafik yang terbentuk dari perhitungan Tabel 4. Grafik ini dapat digunakan sebagai acuan untuk penentuan stemming dan *burden* pada jarak lemparan batuan maksimum yang diharapkan.

Tabel 4. *Flyrock Modelling*

Blast Geometry			Flyrock Teroritis (m)		Safety Factor Alat (x2)		Safety Factor Manusia (x4)	
B (m)	SH (m)	m (kg/m)	Face Burst	Cratering	Face Burst	Cratering	Face Burst	Cratering
1	1	36.9	281	281	562	562	1125	1125
1,5	1,5	36.9	98	98	196	196	392	392
2	2	36.9	46	46	93	93	186	186
2,5	2,5	36.9	26	26	52	52	104	104
3	3	36.9	16	16	32	32	65	65
3,5	3,5	36.9	11	11	22	22	43	43
4	4	36.9	8	8	15	15	31	31
4,5	4,5	36.9	6	6	11	11	23	23
5	5	36.9	4	4	9	9	17	17
5,5	5,5	36.9	3	3	7	7	13	13

Dalam penelitian ini penulis melakukan kajian pengurangan radius aman alat pada radius 200 meter. Untuk mengurangi radius aman alat pada radius 200 meter diperlukan upaya untuk mengendalikan *flyrock*. Dari *Trial* empiris yang dikembangkan St George, Richard & Moore menetapkan *safety factor* untuk alat 2 kali prediksi lemparan terjauh, dan untuk manusia 4 kali jarak *flyrock* terjauh.

Grafik dibawah digunakan sebagai acuan penentuan *stemming* dan *burden* berdasarkan jarak lemparan maksimum yang diharapkan. Garis panah merah menunjukan bahwa dengan menggunakan *stemming* dan *burden* 2 meter *flyrock* yang dihasilkan yaitu 93 meter untuk *safety factor* alat. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa radius aman 200 meter digunakan karena *flyrock* yang dihasilkan masih berada dibawah 200 meter.



Gambar 6. Grafik Jarak Lemparan Batuan vs Stemming dan Burden Berdasarkan *Flyrock Modelling*



ISSN: 1907-5995

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat diambil kesimpulan bahwa nilai konstanta untuk digunakan di Pit Inul Middle adalah 5,03 berdasarkan nilai rata-rata. Jarak lemparan *flyrock* aktual terjauh 39,74 meter. Sedangkan untuk perkiraan lemparan maksimum *flyrock* secara teoritis didapatkan 7,65 meter untuk *face burst* dan 19,34 meter untuk *cratering*. Untuk pengurangan radius jarak aman alat dapat dilakukan dengan peledakan terkendali. Berdasarkan *flyrock modeling* direkomendasikan tinggi *stemming* dan *burden* minimum adalah 2 meter.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang terus dilimpahkan setiap harinya, kepada dosen-dosen, segenap *engineer* dan *crew* di *Departement Drill and Blast* PT. Kaltim Prima Coal, Mas Rifai selaku pembimbing lapangan dan seluruh keluarga tercinta

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdurrachman, H., Saptono, S. dan Wiyono, B., 2015. Analisis Flyrock Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan Overburden Penambangan Batubara. Prosiding Seminar Nasional Kebumihan Ke-8. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta. Anggara, R., (2017). Teknik Peledakan. Balai Pendidikan Dan Pelatihan Tambang Bawah Tanah, Vol. 2 : 61.
- [2] Bhandari, S., 1997. Engineering Rock Blasting Operations. Balkema : Rotterdam
- [3] Elifson, K.W, and R. Runyon. 1990. Fundamental of Social Statistics. Second Edition. McGraw-Hill International Edition. Singapore.
- [4] Gokhale, B., (2011). *Rotary Drilling And Blasting In Large Surface Mines*. Press/Balkema
- [5] Keputusan Menteri ESDM Nomor 1827 Tahun 2018 tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik
- [6] Masda, R.S., 2021. Implementasi Bottom Air Deck dan Expand Pattern Secara Terintegrasi Dalam Rangka Optimalisasi Penggunaan Bahan Peledak Di Pit South Pinang PT Kaltim Prima Coal. Indonesian Mining Professionals Journal Volume 3, Jakarta
- [7] Moelhim, K., 1990. Teknik Peledakan. Universitas Teknologi Bandung : Bandung
- [8] Richard, Alan B., Adrian J. Moore., 2005. Golden Pike Cut Back Fly Rock Control and Calibration of a Predictive Model. Terrock Consulting Engineers, Australia.
- [9] Suwandhi, A., 2004. Teknik Peledakan. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara : Bandung
- [10] Taylor, R., 2010. Macraes Phase III Vibration and Air Blast Assessment Orica Mining Services, New Zealand.