

TUGAS AKHIR

**ANALISIS LEMPARAN *FLYROCK* UNTUK MENDAPATKAN RADIUS
AMAN ALAT 100 METER PADA *PIT 303* JEMBAYAN
PT PAMAPERSADA NUSANTARA DISTRIK BAYA
KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA
KALIMANTAN TIMUR**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Serjana Teknik
pada Program S-1 Teknik Pertambangan*



Oleh:

ASEP TRIYANDA
TM/NIM : 2015/15137004

Konsentrasi : Pertambangan Umum
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2020**

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
TUGAS AKHIR**

Judul : Analisis Lemparan *Flyrock* untuk Mendapatkan Radius Aman
Alat 100 Meter pada *Pit* 303 Jembayan PT Pamapersada
Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara
Kalimantan Timur

Nama : Asep Triyanda

NIM : 15137004

Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

Jurusan : Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik : Teknik

Padang, November 2020

Disetujui Oleh:

Pembimbing



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

Mengetahui,

**Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang**



Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Asep Triyanda
TM/NIM : 2015/15137004

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji

Program Studi S1 Teknik Pertambangan

Jurusan Teknik Pertambangan

Fakultas Teknik

Universitas Negeri Padang

Dengan Judul:


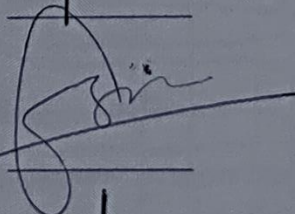
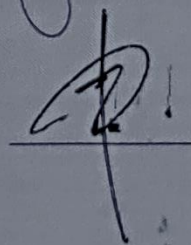
**Analisis Lemparan *Flyrock* untuk Mendapatkan Radius Aman Alat
100 Meter pada *Pit 303* Jembayan PT Pamapersada Nusantara
Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara
Kalimantan Timur**

Padang, 18 November 2020

Tim Penguji

1. Ketua : Drs. Raimon Kopa, M.T.
2. Anggota : Dr. Mulya Gusman, S.T., M.T.
3. Anggota : Adree Octova, S.Si., M.T.

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax .7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : ASEP TRIYANDA
NIM/TM : 15137009
Program Studi : GI - Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

„ Analisis Lembaran Phrock untuk Mendapatkan Radius Aman Alat 100 Meter
pada Pit 303 Jembatan PT. Pampersada Husantara Distrik Baya
Kabupaten Kutai Kertanegara Kalimantan Timur

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, November 2020

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si.
NIP. 19721213 200012 2 001



..... buat pernyataan,

.....
Asep Triyanda

BIODATA

1. Data Diri

Nama : Asep Triyanda
TM/NIM : 2015/15137004
Tempat/ Tanggal Lahir : Cimahi/ 03 Januari 1997
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Nama Ayah : Zulvit Antoni
Nama Ibu : Tasvitawati
Agama : Islam
Alamat : Jl. Sawah Pasir No. 360, Jorong Simpang, Koto Baru, Kec. Kubung, Kab. Solok, Sumatera Barat

Nomor HP : +6285376735337
E-mail : asep.triyanda.at@gmail.com



2. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Negeri 22 Koto Baru
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 2 Kubung
Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 1 Kubung
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

3. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur
Tanggal Penelitian : 12 Agustus - 30 Oktober 2019
Topik Bahasan : Analisis Lemparan *Flyrock* untuk Mendapatkan Radius Aman Alat 100 Meter pada *Pit* 303 Jembayan PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur
Tanggal Sidang Akhir : 18 November 2020

Padang, 18 November 2020

Asep Triyanda
NIM. 15137004

ABSTRAK

Asep Triyanda : Analisis Lemparan *Flyrock* untuk Mendapatkan Radius Aman Alat 100 Meter pada *Pit 303* Jembayan PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur

Untuk mempertimbangkan jarak aman alat saat peledakan perlu adanya analisis dan prediksi lemparan *flyrock*. Metode untuk prediksi lemparan *flyrock* adalah metode empirik Richard & Moore dan analisis dimensi Ebrahim Ghasemi. Hasil pengamatan kegiatan peledakan sebanyak 36 kali didapatkan lemparan *flyrock* terjauh 98,87 m. Tujuan penelitian menganalisis desain geometri peledakan lebih baik untuk mengontrol lemparan *flyrock*, agar target radius aman alat dapat dikurangi dari 200 m menjadi 100 m.

Prediksi lemparan *flyrock* aktual menggunakan metode empirik Richard & Moore didapatkan deviasi *face burst* 32,68 m, *cratering* 25,43 m, dan *rifling* 15,12 m, dengan persentase kesalahan 69,93%, 30,38%, dan 30,64%. Sedangkan deviasi metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi sebesar 6,23 m dengan persentase kesalahan 9,85%. Berdasarkan analisis statistik *stemming* memiliki pengaruh yang sangat kuat terhadap lemparan *flyrock* yaitu 71,40%. Prediksi lemparan *flyrock* yang lebih baik untuk memprediksi lemparan *flyrock* aktual adalah metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi.

Untuk mengontrol lemparan *flyrock* aktual dilakukan rekomendasi *stemming* minimum sesuai dengan diameter dan kedalaman lubang ledak berdasarkan persamaan *scaled depth of burial*, dan mempertimbangkan prediksi lemparan *flyrock* maksimal 50 m dan *powder factor* tidak melebihi 0,17 kg/m³. Dengan menggunakan rekomendasi tersebut radius aman alat dapat dikurangi menjadi 100 m dengan *safety factor* lemparan *flyrock* yang dihasilkan tidak mendakati atau melebihi radius aman target yaitu 100 m.

Kata kunci : *Flyrock*, Richard & Moore, Ebrahim Ghasemi, *Scaled Depth of Burial*, Radius Aman

ABSTRACT

Asep Triyanda : Analysis of Flyrock Throw to Get a 100 Meter Tool Safe Radius at Pit 303 Jembayan PT Pamapersada Nusantara Baya District, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan

To consider the safe distance of the tool when blasting requires analysis and prediction of flyrock throw. Methods for predicting flyrock throws are Richard & Moore's empirical method and Ebrahim Ghasemi's dimensional analysis. The observation results of the blasting activity were 36 times, and the farthest was 98.87 m of flyrock. The research objective is to analyze the blasting geometry design to better control the flyrock throw, so that the target safe radius of the tool can be reduced from 200 m to 100 m.

Prediction of actual flyrock throw using the empirical method Richard & Moore obtained a face burst deviation of 32.68 m, 25.43 m cratering, and 15.12 m rifling, with an error percentage of 69.93%, 30.38%, and 30.64% . Meanwhile, the deviation of Ebrahim Ghasemi's dimensional analysis method is 6.23 m with an error percentage of 9.85%. Based on statistical analysis, stemming has a very strong effect on flyrock throwing, namely 71.40%. Ebrahim Ghasemi's dimensional analysis method is better to predict the actual flyrock throw.

To control the actual flyrock throw, a minimum stemming is recommended according to the diameter and depth of the blast hole based on the scaled depth of burial equation, and considering the prediction of a maximum flyrock throw of 50 m and a powder factor not to exceed 0.17 kg/m³. By using these recommendations the safe radius of the tool can be reduced to 100 m with the resulting flyrock safety factor not approaching or exceeding the safe radius of the target, which is 100 m..

Keywords : *Flyrock, Richard & Moore, Ebrahim Ghasemi, Scaled Depth of Burial, Safe Radius*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, nikmat, karunia, dan hidayah-Nya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memenuhi kurikulum yang ada pada Program Studi S1 Teknik Pertambangan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang. Tugas Akhir ini berjudul **“Analisis Lemparan *Flyrock* untuk Mendapatkan Radius Aman Alat 100 Meter pada *Pit* 303 Jembayan PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur”**. Kegiatan penelitian dilaksanakan di PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Desa Separi Kecamatan Tenggarong Seberan Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur pada tanggal 12 Agustus - 30 Oktober 2019.

Tugas Akhir ini disusun berdasarkan pengamatan di lapangan, laporan hasil penelitian sebelumnya, literatur dari berbagai referensi yang berkaitan dengan pertambang khususnya peledakan dan masukan berupa saran dan kritik yang membangun dari segala pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu, memberi dukungan, dan memperlancar pengerjaan dan penyelesaian tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Teristimewa kepada Orangtua Penulis dan seluruh Keluarga yang tidak pernah bosan dan sepenuhnya memberikan dukungan, dorongan, serta doa yang ikhlas.

2. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T. selaku pembimbing tugas akhir penulis, yang selalu membimbing dan memberikan masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Mulya Gusman, S.T., M.T. dan Adree Octova, S.Si., M.T., selaku dosen penguji untuk tugas akhir ini.
4. Ibu Dr. Fadhilah, S.Pd., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Pak Amril *Section Head Dept. Drill & Blast* PAMA Distrik Baya, selaku pembimbing penulis selama melakukan penelitian di lapangan.
6. Seluruh Staff dan Karyawan/i *Dept. Drill & Blast* PAMA Distrik Baya.
7. Seluruh Staff dan Karyawan PAMA Distrik Baya Kalimantan Timur.
8. Yulia Minara yang selalu memberikan motivasi dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Senior dan teman-teman yang telah membantu dalam penulisan laporan ini.

Penulis sangat menyadari bahwa tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini dan dapat bermanfaat bagi pembaca.

Padang, 18 November 2020

Asep Triyanda
NIM. 15137004

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Lokasi Penelitian	9
1. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian	9

2. Keadaan Geologi Daerah Penelitian	10
3. Geologi Regional	10
4. Stratigrafi	14
B. Dasar Teori	15
1. Kegiatan Peledakan	15
2. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan.....	16
3. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Peledakan.....	19
4. Geometri Peledakan.....	34
5. <i>Flyrock</i>	41
6. <i>Scaled Depth of Burial</i>	50
7. Metode Analisis Statistik.....	52
C. Penelitian Relevan	58
D. Kerangka Konseptual	63

BAB III MOTODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	65
B. Objek dan Variabel Penelitian.....	65
C. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	65
D. Tahap Penelitian	66
1. Tahapan Persiapan	66
2. Instrumen dan Tahap Pengumpulan Data.....	67
3. Tahapan Pengolahan Data	68
4. Kesimpulan	70
E. Diagram Alir Penelitian.....	70

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian.....	72
1. Deskripsi Data	72
2. Pengolahan Data	80
B. Pembahasan	93

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan.....	96
B. Saran	97

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Interval Waktu Tunda antar Baris	33
2. <i>Scaled Depth of Burial</i>	51
3. Interpretasi Nilai Koefisien Dereminasi (R^2)	55
4. Data Geometri Peledakan Aktual <i>Pit</i> 303 Jembayan	74
5. <i>Powder Factor</i> dan Isian Bahan Peledak per Lubang Ledak Aktual <i>Pit</i> 303 Jembayan	77
6. Jarak Terjauh Lemparan <i>Flyrock</i> Aktual <i>Pit</i> 303 Jembayan	79
7. Hasil Prediksi Lemparan <i>Flyrock</i> Menggunakan Metode Empirik Richard dan Moore	81
8. Deviasi dan Persentase Kesalahan Prediksi Lemparan <i>Flyrock</i> Metode Empirik Richard dan Moore	82
9. Hasil Prediksi Lemparan <i>Flyrock</i> Menggunakan Metode Analisis Dimensi Ebrahim Ghasemi	84
10. Hubungan Parameter Geometri Peledakan Terhadap Lemparan <i>Flyrock</i> aktual	89
11. <i>Scaled Depth of Burial</i> pada Peledakan Aktual	90
12. Hasil Rekomendasi <i>Stemming</i> untuk Diameter $6\frac{3}{4}$ inch dengan Pola 7 x 8	92
13. Hasil Rekomendasi <i>Stemming</i> untuk Diameter $7\frac{7}{8}$ inch dengan Pola 8 x 10	93
14. Rekomendasi Panjang <i>Stemming</i> Minimum pada Kegiatan Peledakan Selanjutnya	95

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lokasi Penambangan PAMA Distrik Baya	9
2. Geologi Regional Cekungan Kutai	13
3. Kolom Stratigrafi Formasi Balikpapan dan Formasi Pulau Balang.....	15
4. Proses Pemecahan Batuan Tingkat I (<i>Dynamic Loading</i>)	17
5. Proses Pemecahan Batuan Tingkat II (<i>Quasi-Static Loading</i>)	18
6. Proses Pemecahan Batuan Tingkat III (<i>Release Loading</i>).....	19
7. Faktor yang Mempengaruhi Hasil Peledakan	19
8. Pengaruh Struktur Rekahan pada Proses Peledakan	23
9. Pengaruh Arah Peledakan pada Bidang Perlapisan	24
10. Distribusi Gelombang Energi pada Peledakan Lubang Ledak Tegak dan Miring.....	28
11. Pola Pemboran	29
12. Pola Peledakan Berdasarkan Arah Runtuhan.....	31
13. Geometri Peledakan	35
14. Jarak <i>Burden</i> yang Tidak Memadai	42
15. Bidang Diskontinu Menyebabkan Keluarnya Gas Hasil Peledakan.....	43
16. Ketidaksesuaian Pengeboran	43
17. Ketidaksesuaian <i>Stemming</i>	44
18. Pengaruh Waktu Tunda Terhadap <i>Flyrock</i>	44
19. Mekanisme Terjadinya <i>Flyrock</i>	45
20. <i>Scaled Depth of Burial</i>	51
21. Perhitungan <i>Scaled Depth of Burial</i>	52

22. Diagram Pancar (<i>Scatter Plot</i>) Antara Dua Variabel.....	53
23. Kerangka Konspetual Penelitian.....	64
24. Instrumen Penelitian	67
25. Diagram Alir Penelitian	71
26. Perbedaan Geometri Peledakan Aktual Terhadap <i>Plan</i>	75
27. Pengamatan Lemparan <i>Flyrock</i> Pasca Peledakan di <i>Pit 303</i> Jembayan...	78
28. Perhitungan Jarak <i>Flyrock</i> Aktual Menggunakan <i>Software</i> AutoCAD 2020	78
29. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Burden</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	85
30. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Spacing</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	86
31. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Stemming</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	86
32. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Hole Depth</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	86
33. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Charge Length</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	87
34. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Powder Factor</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	87
35. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Diameter</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	87
36. Analisis Regresi Linear Sederhana <i>Burden face</i> terhadap Lemparan <i>Flyrock</i>	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Perlengkapan dan Peralatan Peledakan.....	101
2. Perhitungan Metode Empirik Richard dan Moore.....	102
3. Perhitungan Metode Analisis Dimensi Ebrahim Ghasemi	107
4. Perhitungan Penyimpangan Data Lemparan <i>Flyrock</i> Terhadap Garis Regresi.....	119
5. Perhitungan <i>Scaled Dept of Burial</i>	121
6. Perhitungan Rancangan Geometri Peledakan.....	122

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT Pamapersada Nusantara (PAMA) merupakan salah satu perusahaan swasta yang bergerak di bidang kontraktor pertambangan (*mining contractor*) khususnya pada tambang batubara. Saat ini PAMA memiliki 17 *jobsites* yang sedang berjalan salah satunya adalah Distrik Baya yang berlokasi di Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. PAMA Distrik Baya bekerjasama dengan 3 pemilik (*owner*) perusahaan tambang batubara, dengan 7 *Pit* yang sedang beroperasi, salah satunya adalah *Pit* 303 Jembayan. Sistem penambangan yang diterapkan oleh PAMA pada Distrik Baya adalah sistem tambang terbuka (*surface mining*) dengan metode *open pit mining*. Dimana dalam penerapannya untuk pembongkaran tanah penutup (*overburden*) merupakan salah satu aktivitas yang harus dilakukan sebagai upaya pengambilan cadangan batubara. Pembongkaran *overburden* dilakukan dengan menggunakan metode pengeboran dan peledakan untuk memberaikan lapisan *overburden*, agar mempermudah proses pembongkaran *overburden* oleh alat gali muat, yang dilaksanakan oleh Departemen *Drill & Blast*.

Menurut Singh TN dalam Ebrahim Ghasemi menyatakan “Tujuan utama dari operasi peledakan adalah fragmentasi batuan dan membutuhkan sejumlah besar bahan peledak. Bahan peledak melepaskan sejumlah besar energi selama ledakan hanya 20-30% yang digunakan untuk menghancurkan dan memindahkan batu dan sisanya terbuang dalam bentuk efek samping

lingkungan”. Salah satu dampak kegiatan peledakan terhadap lingkungan di area sekitar penambangan yaitu batu terbang (*flyrock*). *Flyrock* adalah pecahan batuan yang terlempar secara tidak terduga dari lokasi peledakan karena kekuatan ledakan. Jika pecahan batuan terlempar melebihi batas yang diizinkan saat peledakan dapat mengakibatkan kerusakan untuk alat mekanis dan dapat mengakibatkan cedera bahkan kematian untuk manusia. Hal inilah yang menyebabkan efek *flyrock* menjadi salah satu perhatian utama pada setiap kegiatan peledakan.

Sebagai *mining contractor* pelaksanaan pengeboran dan peledakan merupakan salah satu kegiatan dengan biaya kapital dan biaya operasional yang besar. Berdasarkan latar belakang tersebut, Departemen *Drill & Blast* untuk selalu melakukan inovasi-inovasi dengan tujuan meminimalisir biaya kapital dan biaya operasional. Salah satu inovasi yang dilakukan oleh Departemen *Drill & Blast* PAMA Distrik Baya adalah mengurangi radius aman alat saat peledakan dari 200 m menjadi 100 m. Sesuai dengan KEPMEN 1827K 30 MEM halaman 79, dijelaskan bahwa jarak aman unit adalah 300 m dan jarak aman manusia adalah 500 m dari batas terluar peledakan. Namun didalamnya juga dijelaskan bahwa jarak aman dapat berubah jika sudah dilakukan kajian teknis. Salah satu cara untuk mempertimbangkan jarak aman alat saat peledakan adalah dengan adanya kajian terhadap lemparan *flyrock* dari kegiatan peledakan.

Hasil pengamatan sebanyak 36 kali kegiatan peledakan pada *Pit 303* Jembayan yaitu jarak lemparan *flyrock* maksimal 98,87 m dengan rata-rata

41,40 m. Berdasarkan data yang didapat menunjukkan bahwa jarak *flyrock* masih berada dibawah 100 m sehingga memungkinkan untuk dilakukan peninjauan kembali guna mengurangi radius aman alat menjadi 100 m. Oleh karena itu, perlu adanya suatu permodelan prediksi lemparan *flyrock* yang mendekati lemparan aktual di lapangan dan optimasi geometri peledakan untuk meningkatkan faktor keamanan dan hasil peledakan (fragmentasi, *ground vibration*, dan *airblats*). Untuk memprediksi lemparan *flyrock* aktual di lapangan menggunakan 2 metode yaitu metode empirik Richard & Moore (2005) dan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi (2012). Sedangkan untuk optimasi geometri peledakan akan dianalisis secara statistik terhadap lemparan *flyrock* untuk mendapatkan pengaruh yang kuat terhadap lemparan *flyrock*. Pengaruh yang kuat tersebut akan dievaluasi menggunakan persamaan *scaled depth of burial* (skala pengisian) yang dikembangkan oleh PT Orica Mining Service untuk mendapatkan rancangan geometri yang baik terhadap lemparan *flyrock* dan hasil peledakan. Sehingga kegiatan peledakan selanjutnya dapat dilakukan perencanaan yang baik, agar radius aman alat dapat dikurangi.

Berdasarkan referensi peneliti terdahulu, untuk mengurangi radius aman alat pada kegiatan peledakan perlu dilakukan analisis lemparan *flyrock* untuk mendapatkan rekomendasi peledakan terbaik. Hal ini seperti penelitian yang dilakukan oleh Havis Abdurrachman (2015) untuk memprediksi jarak lemparan maksimum *flyrock* aktual menggunakan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi, karena memiliki kesalahan *relative* 12,02% dan penyimpangan sebesar 22,86 meter. Penelitian Arief Usman (2015)

menggunakan metode empirik Richard dan Moore untuk prediksi lemparan *flyrock*, serta skala pengisian dengan teori *scaled depth of burial* untuk rekomendasi isian pada lubang basah.

Bedasarkan permasalahan di atas, penulis tertarik untuk mengangkat masalah ini ke dalam penelitian tugas akhir dengan judul “**Analisis Lemparan *Flyrock* untuk Mendapatkan Radius Aman Alat 100 Meter pada Pit 303 Jembayan PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur**”.

B. Indetifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Target perusahaan untuk mengurangi radius aman alat pada area operasional peledakan *Pit 303 Jembayan* dari 200 m menjadi 100 m.
2. Masih terdapat lemparan *flyrock* yang hampir mencapai 100 m pada *Pit 303 Jembayan* yaitu 98,87 m.
3. Belum adanya kajian yang lebih detail mengenai prediksi jarak lemparan *flyrock* pada kegiatan peledakan *Pit 303 Jembayan*.

C. Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan-batasan masalah yang di buat, sehingga penelitian ini lebih terarah dan spesifik. Adapun batasan tersebut sebagai berikut:

1. Penelitian hanya dilakukan pada lokasi penambangan batubara PAMA Distrik Baya area operasional *Pit 303* Jembayan Desa Sapari, Kecamatan Tenggarong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur.
2. Pengukuran jarak *flyrock* aktual menggunakan GPS Oruxmaps serta GPS survey PAMA dan untuk pengukuran geometri peledakan menggunakan meteran.
3. Perhitungan prediksi lemparan *flyrock* menggunakan metode empirik Richard & Moore dan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi.
4. Penelitian ini tidak membahas pengaruh faktor geologi terhadap lemparan *flyrock*.

D. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana geometri peledakan yang telah diterapkan dan jarak terjauh lemparan *flyrock* aktual yang dihasilkan pada *Pit 303* Jembayan ?
2. Berapa hasil prediksi lemparan *flyrock* dengan metode empirik Richard & Moore dan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi pada kegiatan peledakan sebelumnya ?
3. Metode prediksi lemparan *flyrock* apa yang paling mendekati dalam memprediksi lemparan *flyrock* pada *Pit 303* Jembayan ?
4. Apa saja variabel geometri peledakan yang mempengaruhi lemparan *flyrock* aktual pada *Pit 303* Jembayan berdasarkan analisis statistik ?
5. Bagaimana rekomendasi desain geometri peledakan yang lebih baik untuk mengontrol lemparan *flyrock* serta dapat mengurangi radius aman alat ?

E. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas, maka adapun tujuan dalam penelitian sebagai berikut:

1. Mengungkapkan data aktual geometri peledakan yang telah diterapkan pada *Pit 303 Jembayan* beserta jarak terjauh lemparan *flyrock* aktual yang dihasilkan.
2. Mendapatkan hasil prediksi lemparan *flyrock* berdasarkan metode empirik Richard & Moore dan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi.
3. Mendapatkan metode yang paling mendekati dalam memprediksi lemparan *flyrock* pada *Pit 303 Jembayan*.
4. Mendapatkan variabel geometri peledakan yang mempengaruhi lemparan *flyrock* aktual pada *Pit 303 Jembayan*.
5. Menganalisis desain geometri peledakan yang lebih baik untuk mengontrol lemparan *flyrock*, agar radius aman alat dapat dikurangi.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melatih kemampuan penulis dalam menganalisis dan mengatasi suatu permasalahan yang timbul pada sebuah perusahaan pertambangan, serta mampu menuangkannya dalam bentuk karya tulis ilmiah.
2. Memberikan informasi terkait rencana teknis kegiatan peledakan yang dilakukan oleh PAMA Distrik Baya terutama dalam memprediksi lemparan *flyrock* untuk pengurangan radius aman alat.

3. Memberikan kontribusi dalam dunia pendidikan, dimana hasil penelitian ini dapat dijadikan salah satu referensi pada penelitian sejenis.

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. Geometri peledakan aktual pada *Pit 303* Jembayan memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan terhadap rancangan yang telah ditetapkan oleh perusahaan dengan jarak lemparan *flyrock* aktual berkisar antara 21,94 m hingga 98,87 m dan rata-rata 41,40 m.
2. Hasil prediksi lemparan *flyrock* menggunakan metode empirik Richard dan Moore pada prediksi *face burst*, *cratering*, dan *rifling* secara berurutan memiliki deviasi sebesar 32,68 m; 25,43 m dan 15,12 m dengan persentase kesalahan 69,93%; 30,38% dan 30,64%, sedangkan prediksi metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi memiliki deviasi sebesar 6,23 m dengan persentase kesalahan 9,85%.
3. Prediksi lemparan *flyrock* yang lebih baik untuk memprediksi lemparan *flyrock* aktual di *Pit 303* Jembayan menggunakan metode analisis dimensi Ebrahim Ghasemi, karena deviasi dan persentase kesalahan prediksi dengan aktual memiliki perbedaan yang lebih kecil.
4. Analisis statistik memperlihatkan bahwa *stemming* memiliki hubungan yang sangat kuat terhadap lemparan *flyrock* aktual di *Pit 303* Jembayan dengan koefisien determinasi (R^2) sebesar 71,40%.
5. Berdasarkan rekomendasi panjang *stemming* minimum didapatkan rancangan desain geometri peledakan dalam mengontrol *flyrock* yang tidak melebihi 50 m, yaitu:

- Diameter $6\frac{3}{4}$ inch dengan pola *burden* dan *spacing* 7 x 8 m dengan kedalaman *floor* 7,5 m, *stemming* 3,79 m, *charge length* 3,71 m, *powder factor* 0,17 kg/m³, dan prediksi lemparan *flyrock* 33,20 m
- Diameter $6\frac{3}{4}$ inch dengan pola *burden* dan *spacing* 7 x 8 m dengan kedalaman *expose* batubara 4,00 m, *stemming* 2,47 m, *charge length* 1,53 m, *powder factor* 0,13 kg/m³, dan prediksi lemparan *flyrock* 49,09 m
- Diameter $7\frac{7}{8}$ inch dengan pola *burden* dan *spacing* 8 x 10 m dengan kedalaman *floor* 7,5 m, *stemming* 3,71 m, *charge length* 3,79 m, *powder factor* 0,17 kg/m³, dan prediksi lemparan *flyrock* 42,57 m
- Diameter $7\frac{7}{8}$ inch dengan pola *burden* dan *spacing* 8 x 10 m dengan kedalaman *expose* batubara 4,00 m, *stemming* 2,58 m, *charge length* 1,42 m, *powder factor* 0,12 kg/m³, dan prediksi lemparan *flyrock* 33,20 m

sehingga radius aman alat dikurangi menjadi 100 m, karena berdasarkan prediksi dan *safety factor* terhadap lemparan *flyrock* yang dihasilkan tidak mendakati atau melebihi radius aman target yaitu 100 m.

B. SARAN

1. Adanya penelitian lebih lanjut pada *Pit* 303 Jembayan, yang menerapkan rancangan ini di lapangan agar terlihat kekurangan dari data rancangan yang dirokemendasikan dan dapat digunakan untuk rancangan kedepannya.

2. Sebelum kegiatan pemboran sebaiknya lokasi peledakan diratakan untuk meminimalisir terjadinya *flyrock* akibat batu yang sudah terberai ikut terlempar.
3. Saat pengeboran lubang ledak sebaiknya lebih dikontrol, agar kedalaman lubang ledak sesuai dengan *plan* dan pemboran sesuai dengan titik untuk mengurangi potensi *flyrock*.
4. Kontrol terhadap isian *stemming* harus selalu dilakukan agar lubang ledak benar terisi penuh oleh *cutting* pemboran dengan campuran kerikil.

DAFTAR PUSTAKA

- Berta, Giorgio. (1985). *Explosive : An Engineering Tool*. Milano: Italesplosivi.
- Bhandari, S. (1997). *Engineering Rock Blasting Operations*. Rotterdam: A.A Balkema.
- Dhekne, P. Y. (2015). "Environmental Impacts of Rock Blasting and Their Mitigation." *International Journal of Chemical, Environmental & Biological Sciences*. 3(1). 46-50.
- Ghasemi, E., Sari, M., & 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 and Mining Sciences*. 52. 163-170.
- Hastono, S. P. (2006). *Analisis Data SPSS*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Havis, A., Singgih, S., & Bagus, W. (2015). "Analisis Flyrock untuk Mengurangi Radius Aman Alat pada Peledakan Overburden Penambangan Batubara." In *Proceeding, Seminar Nasional Kebumihan Ke-8 Academia-Industry Linkage 15-16 Oktober 2015; Grha Sabha Pramana*. 120-127.
- Hustrulid, W. (1999). *Blasting Principles for Open Pit Mining: Volume 1-General Design Concept*. Rotterdam: A.A Balkema.
- Jimeno, E. L., Jimino, C. L., & Carcedo, A. (1995). *Drilling and blasting of rocks* (Yvonne Visser De Ramiro. Terjemah). Rotterdam: A.A Balkema. Buku asli diterbitkan tahun 1987.
- Kenneth, McGregor. (1967). *The Drilling of Rock*. London: Maclaren.
- Kepmen, E. S. D. M. No. 1827. (2018). *Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik*. Indonesia.
- Koesnaryo, S. (2001). *Teknik Peledakan*. Bandung: Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.
- Konya, C. J., & Walter, E. J. (1990). *Surface Blast Design*. USA: Prentice-Hall.
- Kursus Juru Ledak Kelas II. (2004). *Modul*. Bandung: Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara.
- Mohamad, E. T., Armaghani, D. J., Hajihassani, M., Faizi, K., & Marto, A. (2013). "A Simulation Approach to Predict Blasting-Induced Flyrock and Size of Thrown Rocks." *Electron J Geotech Eng*. 18(B). 365-374.