

**KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN TERHADAP *FLYROCK*  
HASIL PELEDAKAN DI PT. PETROSEA KBL SITE CCM,  
KECAMATAN SEBUKU, KABUPATEN NUNUKAN,  
PROVINSI KALIMANTAN UTARA**



**SKRIPSI**

**SHERINA AZZAHRA**

**4519046010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR**

**2023**

**KAJIAN TEKNIS GEOMETRI PELEDAKAN TERHADAP *FLYROCK*  
HASIL PELEDAKAN DI PT. PETROSEA KBL SITE CCM,  
KECAMATAN SEBUKU, KABUPATEN NUNUKAN,  
PROVINSI KALIMANTAN UTARA**

**SKRIPSI**

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Program Sarjana Strata Satu (S1)  
Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa

Disusun dan Diajukan Oleh

**SHERINA AZZAHRA**

**4519046010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR**

**2023**

## PERSETUJUAN PEMBIMBING

Judul Skripsi : Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap *Flyrock* Hasil Peledakan di PT. Petrosea Kbl Site Ccm, Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara

Nama Penulis : Sherina Azzahra

NIM : 45 19 046 010

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan pada Seminar Hasil

Makassar, 09 Juni 2023

Mengetahui

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T  
NIP : 0001017102



A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T  
NIDN : 0920108503

Menyetujui,

Ketua Prodi Teknik Pertambangan  
Fakultas Teknik Universitas Bosowa



Liaqati Mahyuni, S.T., M.T  
NIDN : 0912227306

## PENGESAHAN DEWAN PENGUJI

Judul : **Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap *Fly rock* Hasil Peledakan di PT. Petrosea Kbl Site Ccm, Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara**

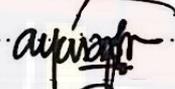
Nama : **Sherina Azzahra**

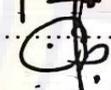
Stambuk : **45 19 046 010**

Disetujui Tanggal : **22 Juni 2023**

### TIM PENGUJI

Ketua : Dr. Ir. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T (..........?)

Sekretaris : A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T (..........)

Penguji 1 : Enni Tri Mahyuni, S.T., M.T (..........)

Penguji 2 : Moh. Khaidir Noor, S.T., M.T (..........)

### Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Bosowa



**Dr. H. Nasrullah, S.T., M.T**  
NIDN : 0908077301

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Sherina Azzahra

NIM : 45 19 046 010

Jurusan : Teknik Pertambangan

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 22 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Sherina Azzahra

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke Hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah berkenan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir (TA) pada PT Petrosea Tbk Site CCM Pit Delta yang terletak di Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Kegiatan ini dilaksanakan mulai tanggal 24 Agustus 2022 sampai dengan 30 September 2022 dengan judul “**Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap Hasil Peledakan di PT PETROSEA KBL Site CCM, Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara**”.

Penyusunan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih dan apresiasi yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan ikut andil dalam

1. Bapak Dr. H. Nasrullah, ST., MT., IAI., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar
2. Ibu Enni Tri Mahyuni, ST., MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar
3. Bapak Ir. Andi Ilham Samanlangi, ST., MT., IPP., selaku Penasehat Akademik, sekaligus pembimbing I.
4. Ibu A. Al' Faizah Ma'rief, ST., MT., selaku Dosen Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar, sekaligus pembimbing II.

5. Seluruh Dosen, Staf dan Karyawan Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bosowa Makassar.
6. Bapak Eko Hadi Wibowo, Riswanto Sihalohe & Dodi Hermanto Pramantio Hutahean selaku Drill Blast Engineer PT Petrosea Tbk. sekaligus pembimbing di lapangan.
7. Kepada orang tua tercinta bapak Arsyad Ahra dan ibu Hariana, yang selalu hadir dengan cinta, doa dan merupakan kekuatan terbesar bagi peneliti untuk terus belajar dan tetap kuat ketika menghadapi situasi tersulit sekalipun.
8. Kepada sahabat saya Sukma Tanri atas dukungan dan doa selama penyusunan skripsi ini.
9. Kepada rekan-rekan TA Elza Lisa Listianti dan Ainun Ajeng Umi Kalsum atas kebersamaan, kerjasama serta dukungan dalam pengambilan data hingga penyusunan skripsi ini dapat selesai.
10. Kepada Andi Candra Gunawan, terima kasih telah mendampingi dalam segala hal, meluangkan waktunya dan selalu memberi semangat.
11. Terakhir untuk diri sendiri, terima kasih karena telah mau berjuang dan bertahan sampai saat ini sampai mampu berada di titik ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih sangat jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang berguna untuk penyempurnaan penulisan laporan ini.

Makassar, Juni 2023

Sherina Azzahra

## ABSTRAK

**SHERINA AZZAHRA.** Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap *Flyrock* Hasil Peledakan Di PT. Petrosea Kbl Site Ccm, kecamatan sebuku, kabupaten nunukan, provinsi Kalimantan utara. ( dibimbing oleh Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T dan A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T )

PT. Petrosea Kbl Site Ccm merupakan salah satu perusahaan tambang batu bara yang menerapkan sistem penambangan terbuka dengan menggunakan metode penambangan *open pit*. Kegiatan penambangan batubara terdiri dari peledakan, penggalian, pengangkutan, pemuatan, pengukuran dan pemetaan, serta berbagai aktivitas lainnya, dilakukan di dalam pit.

Penelitian ini dilaksanakan pada Desa Pembeliangan Sebakis Kecamatan Sebuku Kabupaten Nunukan Provinsi Kalimantan Utara .Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jarak radius aman *flyrock* aktual, mengetahui geometri peledakan dari *burden face* dan *stemming*, dan mengetahui radius aman *flyrock* berdasarkan geometri usulan. Metode yang digunakan yaitu metode empiris prediksi *flyrock* oleh richard and moore dan C.J Konya.

Dari hasil pengukuran menggunakan metode richard and moore dan C.J Konya didapatkan radius lemparan *flyrock* sebesar 124,63 m di kali dua dengan ketentuan maksimal lemparan *flyrock* 300 m, geometri peledakan ideal mendapatkan radius aman *flyrock* diperoleh nilai *burden face* 5 m dan *stemming* 3,5 m, dan jarak lemparan *flyrock* maksimum geometri peledakan diperoleh nilai sebesar 181,82 m dengan demikian standar radius aman alat dapat dikurangi.

Kata Kunci : *Flyrock*, Geometri Peledakan, C.J. Konya

## **ABSTRACT**

**SHERINA AZZAHRA.** Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap Flyrock Hasil Peledakan Di PT. Petrosea Kbl Site Ccm, kecamatan sebuku, kabupaten nunukan, provinsi Kalimantan utara. ( dibimbing oleh Dr. A. Ilham Samanlangi, S.T., M.T dan A. Al' Faizah Ma'rief, S.T., M.T )

*PT. Petrosea Kbl Site Ccm is one of the coal mining companies that implements an open pit mining system using the open pit mining method. Coal mining activities consist of blasting, excavation, transportation, loading, measuring and mapping, as well as various other activities, carried out in the pit.*

*This research was carried out in Pembeliangan Sebakis Village, Sebuku District, Nunukan Regency, North Kalimantan Province. This research aims to determine the actual flyrock safe radius distance, know the blasting geometry of the burden face and stemming, and find out the safe radius of the flyrock based on the proposed geometry. The method used is the empirical method of flyrock prediction by richard and moore and C.J Konya.*

*From the measurement results using the richard and moore and C.J Konya methods, a flyrock throw radius of 124.63 m was obtained at two times with a maximum flyrock throw requirement of 300 m, the ideal blasting geometry to get a flyrock safe radius obtained a burden face value of 5 m and stemming of 3.5 m, and the maximum flyrock throw distance*

*Keywords : Flyrock, Blasting Geometry, C.J Konya*

## DAFTAR ISI

PRAKATA.....	i
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Masalah Penelitian.....	3
C. Batasan Masalah.....	4
D. Tujuan Penelitian.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Penelitian Terdahulu.....	5
BAB II TINJAUAN UMUM.....	9
A. Geologi Regional.....	9
1. Geomorfologi.....	9
2. Stratigrafi Regional.....	11
3. Struktur Geologi Regional.....	13
B. Landasan Teori.....	15
1. Metode Pemboran.....	15
2. Peledakan.....	16
3. Geometri Peledakan.....	25

4.	Sifat Bahan Peledak.....	32
5.	<i>Fly rock</i> .....	35
6.	Perhitungan Perkiraan Lemparan Maksimum ( <i>Fly rock</i> ).....	36
BAB III METODE PENELITIAN .....		41
A.	Rancangan Penelitian.....	41
B.	Lokasi Dan Waktu Penelitian .....	41
C.	Alat Dan Bahan.....	43
D.	Teknik Pengumpulan Data.....	43
1.	Pengamatan Batuan .....	43
2.	Pengamatan Geometri Aktual.....	44
3.	Pengamatan <i>Fly rock</i> .....	44
E.	Teknik Analisis Data.....	45
1.	Teknik Analisis Data ( Bagan Alir Penelitian ).....	46
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN.....		47
A.	HASIL PENELITIAN .....	47
1.	Pengolahan Radius Lempar Aktual Menurut Richard and Moore .....	47
2.	Pengolahan Geometri Ideal .....	50
3.	Pengolahan Radius Aman <i>Fly rock</i> .....	50
B.	PEMBAHASAN .....	52
1.	Pengaruh Radius Lemparan menurut Richard and Moore .....	52
2.	Pengaruh Geometri Ideal menurut C.J.Konya.....	54
3.	Pengaruh Geometrik Peledakan Terhadap Fly Rock.....	54
BAB V PENUTUP .....		58
A.	Kesimpulan .....	58
B.	Saran .....	58

DAFTAR PUSTAKA ..... xii  
LAMPIRAN..... xiv



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 <i>Stiffness Ratio</i> dan Pengaruhnya.....	27
Tabel 2.2 <i>Powder Factor</i> .....	32
Tabel 3.1 Waktu Penelitian.....	42
Tabel 4.1 Geometri peledakan aktual di lapangan.....	47
Tabel 4.2 Pengolahan <i>Fly rock</i> Aktual.....	48
Tabel 4.3 Perbandingan lemparan <i>fly rock</i> aktual dan teoritis.....	49
Tabel 4.4 Hasil Rekomendasi Geometri Usulan.....	50
Tabel 4.5 Hasil Pengolahan Radius Aman .....	51
Tabel 4.6 Geometri dan <i>fly rock</i> peledakan aktual .....	53
Tabel 4.7 Geometri teoritis dan radius lempar <i>fly rock</i> .....	54
Tabel 4.8 Geometri peledakan dan radius lempar <i>fly rock</i> .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik, Kalimantan .....	13
Gambar 2.2 Tektonik dan struktur geologi Pulau Kalimantan .....	14
Gambar 2.3 <i>Square Drill Pattern</i> dan <i>Rechtangular</i> ( Hidayat, T 2016 ) .....	15
Gambar 2.4 <i>Tranggerd Drill Pattern</i> ( Hidayat, T 2016 ) .....	16
Gambar 2.5 Pola Peledakan <i>V-Cut</i> ( C.J. Konya, 1995 ) .....	19
Gambar 2.6 Pola Peledakan <i>Box Cut</i> ( C.J. Konya, 1995 ) .....	20
Gambar 2.7 Pola Peledakan <i>Corner Cut / Echelon</i> ( C.J. Konya, 1995 ) .....	20
Gambar 2.8 Cangkul ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	22
Gambar 2.9 Truck MMU ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	22
Gambar 2.10 Papan Peringatan ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	23
Gambar 2.11 <i>Mobile blasting accessories</i> ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	23
Gambar 2.12 <i>Booster</i> ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	24
Gambar 2.13 LIL ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	24
Gambar 2.14 <i>Detonator In Hole Delay</i> ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	25
Gambar 2.15 Geometri Peledakan ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	26
Gambar 2.16 Tiga Mekanisme Terjadinya <i>Fly rock</i> ( Richard & Moore, 2005 ).	37
Gambar 2. 17 Lemparan Maksimal dan Penentuan Rekomendasi Jarak Aman ...	40
Gambar 3.1 Lokasi Dan Kesampaian Daerah PT. Petrosea KBL CCM .....	42
Gambar 3.2 Pengamatan lemparan <i>Fly rock</i> ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	45
Gambar 4.1 Radius aman geometri aktual ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) .....	49

Gambar 4.2 Radius Aman Geometri Usulan ( PT. Petrosea Kbl site Ccm ) ..... 51

Gambar 4.3 Perbandingan Jarak Lemparan Fly rock Hasil Ukur Dan Face Burst. 55

Gambar 4.4 Perbandingan Jarak Lemparan Fly rock Hasil Ukur Dan Cratering . 56



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Peta Evakuasi Peledakan .....	65
Lampiran B Karakteristik Massa Batuan .....	68
Lampiran C Pengukuran Lemparan Maksimum Flyrock Aktual.....	70
Lampiran D Perhitungan Geometri Usulan Cj.Konya.....	71
Lampiran E Perhitungan Lemparan Secara Teoritis .....	73
Lampiran F Perhitungan Kecepatan Alat.....	76
Lampiran G Data Tie Up .....	78
Lampiran H Data Sonding Lubang Bor .....	80
Lampiran I Dokumentasi Lapangan.....	83
Lampiran J Kepmen ESDM No 1827 K/30/MEM/2018 .....	87

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

PT PETROSEA KBL SITE CCM merupakan salah satu perusahaan tambang batu bara yang terletak di Desa Pembelianan Sebakis Kec. Sebuku Kab. Nunukan Kalimantan Utara Indonesia yang menerapkan sistem penambangan terbuka (*surface mining*) dengan menggunakan metode penambangan open pit. (Hermawan, 2017 dalam penelitian Sanjaya, 2021 )

Kegiatan penambangan batubara terdiri dari seperti peledakan, penggalian, pengangkutan, pemuatan, pengukuran dan pemetaan, serta berbagai aktivitas lainnya, dilakukan di dalam pit. Dalam penambangan batubara salah satu kegiatan yang perlu dilakukan terlebih dahulu yaitu pengupasan *overburden*. Kegiatan ini didahului dengan proses pemberaian menggunakan metode pengeboran dan peledakan. (Rande & Yulianti, 2021)

Kegiatan pemboran (*drilling*), kegiatan pengeboran adalah suatu aktifitas atau kegiatan untuk membuat lubang dengan menggunakan unit bor yang nantinya akan digunakan sebagai tempat peletakan bahan peledak yang nantinya akan dimasukkan ke lubang hasil pengeboran. (Ma'rief et al., 2020)

Peledakan adalah kegiatan pemecahan material dengan menggunakan bahan peledak. Kegiatan peledakan yang dilakukan di tambang batubara adalah untuk memenuhi jumlah *overburden* terbongkar dan batubara tertambang. Salah

satu efek terhadap lingkungan dari kegiatan peledakan yaitu adanya *fly rock*. (Hakim, 2022)

Peledakan merupakan metode pemberaian batuan dengan menggunakan peledakan dibutuhkan energi peledakan yang besar, energi peledakan terbagi menjadi 2 yaitu energi mekanik yang dapat memberaikan batuan dan energi sisa yang menimbulkan dampak negatif peledakan yaitu ground vibration, airblast, dan flying rock. (F. Ramadhan & Isnarno, 2021)

*Fly rock* adalah fragmentasi batuan yang terlempar akibat hasil ledakan. Fragmentasi batuan yang terlempar melebihi radius aman dapat mengakibatkan kerusakan terhadap alat mekanis, cedera, bahkan kematian untuk manusia. Hal ini lah yang menyebabkan efek dari *fly rock* menjadi salah satu perhatian utama pada setiap kegiatan peledakan. (Abdurrachman et al., 2015)

Suatu keadaan dimana terjadi miss dikarenakan adanya masalah fly rock pada saat peledakan terjadi, dan juga dimungkinkan terjadi karena lubang bor yang dangkal atau kelebihan emulsi yang jelas berdampak terjadinya flyrock. Beberapa hal yang mungkin mengakibatkan terjadinya flyrock adalah tidak ada freeface, stemming yang tidak sesuai, lubang yang dangkal dan jumlah row yang terlalu banyak. (R. Ramadhan & Yulhendra, 2020)

*Fly rock* menyebabkan alat berat pindah dengan jarak yang cukup dari areal peledakan dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menuju radius aman. Hal tersebut sangat berdampak negatif untuk kegiatan penambangan karena menyebabkan hilangnya produksi akibat waktu tunda perpindahan alat. Selain itu,

*fly rock* sangat membahayakan bagi para pekerja dan juru ledak yang dekat dengan lokasi peledakan. (Syeban et al., 2019)

Jika lemparan flyrock melebihi radius aman yang ditetapkan dapat mengakibatkan kerusakan alat mekanis dan cedera pada manusia. Salah satu pendekatan yang efektif untuk mengontrol dan mencegah kecelakaan akibat flyrock adalah prediksi lemparan flyrock. bertujuan untuk mengestimasi nilai flyrock berdasarkan pola dari data dengan menggunakan variabel parameter peledakan untuk memprediksikan hasil flyrock selanjutnya yang masih belum diketahui nilainya. Penentuan prediksi jarak lemparan flyrock yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 metode. Metode empiris prediksi flyrock oleh richard and moore dan C.J Konya. (Nababan et al., 2022)

Penelitian ini di lakukan di pit Delta PT. Petrosea Kbl Site Ccm, dimana radius aman peledakan untuk alat adalah 300 m dan standar aman untuk manusia 500 m menurut keputusan Menteri ESDM nomor 1287 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik. (Triyanda & Kopa, 2021)

Mengacu pada hal tersebut, inilah yang menjadi dasar pemikiran untuk melakukan kegiatan Penelitian yang berkaitan dengan *Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap Fly rock Hasil Peledakan di PT. Petrosea KBL SITE CCM, Kecamatan Sebuku, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara.*

## **B. Masalah Penelitian**

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Berapakah jarak radius aman *fly rock* aktual menurut teori richard and moore ?
2. Berapakah geometri peledakan dari *burden face* dan *stemming* menurut C.J. Konya ?
3. Berapakah jarak radius aman *fly rock* berdasarkan geometri usulan ?

#### **C. Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini hanya dibatasi pada :

1. Penelitian *fly rock* dilakukan di Pit Delta PT. Petrosea .
2. Rekomendasi radius aman peledakan hanya untuk alat
3. Hanya membahas jarak lemparan *fly rock* maksimum dan menganalisa jarak evakuasi optimal.
4. Geometri peledakan yang dihitung hanya yang berdasarkan *burden face* dan *stemming* yang mempengaruhi terjadinya *fly rock*

#### **D. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain :

1. Mengetahui jarak radius aman *fly rock* aktual menurut richard and moore.
2. Mengetahui geometri peledakan dari *burden face* dan *stemming* menurut C.J.Konya.
3. Mengetahui radius aman *fly rock* berdasarkan geometri usulan.

#### **E. Manfaat Penelitian**

##### **a. Bagi Peneliti**

Manfaat Penelitian ini adalah :

Dapat menambah wawasan mengenai proses kegiatan peledakan di lapangan.

**b. Bagi Perusahaan**

Manfaat Penelitian ini adalah :

1. Perusahaan dapat mengetahui apakah *fly rock* akibat peledakan sudah sesuai dengan keputusan menteri ESDM nomor 1287 K/30/MEM/2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik.
2. Menjadi dasar untuk menentukan kebijakan perusahaan dalam menyusun rencana kegiatan peledakan selanjutnya.

**F. Penelitian Terdahulu**

1. Arief Usman, Sudarsono, Indah Setyowati, 2015, meneliti mengenai *Kajian Radius Aman Alat Gali Muat Terhadap Flyrock Peledakan Pada Pit 4500 Blok 12 Pt Trubaindo Coal Mining Kutai Barat Kalimantan Timur*. Penelitian dilakukan dengan menghitung lemparan flyrock terjauh dari lokasi peledakan baik secara teoritis maupun aktual di lapangan. Pengambilan data dilakukan sebanyak 13 kali pada kondisi lubang ledak basah dan 11 kali pada kondisi lubang ledak kering.
2. Asep Triyanda, Raimon Kopa, 2021, *Kajian Teknis Lemparan Flyrock pada Pit 303 Jembayan PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur*. Metode yang digunakan yaitu analisis dan prediksi lemparan *flyrock*. Dengan menggunakan metode empiris Richard & Moore dan analisis dimensi Ebrahim Ghasemi.
3. Fahri Ramadhan, Yuliadi, Noor Fauzi Isniarno, 2021, meneliti mengenai *Analisis Parameter Peledakan yang Sangat Mempengaruhi Arah dan Jarak*

*Flying Rock pada Tambang Andesit PT Gunung Kulalet Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat.* Metode yang digunakan yaitu pengukuran langsung di lapangan dengan mengambil koordinat *flyrock* terjauh.

4. Havis Abdurrachman, Singgih Saptono, Bagus Wiyono, 2015, *Analisis Flyrock Untuk Mengurangi Radius Aman Alat pada Peledakan Overburden Penambangan Batubara.* Penelitian dilakukan dengan mengukur jarak lemparan maksimum *flyrock* secara aktual di lapangan. Pengamatan dilakukan terhadap 30 kali peledakan.
5. Muhammad Fahmi Hakim, 2022, meneliti mengenai *Kajian Teknis Peledakan Untuk Memperkecil Flyrock di Pit Pelikan Pamapersada Nusantara Jobsite PT. Kaltim Prima Coal.* Penelitian dilakukan dengan mengukur jarak lemparan maksimum *flyrock* secara aktual di lapangan dan menghitung lemparan maksimum *flyrock* secara teoritis. Pengamatan dilakukan sebanyak 30 kali
6. Nadhif Syeban, Marsudi, M. Khalid Syafrianto, 2019, meneliti mengenai *Kajian Batu Terbang (Fly rock) Untuk Mengurangi Radius Aman Pada Peledakan Penambangan Granodiorit Pt Total Optima Prakarsa Peniraman Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat.* Penelitian ini menggunakan metode survei dan analisa kuantitatif dengan perhitungan dan analisa prediksi jarak *fly rock* teoritis dari peledakan yang dihasilkan.

7. Randa Ramadhan, Dedi Yulhendra, 2020, meneliti mengenai *Kajian Potensi Flying Rock Peledakan Terhadap Radius Aman Alat Peremuk Crusher di CV Tekad Jaya Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota Sumatera Barat*. Penelitian dilakukan dengan mengukur jarak maksimum lemparan *flyrock* sebenarnya dilapangan. Pengamatan dilakukan sebanyak 35 kali.
8. Shanty V.A. Nababan, Eko Santoso, Kartini, 2022, *meneliti mengenai Analisis prediksi jarak lemparan flyrock pada kegiatan peledakan di PT Darma Henwa*. Penentuan prediksi jarak lemparan flyrock yang digunakan pada penelitian ini menggunakan 2 metode yaitu metode empiris prediksi flyrock oleh Alan B. Richard dan Adrian J. Moore dan analisis dimensi Ebrahim Ghasemi.
9. Shilvyanora Aprilia Rande, Ardila Yulianti, 2021, meneliti mengenai *Analisis Flyrock Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan Batuan Andesit Di Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat*. . Penelitian dilakukan dengan menghitung lemparan maksimum batuan secara teoritis menurut Alan B. Ricahrds dan Adrian J. Moore yang dipadukan dengan pengamatan actual *flyrock* di lapangan dengan pengamatan menggunakan video dan mata telanjang.
10. Suryadi, Raimon Kopa, 2019, meneliti mengenai *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*. Penelitian ini dilakukan dengan pengamatan jarak flyrock secara detail

menggunakan drone DJI Phantom 4 dan plotting koordinat dengan GPS (Global Positioning System). Secara teoritis jarak lemparan batu menurut metode empiris dengan teori Richard dan Moore (2005)



## **BAB II**

### **TINJAUAN UMUM**

#### **A. Geologi Regional**

##### **1. Geomorfologi**

Provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda di Indonesia saat ini yang berada di bagian utara Pulau Kalimantan. Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara berdasarkan Undang-Undang No. 20 Tahun 2012 tentang Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara. Provinsi Kalimantan Utara terdiri atas lima wilayah administrasi dengan empat kabupaten, yaitu Kabupaten Bulungan, Kabupaten Malinau, Kabupaten Nunukan, Kabupaten Tana Tidung, dan Kota Tarakan. Ibukota Provinsi Kalimantan Utara terletak di Tanjung Selor, yang saat ini berada di Kabupaten Bulungan. Berikut ini merupakan gambaran umum dari aspek geografis dan demografi, kesejahteraan masyarakat, pelayanan umum, daya saing daerah, indeks pembangunan manusia, dan kawasan perbatasan.

Kalimantan memiliki pulau yang datar, dikarenakan mempunyai pesisir yang rendah dan memanjang serta dataran sungai, terutama disebelah selatan dan barat. Kalimantan tidak memiliki pegunungan berapi namun jajaran pegunungan utamanya semula merupakan gunung berapi. Gunung Kanibalu di Kalimantan yang tingginya 4.101 m dpl merupakan puncak tertinggi di Asia Tenggara dan merupakan gunung tertinggi diantara pegunungan Himalaya dan puncak Jay Wijaya yang tertutup salju oleh Irian Jaya.

Kalimantan dilalui oleh sungai-sungai besar yang mengalir dari bagian tengah pulau ke pesisir. Kalimantan memiliki tiga sungai terpanjang yang menjadi kebanggaan Indonesia. Sungai Kapuas ( 1.143 km ). Sungai Barito ( 900 km ) dan Sungai Mahakam (775 m).

Luas dan Letak Wilayah Provinsi Kalimantan Utara yang memiliki luas  $\pm$  75.467,70 km<sup>2</sup>, terletak pada posisi antara 114035'22" – 118003'00" Bujur Timur dan antara 1021'36" - 4024'55" Lintang Utara. Selain itu, berdasarkan batas kewenangan provinsi, Provinsi Kalimantan Utara diketahui memiliki luas lautan seluas 11.579 Km<sup>2</sup> (13% dari luas wilayah total).

Secara administratif Provinsi Kalimantan Utara berbatasan dengan negara Malaysia tepatnya dengan negara bagian Sabah dan Sarawak, Malaysia. Batas daerah daratan terdapat sekitar 1.038 km garis perbatasan antara Provinsi Kalimantan Utara dengan Negara Malaysia. Sebelah Utara : Negara Sabah (Malaysia) Sebelah Timur : Laut Sulawesi Sebelah Selatan : Provinsi Kalimantan Timur Sebelah Barat : Negara Sarawak (Malaysia) Posisi geografis Provinsi Kalimantan Utara yang berbatasan langsung dengan Malaysia membuat provinsi ini berada di lokasi strategis terutama dalam pertahanan dan RPJMD Provinsi Kalimantan Utara Tahun 2016-2021 II - 1 keamanan negara. Selain itu, menurut Undang-Undang No. 20 Tahun 2012 tentang Pembentukan Provinsi Kalimantan Utara, diketahui bahwa provinsi ini juga berada di jalur pelayaran internasional (Alur Laut Kepulauan Indonesia/*Archipelagic Sealand Passage*) dan merupakan pintu keluar/*outlet* ke Asia Pasifik. Wilayah Administrasi Provinsi Kalimantan Utara Kabupaten/Kota Bulungan Malinau Nunukan Tana Tidung Tarakan

Kalimantan Utara Ibukota Tanjung Selor Malinau Nunukan Tideng Pale Tarakan  
Luas Daratan (Km<sup>2</sup>).

## **2. Stratigrafi Regional**

Berikut tatanan stratigrafi untuk Kalimantan Utara. *Qa* ALUVIUM; terdiri atas lumpur, lanau, pasir, kerikil dan oral. Merupakan endapan pantai, sungai dan rawa.

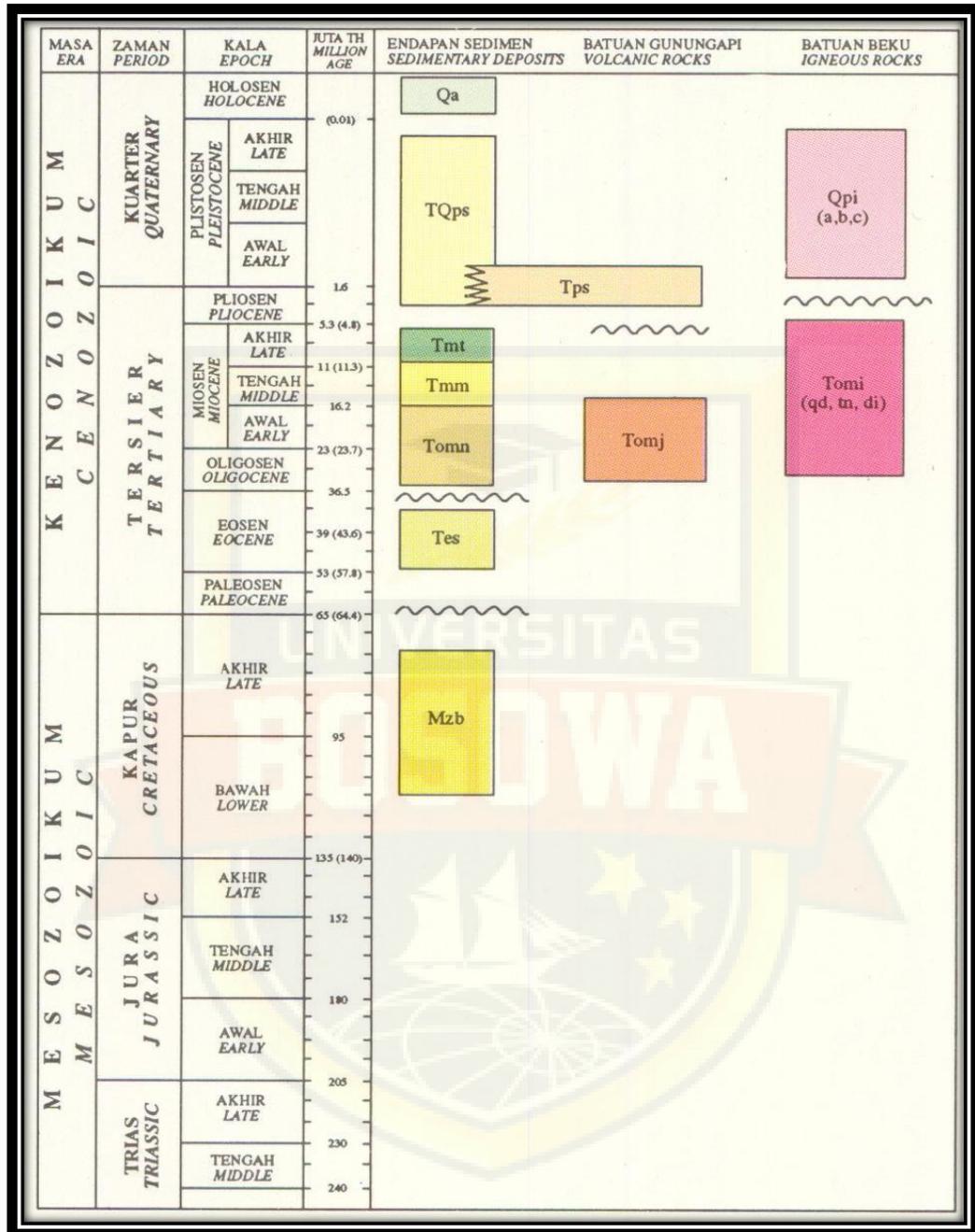
Struktur geologi yang terdapat di lembar Tarakan dan Sebatik adalah lipatan, sesar dan kelurusan. Lipatan berupa antiklin dan sinklin dengan sumbu lipatan berarah barat laut – tenggara dan melibatkan semua formasi batuan di lembar ini. Sesar yang dijumpai pada umumnya berupa sesar normal yang sebagian merupakan hasil pengaktifan kembali sesar – sesar yang telah terbentuk sebelumnya. Sesar dan kelurusan umumnya berarah baratlaut – tenggara dan beberapa berarah baratdaya – timurlaut. Dibeberapa tempat sesar – sesar ini ditempati batuan beku.

Dari hasil pengamatan struktur sedimen dan komposisi batuan tersier pada umumnya diduga daerah lembar tarakan dan sebatik telah mengalami beberapa kali kegiatan tektonik. Pengendapan kala tersier diawali oleh pengendapan batu gamping foraminifera dan sedimen turbidit dari formasi sembakung pada lingkungan laut dangkal sampai laut dalam. Penangkatan daratan Sunda yang berlangsung pada akhir eosen telah diikuti oleh penurunan dasar cekungan secara perlahan – lahan mulai dari kala oligosen sampai miosen akhir.

Periode ini merupakan masa pengendapan dalam pola regresi hampir di seluruh cekungan Tarakan yang menghasilkan endapan paralik sampai laut dalam

yang membentuk runtunan batuan dari formasi Naintupo, Meliat dan Tabul. Bersama dengan periode ini di daerah daratan terjadi kegiatan gunung api dan *magmatic* yang menghasilkan batuan gunung api formasi Jelai dan terobosan batuan beku granitan.

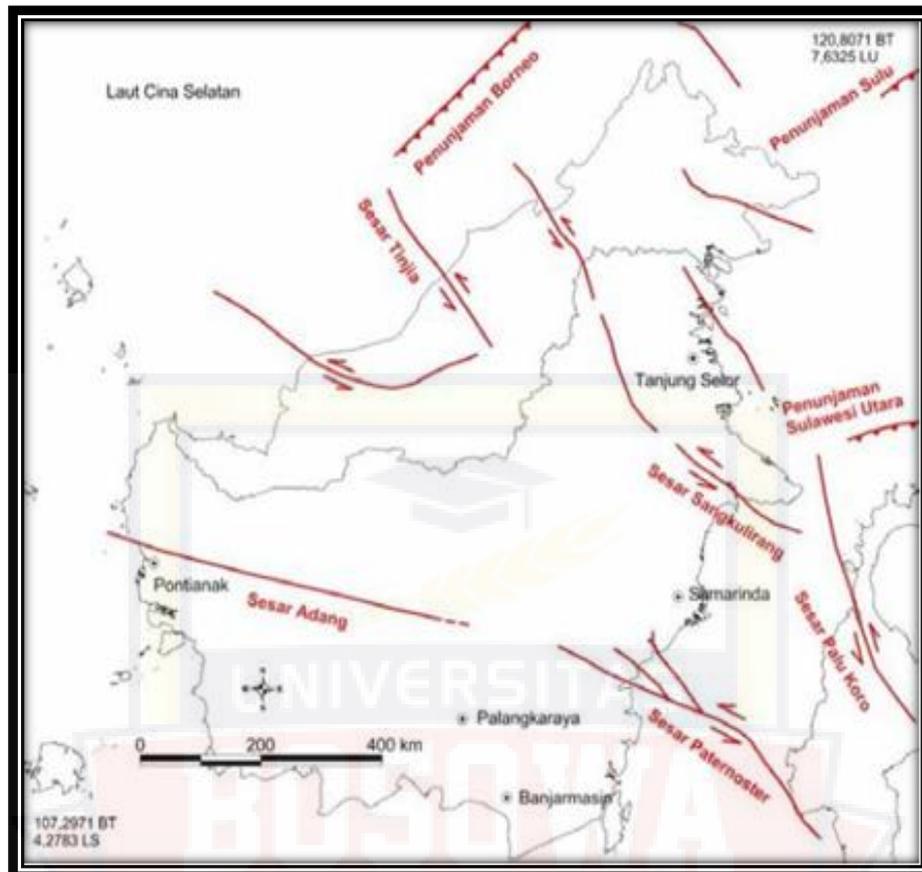
Periode tektonik selanjutnya berlangsung pada Miosen Akhir atau Pliosen Awal sampai kala Plistosen. Fase ini merupakan masa terjadinya kegiatan pengangkatan kembali tepi cekungan yang ditandai dengan pembentukan endapan paralik – fluvial delta seperti batupasir, batubara dan batugamping dari formasi Sajau. Pada masa ini juga di daerah daratan terjadi kegiatan gunung api yang menghasilkan batuan gunung api dari formasi Sinjin dan terobosan andesit, dasit dan basal yang berupa stok dan dike. Kegiatan tektonik terakhir terjadi pada kala Plistosen yang menghasilkan perlipatan dan sesar yang membentuk struktur geologi seperti sekarang.



Gambar 2.1 Korelasi Satuan Peta Geologi Lembar Tarakan dan Sebatik, Kalimantan ( S Hidayat, Amiruddin dan Saatri Anas 1995 )

### 3. Struktur Geologi Regional

Struktur geologi Pulau Kalimantan didominasi oleh sesar dan lipatan



**Gambar 2.2 Tektonik dan struktur geologi Pulau Kalimantan ( Hamilton, 1979; Moss ; Simons dkk., 2007; Hutchison, 2007 )**

- a. Sesar Tinjia di Serawak,
- b. Sesar Adang di Kalimantan Barat,
- c. Sesar Sangkulirang di Kalimantan Timur,
- d. Sesar Paternoster di Selat Makassar.
- e. Penunjaman
  - Penunjaman Borneo di barat laut Sabah,
  - Penunjaman Sulu di timur laut Sabah,
  - Penunjaman Sulawesi Utara di timur Kalimantan Utara dan Kalimantan Timur.

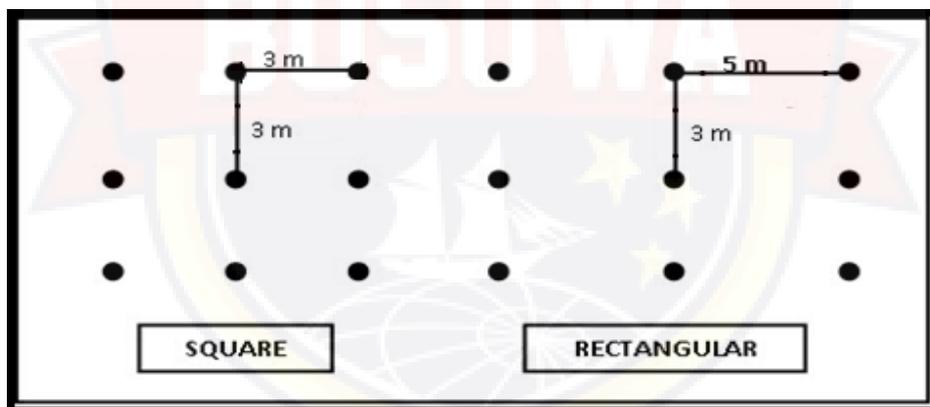
## B. Landasan Teori

### 1. Metode Pemboran

Dalam penambangan suatu endapan bahan galian yang keras dan kompak, maka pemberaiannya dilakukan dengan cara pemboran dan peledakan. Berikut adalah 2 macam pola pemboran :

#### a. Pola Pemboran *Paralel Pattern* (Pola Sejajar)

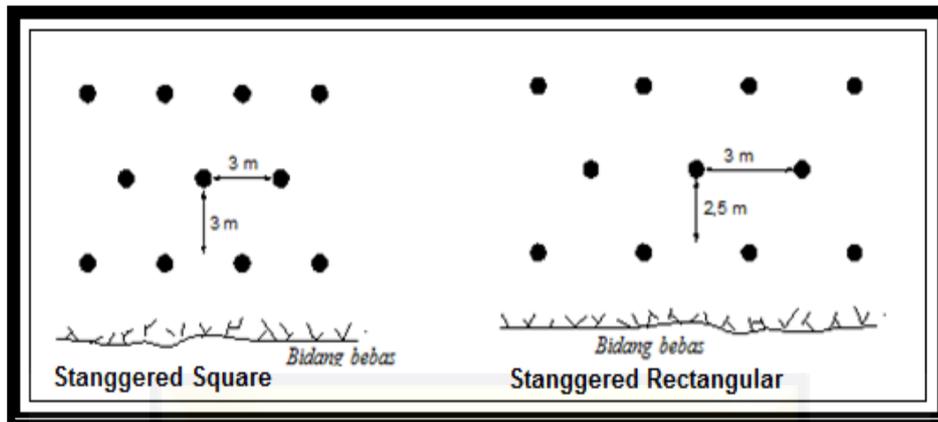
Ada beberapa macam pola pemboran yaitu *square pattern* dan *rectangular drill pattern* serta *staggered pattern*. Dalam *square pattern* jarak *burden* dan *spacing* sama, sedangkan *rectangular pattern* jarak *spasi* dalam satu baris lebih besar dari pada jarak *burden*.



Gambar 2.3 *Square Drill Pattern* dan *Rectangular* ( Hidayat, T 2016 )

#### b. Pola Pemboran *Staggered Drill Patter* ( pola zig-zag )

Pola pemboran lubang ledak dimana lubang ledak pada garis berikutnya berada di tengah-tengah *spasi* baris didepanya. Pola ini dapat diterapkan dengan *burden* sama dengan *spasi* .



Gambar 2.4 *Tranggerd Drill Pattern* ( Hidayat, T 2016 )

Dalam penerapannya, pola pemboran paralel merupakan pola yang umum karena lebih mudah dalam pembuatannya tetapi ukuran bahan peledakan tidak seragam, sedangkan pengeboran selang-seling lebih sulit dibuat dilapangan tetapi menghasilkan ukuran material hasil peledakan yang seragam.

## 2. Peledakan

Peledakan merupakan proses pemberaian batuan dalam volume yang besar menggunakan bahan peledak agar massa batuan mudah digali dan diangkut dengan alat mekanis. Peledakan dilakukan apabila penggalian menggunakan alat mekanis tidak memungkinkan lagi sehingga diperlukan suatu metode untuk membongkar material dari batuan induknya .

Peledakan memiliki daya rusak yang berbeda tergantung pada jenis bahan peledak yang digunakan dan tujuan penggunaan bahan peledak tersebut. Peledakan dapat digunakan untuk berbagai tujuan, baik positif maupun negatif, seperti untuk memenuhi kepentingan politik, ideologi, rekayasa, industri dan lainnya. Misalnya besi, baja dan logam lainnya, serta mineral industri, seperti batu bara dan batu kapur, sering menggunakan peledakan untuk mendapatkan mineral tersebut, jika

dianggap lebih ekonomis dan efisien daripada penggalian bebas (*free digging*) atau penggaruan (*ripping*).

Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila (Koesnaryo, 2001):

- 1) Target produksi tercapai (ton/hari atau ton/bulan)
- 2) Efisien penggunaan bahan peledak dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil diledakkan per kilogram bahan peledak (*powder factor*)
- 3) Fragmentasi batuan berukuran rata dengan batu kecil (kurang dari 15% batu pecah dengan peledakan)
- 4) Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan, dsb)
- 5) Aman (sesuai dengan Operasi Standar Prosedur)
- 6) Sedikit berdampak pada lingkungan (batu terbang, getaran tanah, bising, asap, dan debu minimal)

#### **a. Konsep Dasar Peledakan**

Kegiatan peledakan pada massa batuan mempunyai beberapa tujuan yaitu:

- 1) Membongkar atau melepaskan batuan (bahan galian) dari batuan induknya.
- 2) Memecah dan memindahkan batuan
- 3) Membuat rekahan

Bahan peledak adalah sarana yang efektif sebagai untuk membongkar batuan di industri pertambangan. Oleh karena itu, perlu digunakan sebagai barang yang berguna, disamping juga merupakan barang yang berbahaya. Untuk itu dalam

melaksanakan pekerjaan peledakan harus hati-hati sesuai dengan peraturan dan teknik yang diterapkan, sehingga pemanfaatannya lebih efisien dan aman.

Teknik peledakan yang digunakan tergantung dari tujuan peledakan dan pekerjaan atau proses tindak lanjut setelah peledakan. Untuk mencapai pekerjaan peledakan yang optimal sesuai dengan rencana, perlu diperhatikan faktor-faktor sebagai berikut:

- 1) Karakteristik batuan yang diledakkan.
- 2) Karakteristik bahan peledak yang digunakan.
- 3) Teknik atau metode peledakan yang diterapkan.

Proses peledakan biasanya dilakukan dengan membuat lubang tembak yang diisi dengan sejumlah bahan peledak, dengan penerapan metode peledakan, geometri peledakan dan jumlah bahan peledak yang sesuai untuk mendapatkan hasil yang diinginkan.

#### **b. Pola Peledakan**

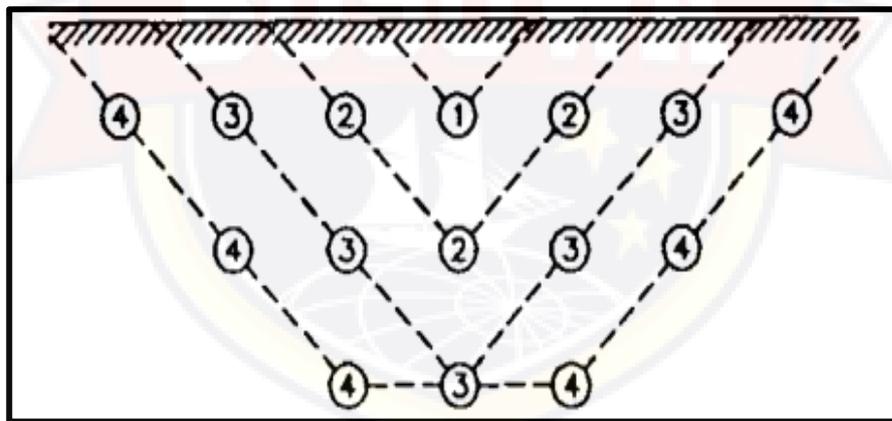
Secara umum pola peledakan menunjukkan urutan ledakan dari sejumlah lubang ledakan. Pola peledakan di tambang terbuka dan tambang bawah tanah berbeda. Pola ledakan adalah urutan waktu peledakan antara lubang bor dalam satu baris dan lubang bor di baris berikutnya atau antara lubang bor yang satu dengan yang lain. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan dan arah pelemparan material yang diharapkan. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan waktu tunda pada sistem peledakan antara lain:

- 1) Mengurangi getaran.
- 2) Mengurangi *overbreak* dan batu terbang (*fly rock*).

- 3) Mengurangi getaran akibat *air blast* dan suara (*noise*).
- 4) Dapat mengarahkan lemparan fragmentasi batuan.
- 5) Dapat memperbaiki ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan.

Jika pola peledakan tidak tepat atau seluruh lubang meledak sekaligus, maka akan terjadi sebaliknya yang merugikan yaitu mengganggu lingkungan peledakan dan hasilnya tidak efektif dan tidak efisien. Beberapa pola peledakan yang sering digunakan adalah sebagai berikut:

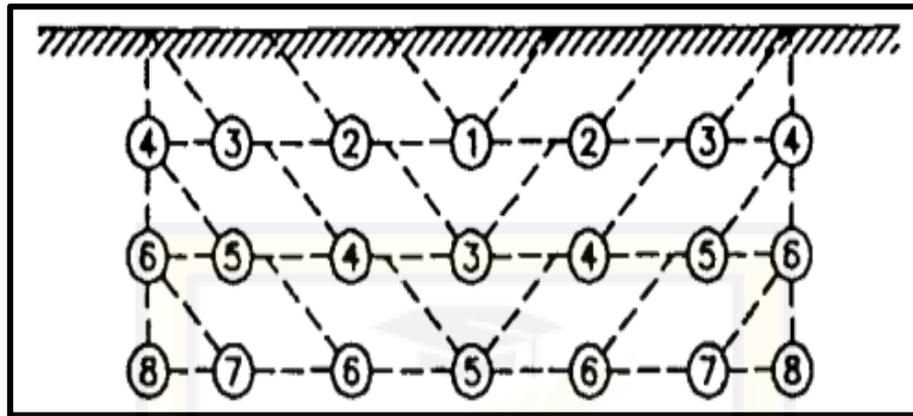
- a) Pola Peledakan *V-Cut*, yaitu Pola peledakan ini diterapkan pada lokasi peledakan yang memiliki dua muka bebas, arah hasil peledakan menggunakan pola ini mengarah ke tengah dengan pola peledakan menyerupai huruf V. Pola ini dapat kita lihat pada gambar 2.5:



Gambar 2.5 Pola Peledakan *V-Cut* ( C.J. Konya, 1995 )

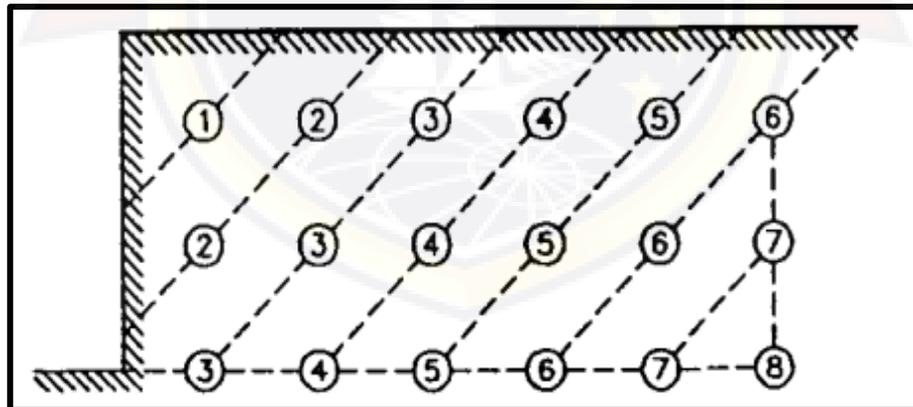
- b) Pola Peledakan *Box Cut*, yaitu Pola peledakan ini diterapkan pada lokasi peledakan yang hanya memiliki satu bidang bebas (*free face*), yaitu permukaan yang bersentuhan langsung dengan udara dalam arah vertikal. Pola peledakan ini bertujuan untuk menghasilkan bongkahan awal seperti

kotak dengan baris kontrol di tengah yang membagi dua seri. Pola ini dapat kita lihat pada gambar 2.6 :



Gambar 2.6 Pola Peledakan *Box Cut* ( C.J. Konya, 1995 )

- c) *Corner Cut / Echelon Cut*, yaitu pola peledakan ini diterapkan pada lokasi peledakan yang memiliki tiga bidang bebas (*free face*), arah hasil peledakan dengan menggunakan pola peledakan ini adalah ke arah sudut (*corner*). Pola ini dapat kita lihat pada gambar 2.7 :



Gambar 2.7 Pola Peledakan *Corner Cut / Echelon* ( C.J. Konya, 1995 )

### c. Bahan Peledak

Dalam melakukan kegiatan peledakan, PT. Petrosea Kbl menggunakan satu produk yaitu bahan peledak *ANFO*. Bahan peledak disediakan oleh PT. Dahana.

*ANFO* merupakan campuran *Ammonium Nitrat* dengan *Fuel Oil* dengan persentase campuran *Ammonium Nitrat* 94% dan *Fuel Oil* 6%.

#### **d. Metode Peledakan**

Metode peledakan yang digunakan di PT. Petrosea Kbl adalah metode *nonel*. Metode ini pada prinsipnya merupakan sistem peledakan beruntun tanpa menggunakan listrik (*non electric delay system*). Sedangkan tujuan dari metode ini adalah menghilangkan bahaya akibat penggunaan listrik dalam peledakan dan mengurangi efek *noise* dan *air blast* di permukaan.

#### **e. Peralatan Peledakan**

Peralatan peledakan yang digunakan di Pit Delta terdiri dari:

- 1) *Shoot gun*, Alat pemicu *nonel* (*starter non-electric*) dinamakan *shoot gun* atau *shoot firer* atau *shoot shell primer*. Seperti diketahui bahwa sumbu *nonel* mengandung bahan reaktif (HMX) yang akan aktif atau terinisiasi oleh gelombang kejut akibat dampak. Alat pemicu *nonel* dilengkapi dengan peluru yang disebut *shot shell primer* dengan ukuran tertentu. *Shot shell primer* diaktifkan oleh pemicu, yaitu pegas bertekanan tinggi yang terdapat di dalam alat pemicu *nonel*. Pada dasarnya bahwa alat pemicunya menggunakan *striker* yang disisipkan di bagian atas *barrel*, kemudian *transmisi impact* melalui *shot shell primer* ke sumbu *nonel* menggunakan hentakkan kaki. Sedangkan pada alat pemicu *nonel* digenggam dan untuk melepas pegas di dalam alat pemicu agar *shot shell primer* mentransmisikan *impact* ke sumbu *nonel* dengan cara dipukul.
- 2) Sirine, digunakan sebagai tanda bila peledakan siap untuk diledakkan

- 3) Cangkul, yang digunakan untuk menempatkan *cutting* pengeboran ke lubang tembak.



Gambar 2.8 Cangkul ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

- 4) *Mobile Manufacture Unit* (MMU), digunakan untuk mengangkat bahan peledak untuk di *loading* ke dalam lubang ledak.



Gambar 2.9 Truck MMU ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

- 5) Patok, barikade, papan peringatan dan pita (bendera), untuk membuat barikade bahwa lokasi tersebut akan dilakukan peledakan.



Gambar 2.10 Papan Peringatan ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

- 6) *Mobile blasting accessories*, yang digunakan untuk membawa aksesoris bahan peledak dari gudang bahan peledak dari gudang bahan peledak ke lokasi peledak ke lokasi peledakan.



Gambar 2.11 *Mobile blasting accessories* ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

#### f. Perlengkapan Peledakan

Perlengkapan yang digunakan di Pit Delta terdiri dari :

- 1) Bahan peledak utama yaitu ANFO
- 2) Bahan penguat peledakan adalah *Booster*. *Booster* merupakan pencampuran proses pelelehan *Trinitrotoluena* (TNT) dengan *Pentaerythol Tetranitrate* (PETN) yang berkerja sebagai pemicu peledakan untuk meledakan *ANFO* pada lubang tembak.



Gambar 2.12 *Booster* ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

- 3) *Lead In Line* (LIL) digunakan untuk menghubungkan antara *control line* dengan *shoot gun*



Gambar 2.13 LIL ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

4) *In hole delay* dengan waktu tunda 500 ms.



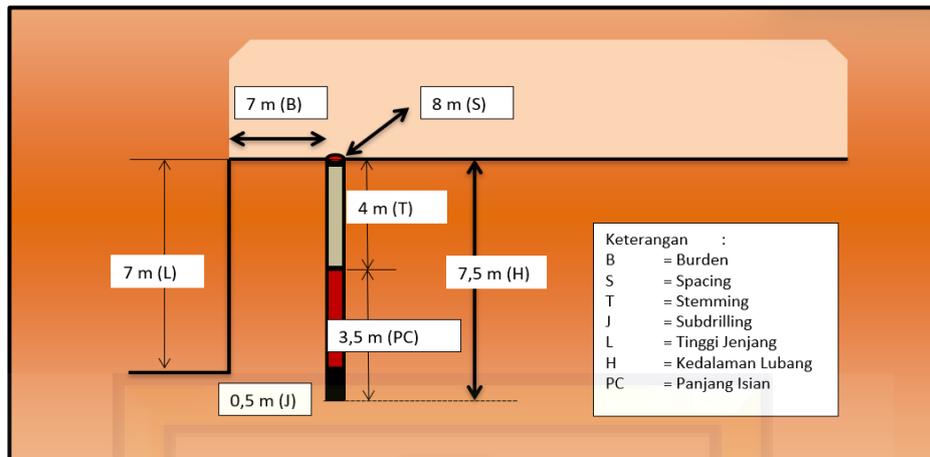
**Gambar 2.14** *Detonator In Hole Delay* ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

5) *Snapline (surface delay)*, dengan waktu tunda yang tersedia adalah 9, 17, 25, 42, 65, 100, 150, 175, 200 ms.

### **3. Geometri Peledakan**

Geometri peledakan merupakan jarak, ukuran/dimensi dari lubang ledak yang dibuat pada saat sebuah area pertambangan akan diledakkan.

Dalam perencanaan peledakan, geometri peledakan sangat menentukan keberhasilan operasi peledakan. Untuk mendapatkan hasil yang optimal, perlu dilakukan penyesuaian rancangan geometri peledakan dan evaluasi *powder factor* (PF) pada geometri peledakan.



Gambar 2.15 Geometri Peledakan ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

Geometri peledakan bertujuan untuk memperoleh ukuran fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan. Dalam pengamatan yang dilakukan dilapangan, ada beberapa parameter dari geometri peledakan yang sangat menentukan fragmentasi batuan hasil dari peledakan, antara lain:

**a. Burden**

*Burden* adalah jarak tegak lurus lubang bor terhadap bidang bebas (*freeface*). Secara teoritis, jika jarak *burden* terlalu kecil akan menghasilkan bongkaran yang terlalu hancur dan tergeser jauh dari dinding jenjang dan kemungkinan terjadinya batu terbang (*fly rock*) akan besar, sedangkan jika jarak *burden* terlalu besar akan mengakibatkan pada fragmentasi batuan yang buruk, karena gelombang tekan yang mencapai bidang bebas menghasilkan gelombang tarik yang sangat lemah dan berada di bawah kekuatan tarik batuan, sehingga batuan di daerah *burden* tidak hancur. Dalam persamaan matematis dituliskan dengan:

$$B = 3.15 \times De \times \sqrt[3]{\frac{SGe}{SGr}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- B : *Burden*
- De : Diameter lubang bor (inchi)
- S<sub>Ge</sub> : Density bahan peledak
- S<sub>Gr</sub> : Density batuan

Struktur geologi daerah juga diperlukan sebagai faktor koreksi terhadap jarak *burden*. Sedangkan untuk peledakan dimana material hasil peledakan sebelumnya belum seluruhnya dipindahkan ( *buffer blasting* ) maka diperlukan faktor koreksi terhadap *burden* sebesar *Kr* (Tabel sehingga besarnya *burden* terkoreksi dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$B_c = K_d \times K_s \times K_r \times B \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

- B<sub>c</sub> : *Burden* terkoreksi ( *feet* )
- B : *Burden* ( *feet* )
- K<sub>d</sub> : Faktor koreksi terhadap posisi lapisan batuan ( *bedding orientation* )
- K<sub>s</sub> : Faktor koreksi terhadap struktur geologi ( *geologi structur* )
- K<sub>r</sub> : Faktor koreksi terhadap jumlah baris ( *correction of number of row* ) dan *buffer blast*.

**Tabel 2. 1 *Stiffness Ratio* dan Pengaruhnya**

<i>Stiffness Rasio</i>	Fragmentasi	<i>Airblast</i>	<i>Fly rock</i>	<i>Vibrasi</i>	Keterangan
1	Jelek	Berpotensi	Berpotensi	Berpotensi	Potensi terjadinya <i>backbreak</i> dan <i>toe</i> . Harus dihindari dan dirancang ulang

<i>Stiffness Ratio</i>	Fragmentasi	<i>Airblast</i>	<i>Fly rock</i>	<i>Vibrasi</i>	Keterangan
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Sebaiknya dirancang ulang
3	Baik	Baik	Baik	Baik	Terkontrol dan Fragmentasi memuaskan
4	Sempurna	Sempurna	Sempurna	Sempurna	Tidak menguntungkan lagi bila <i>Stiffness Ratio</i> lebih dari 4

Sumber : Konya & Walter, 1991

### b. *Spacing* ( S )

*Spacing* adalah jarak antara lubang ledakan dalam garis sejajar dengan bidang bebas. Jarak yang terlalu besar akan menghasilkan fragmentasi yang buruk dan dinding akhir yang tersisa relatif tidak rata, sebaliknya jika *spacing* terlalu kecil dari jarak *burden*, akan menghasilkan lebih banyak tekanan di sekitar *stemming* dan menghasilkan gas yang mudah meledak dan tersebar ke atmosfer diikuti oleh kebisingan (*noise*).

*Spacing* yang kecil dari ketentuan akan menyebabkan ukuran batuan hasil peledakan terlalu hancur. Untuk *spacing* yang terlalu besar dari ketentuan akan menyebabkan banyak terjadi bongkahan (*boulder*) dan tonjolan (*toe*) di antara lubang ledak setelah peledakan.

Besarnya *spasi* dihitung berdasarkan pada perbandingan antara tinggi jenjang dengan *burden* (L/B) dan *delay* yang digunakan. Besarnya *spasi* dapat dihitung berdasarkan pada persamaan berikut :

$$S = K_s \times B \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

- S : *Spacing* (m)
- B : *Burden* (m)
- Ks : *Spacing Ratio* (1,00 – 2,00)

**c. *Stemming***

*Stemming* adalah bagian atas lubang ledak yang tidak diisi bahan peledak, melainkan diisi abu hasil pengeboran atau material berukuran kerikil (lebih baik) dan dipadatkan di atas bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah untuk menciptakan kesetimbangan tegangan dan membatasi gas-gas hasil ledakan agar dapat menekan batuan dengan kekuatan yang besar. Sedangkan di dalam penggunaan *stemming* yang perlu diperhatikan adalah panjang *stemming* dan ukuran material *stemming*.

*Stemming* yang pendek dapat menyebabkan pecahnya batuan di bagian atas, tapi mengurangi fragmentasi secara keseluruhan karena gas-gas hasil ledakan masuk ke atmosfer dengan mudah dan cepat, juga akan menyebabkan terjadinya *fly rock*, *overbreak* di permukaan dan juga akan menyebabkan *airblast*. Panjang *stemming* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$T = Kt \times B \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

- T : Tinggi *Stemming* (m)
- Kt : *Stemming Ratio* ( 0,7-1,00)
- B : *Burden*

Untuk menghitung panjang *stemming* perlu ditentukan terlebih dahulu *stemming ratio* (Kt), yaitu perbandingan antara panjang *stemming* dengan *burden*. Biasanya Kt yang digunakan adalah 0,70.

**d. Kedalaman lubang ledak**

Kedalaman lubang ledak biasanya ditentukan berdasarkan kapasitas produksi yang diinginkan dan kapasitas dari alat muat. Sedangkan untuk menentukan kedalaman lubang ledak dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$H = Kh \times B \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan :

H : Kedalaman lubang ledak

Kh : *Hole depth ratio* (1,5-4,0)

B : *Burden*

**e. Subdrilling**

*Subdrilling* adalah lubang ledak yang dibor sampai melebihi batas lantai jenjang bagian bawah. Maksudnya adalah supaya batuan dapat meledak secara *fullface* dan untuk menghindari kemungkinan adanya tonjolan-tonjolan (*toe*) pada lantai jenjang bagian bawah. Menurut C.J Konya (1995) *subdrilling* dirumuskan sebagai berikut :

$$J = Kj \times B \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan :

J : *Subdrilling*

Kj : *Subdrilling Ratio* (0,2-0,3)

**f. Charge Length (PC)**

*Charge length* merupakan panjang isian bahan peledak, dimana persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$PC = H - T \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

- PC : Panjang kolom isian bahan peledak
- H : Kedalaman lubang ledak
- T : *Stemming*

**g. Loading Density**

Dalam menentukan jumlah bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak maka terlebih dahulu ditentukan *loading density*. Adapun persamaan *loading density* sebagai berikut :

$$de = 0,508x De^2 x SGe \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

- de : *Loading Density* (kg/m)
- De : Diameter lubang ledak (inchi)
- SGe : Berat jenis bahan peledak

**h. Powder Factor (PF)**

*Powder factor* adalah suatu bilangan yang menyatakan perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap jumlah material yang diledakkan atau dibongkar dalam kg/m<sup>3</sup>, berdasarkan jenis batuan yang akan diledakkan, nilai *powder factor* yang disarankan menurut Jimeno (1997) dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de x PC x n}{V} \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

- PF : *Powder Factor* (  $kg/m^3$  )
- E : Jumlah bahan peledak yang digunakan ( kg )
- V : Volume batuan yang terbongkar (  $kg$  )
- de : *Loading Density* (  $kg/m$  )
- PC : *Charge length* ( m )
- n : Jumlah lubang ledak

**Tabel 2.2 Powder Factor**

<i>Type of Rock</i>	UCS (MPa)	<i>Powder Factor</i> ( $kg/m^3$ )
Massive High Strength Rock	50 - >100	0,6 – 1,5
Medium Strength Rock	25 – 50	0,3 – 0,6
Highly Fissured Rock	<5 – 25	0,1 – 0,3

Sumber : *Drilling and Blasting of Rocks*, Jimeno, 1997

#### 4. Sifat Bahan Peledak

Performa dari bahan peledak yaitu berasal dari kemampuan bahan peledak dalam penggunaannya pada kondisi tertentu. Berbeda tipe bahan peledak, maka berbeda pula penanganannya. Kemampuan ketahanan terhadap air, sifat gas beracun, energi yang diperlukan untuk detonasi, dan kekuatan untuk memecahkan batuan juga tentu berbeda (Bhandari, 1997).

Sifat-sifat bahan peledak yang mempengaruhi hasil peledakan adalah kekuatan, kecepatan detonasi, kepekaan, bobot isi bahan peledak, tekanan detonasi, ketahanan terhadap air, sifat gas beracun dan *permissibilitas*.

##### a. Kekuatan (*strength*)

Kekuatan suatu bahan peledak berkaitan dengan kandungan energi yang

dimiliki oleh bahan peledak tersebut, dan merupakan ukuran kemampuan bahan peledak tersebut untuk melakukan kerja. Biasanya dinyatakan dalam persen (%).

#### **b. Kecepatan detonasi**

Kecepatan detonasi (*Velocity Of Detonastion = VOD*) adalah kecepatan gelombang detonasi yang menerobos sepanjang kolom isian handak, dinyatakan dalam m/s. Kecepatan detonasi bahan peledak komersial ialah antara 1.500-8.000 m/s. Kecepatan detonasi suatu handak tergantung pada :

- Jenis handak (ukuran butir, bobot isi)
- Diameter dodol atau diameter lubang ledak
- Derajat pengurungan (*degree of confinement*)
- Penyalaan awal (*initiating*)

Energi yang dihasilkan oleh reaksi handak dipengaruhi oleh kecepatan detonasi dan bobot isinya. Persamaan *Relative Energy* (RE):

Dengan,

SG : berat handak

Ve : VOD : kecepatan detonasi

#### **c. Kepekaan**

Kepekaan adalah ukuran besarnya impuls yang diperlukan oleh bahan peledak untuk memulai bereaksi dan menyebarkan reaksi peledakan ke seluruh isian. Kepekaan handak tergantung pada komposisi kimia, ukuran butir, bobot isi, pengaruh kandungan air dan temperatur. Ada beberapa macam kepekaan itu, yaitu:

- Kepekaan terhadap benturan (*sensivity of shock/impact*)
- Kepekaan terhadap gesekan (*sensivity of friction*)

- Kepekaan terhadap panas (*sensivity to heat*)
- Kepekaan terhadap ledakan handak lain dari jarak tertentu (*gap sensivity*)

Bahan peledak yang sensitif belum tentu baik. Bahan peledak yang tidak peka tetapi mudah penyebaran reaksinya adalah lebih menguntungkan dan lebih aman.

#### **d. Bobot isi bahan peledak**

Bobot isi bahan peledak (*density*) adalah perbandingan antara berat dan volume bahan peledak. Bobot isi biasanya juga dinyatakan dalam istilah *Spesific Gravity* (SG), *Stick Count* (SC) atau *Loading Density* (de).

#### **e. Tekanan detonasi**

Tekanan detonasi ialah penyebaran tekanan gelombang ledakan dalam kolom isian bahan peledak, dinyatakan dalam kilobar (kb). Tekanan detonasi bahan peledak komersial antara 5 – 150 kb. Tekanan akibat ledakan akan terjadi di sekitar dinding lubang ledak dan menyebar ke segala arah, yang intensitasnya tergantung pada jenis bahan peledak (kekuatan, bobot isi dan VOD), tingkat/ derajat pengurangan, jumlah dan temperatur gas hasil peledakan.

#### **f. Ketahanan terhadap air**

Ketahanan terhadap air dari suatu handak ialah kemampuan handak itu dalam menahan rembesan air dalam waktu tertentu tanpa merusak, merubah atau mengurangi kepekaannya, dinyatakan dalam jam. Sifat ini sangat penting dalam kaitannya dengan kondisi tempat kerja, sebab untuk sebagian besar jenis handak, adanya air di dalam lubang ledak data mengakibatkan ketidakseimbangan kimia dan memperlambat reaksi pemanasan.

**g. Sifat gas beracun (*fumes*)**

Bahan peledak yang meledak menghasilkan dua kemungkinan jenis gas yaitu *smokes* atau *fumes*. *Smokes* tidak berbahaya karena hanya terdiri dari uap dan asap yang berwarna putih. Sedangkan *fumes* berbahaya karena sifatnya beracun, yaitu terdiri dari karbon-monoksida dan oksida-nitrogen. *Fumes* dapat terjadi jika bahan peledak yang diledakkan tidak memiliki keseimbangan oksigen, dapat juga terjadi jika bahan peledak tersebut dalam keadaan rusak karena kadaluwarsa, selama penyimpanan dan oleh sebab lain.

**5. *Fly rock***

*Fly rock* adalah salah satu efek berbahaya dari peledakan di tambang terbuka. Prediksi jarak lempar *fly rock* memiliki peran penting dalam menentukan radius aman alat. Terjadinya *fly rock* yang berlebihan dalam kegiatan peledakan dapat dibagi menjadi tiga mekanisme, yang mungkin disebabkan oleh kurangnya energi di kolom peledakan, tetapi juga karena rasio *burden* terhadap diameter lubang yang terlalu kecil, atau area yang lemah dengan bagian permukaan yang bebas.

Untuk menghitung lemparan flyrock terjauh dari lokasi peledakan baik secara teoritis maupun aktual di lapangan. Pengambilan data dilakukan sebanyak 13 kali pada kondisi lubang ledak basah dan 11 kali pada kondisi lubang ledak kering berdasarkan teori Adrian J. Moore & Alan B. Richard (2005). (Arief et al., 2015)

Menurut Suryadi & Kopa (2019) terdapat tiga faktor utama yang mempengaruhi terjadinya flyrock pada kegiatan peledakan, yaitu:

- 1) Rifling
- 2) Cratering
- 3) Face Bursting

Pada mekanisme *fly rock* karena *rifling* memiliki lemparan terjadi ke atas, sedangkan pada fenomena *face burst* dan *cratering* arah lemparan dapat terjadi dengan sudut yang rendah sehingga arah lemparan cukup jauh dan Sangat berbahaya, sehingga perlu perhatian lebih, kita harus bisa mengidentifikasi sedemikian rupa kemungkinan terjadinya *face burst* dan *cratering*.

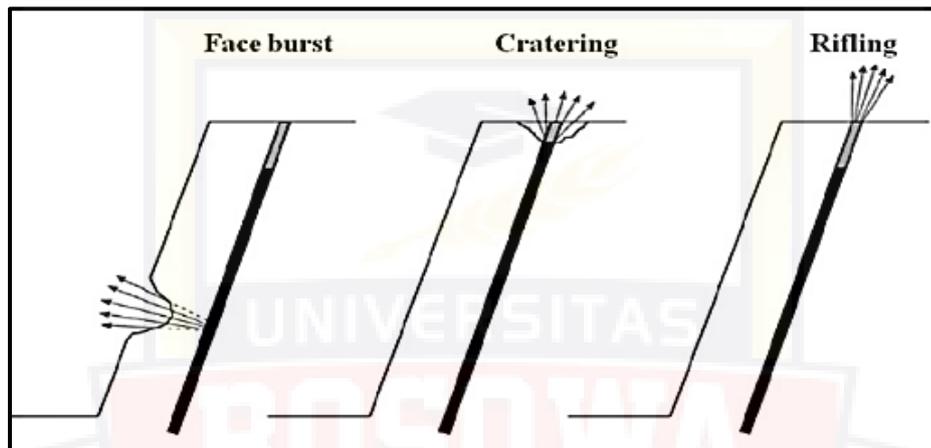
Menurut ketentuan Kepmen ESDM No. 1287 K/ 30 / MEM / 2018 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik yaitu jarak aman peledakan bagi alat dan fasilitas pertambangan 300 (tiga ratus) meter serta bagi manusia 500 (lima ratus) meter dari batas terluar peledakan diukur pada jarak horizontal dan/atau berdasarkan kajian teknis.

#### **6. Perhitungan Perkiraan Lemparan Maksimum (*Fly rock*)**

Beberapa penelitian telah dilakukan dalam usaha menentukan mekanisme terjadinya *fly rock*. Sebagian penelitian tersebut telah dilakukan oleh *Swedish Detonic Research Foundation* (Sve De Fo) pada (Hustrulid, 1999), *Terrock Consulting Engineers* (Richard & Moore, 2005), analisis dimensi untuk *fly rock* (Ghasemi et al., 2012) dan Skala Pengisian (*scaled depth of burial*). Percobaan – percobaan tersebut bertujuan untuk menentukan jarak yang aman dari bahaya *fly rock* serta mengontrol atau meminimalisir jarak lemparan *fly rock*. Berikut penjabaran dari masing – masing penelitian tersebut:

**a. Perkiraan Lemparan Maksimum *Fly rock* Menurut Richard dan Moore (2005)**

Menurut pengujian yang telah dilakukan Adrian J. Moore dan Alan B. Richard (2005), ada 3 faktor utama yang memepengaruhi terjadinya *fly rock* pada kegiatan peledakan (lihat Gambar 2.16.), yaitu :



Gambar 2.16 Tiga Mekanisme Terjadinya *Fly rock* ( Richard & Moore, 2005 )

1) *Face Burst*

Kondisi *burden* dapat mengontrol lemparan batuan ke depan jenzang. Jarak *burden* pada baris depan peledakan di lapangan yang terkadang terlalu dekat dapat menyebabkan potensi *fly rock* secara *face burst* semakin besar. Berikut persamaan yang digunakan: (Lihat Gambar 2.16)

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2,6} \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

- L : Lemparan maksimal (m)
- k : Konstanta
- g : Percepatan *gravitasi* ( 9,8 m/s<sup>2</sup> )
- m : Berat isian bahan peledak per meter (kg/m)

B : *Burden* (m)

## 2) *Cratering*

*Cratering* ialah kondisi *fly rock* diakibatkan dari tinggi *stemming* yang terlalu pendek serta terdapatnya bidang lemah pada lubang ledak. Bidang lemah tersebut biasanya merupakan material *broken* dari hasil peledakan sebelumnya. Berdasarkan kondisi tersebut maka *fly rock* dapat terlempar ke segala arah dari lubang ledak yang diinisiasi. Berikut persamaan yang digunakan: (Lihat Gambar 2.16)

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2,6} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

L : Lemparan maksimal (m)

k : Konstanta

g : Percepatan *gravitasi* ( 9,8 m/s<sup>2</sup> )

m : Berat isian bahan peledak per meter (kg/m)

SH : *Stemming Height* (m)

## 3) *Rifling*

*Rifling* adalah kondisi dimana isian *stemming* sudah sesuai untuk mencegah *fly rock* secara *cratering* namun material *stemming* yang digunakan kurang baik. *Fly rock* yang disebabkan lebih cenderung dari kemiringan lubang ledak karena jika pada lubang ledak tegak *fly rock* diasumsikan akan kembali pada titik semula. Berikut persamaan yang digunakan: (Lihat Gambar 2.16)

$$L = \frac{k^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2,6} \sin 2\theta \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

L : Lemparan maksimal (m)

k : Konstanta

g : Percepatan *gravitasi* ( 9,8 m/s<sup>2</sup> )

m : Berat isian bahan peledak per meter (kg/m)

SH : *Stemming Height* (m)

$\theta$  : Kemiringan lubang ledak

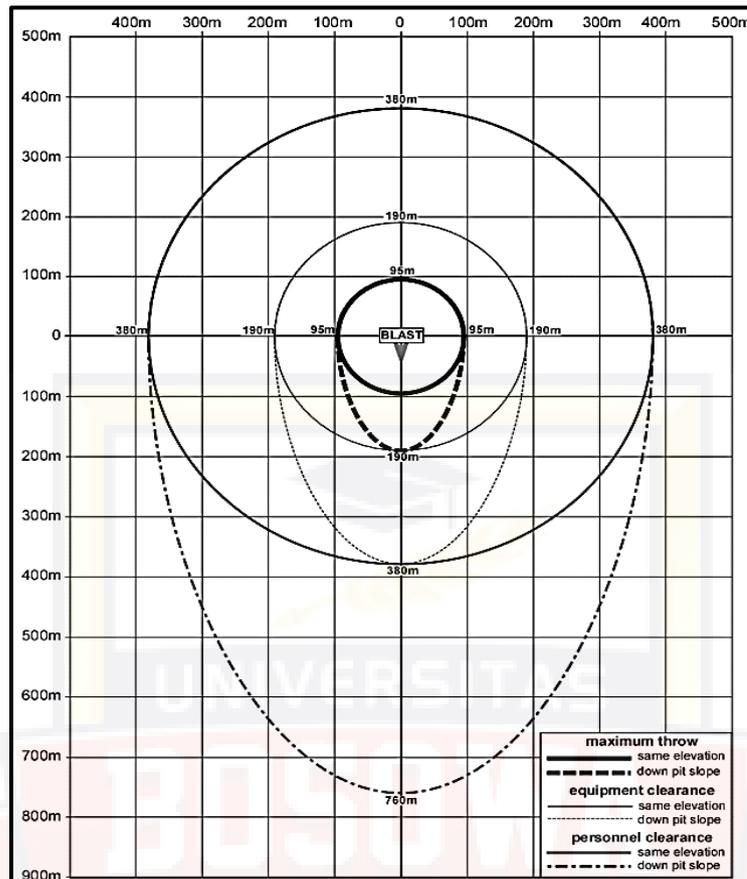
Dengan mengetahui jarak lemparan maksimal aktual maka didapatkan persamaan k sebagai berikut :

$$K = \sqrt{\frac{L \times g}{\left(\frac{\sqrt{m}}{SH}\right)^{2,6}}} \dots \dots \dots (2.13)$$

Ricahrd dan Moore (2005) menentukan daerah jatuhnya lemparan *fly rock* untuk setiap lokasi peledakan atau disebut juga *exclusion zone*, berdasarkan penelitian di Super Pit Gold Mine, Australia. Penentuan *exclusion zone* ditetapkan dari lemparan aktual *fly rock* yang diperoleh dari hasil pengamatan kegiatan peledakan.

Penentuan *exclusion zone* minimum ditentukan oleh penerapan *safety factor* sebagai berikut :

- Safety Factor 2.0 untuk alat
- Safety Factor 4.0 untuk manusia



Gambar 2. 17 Lembaran Maksimal dan Penentuan Rekomendasi Jarak Aman  
( Richard & Moore, 2005 )

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **A. Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif. Data yang diperoleh berupa data angka, selanjutnya akan dianalisis lebih lanjut dengan perhitungan matematis. Penelitian kuantitatif digunakan untuk memperoleh data primer dan data sekunder yang menjadi data pokok pada penelitian ini.

Alasan peneliti menggunakan pendekatan kuantitatif adalah untuk memecahkan permasalahan pada penelitian ini, menganalisa berbagai faktor yang berkaitan dengan penelitian diantaranya Kajian Teknis Geometri Peledakan terhadap *Fly rock* Hasil Peledakan.

Menurut Sugiyono (2005: 21) menyatakan bahwa metode deskriptif adalah suatu metode yang digunakan untuk menggambarkan atau menganalisis suatu hasil penelitian tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas.

#### **B. Lokasi Dan Waktu Penelitian**

Secara administratif daerah penyelidikan termasuk dalam wilayah Nunukan Timur, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara. Secara geografis dibatasi oleh koordinat  $117^{\circ}16'00'' - 117^{\circ}31'00''$  BT dan  $04^{\circ}03'00'' - 04^{\circ}18'00''$  LS.

Secara regional, daerah Nunukan Timur merupakan bagian dari Cekungan Tarakan. Lapisan batubara di daerah penyelidikan seluruhnya terdapat pada Formasi Tabul (Tmt) dan Formasi Meliat (Tmm) dengan penampakan megaskopis berwarna hitam, kilap terang, keras, garis gores hitam dan berlapis dengan arah

strike berkisar N100°E - N3450°E dan kemiringan (dip) berkisar 30° - 85°. Di daerah penyelidikan ditemukan 13 singkapan batubara yang kemudian diinterpretasikan menjadi 8 seam dengan ketebalan berkisar antara 0,05 – 1,00 meter dan dibagi menjadi dua blok yaitu Blok Sekapal dan Sekaduyan Taka. (Wibisono & P, n.d. *Kelompok Penyelidikan Batubara, Pusat Sumber Daya Geologi*).



**Gambar 3.1 Lokasi Dan Kesampaian Daerah PT. Petrosea KBL CCM ( PT. Central Cipta Murdaya )**

**Tabel 3.1 Waktu Penelitian**

No	Jenis Kegiatan	Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
		Kampus								Lapangan											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi Pustaka																				
2	Orientasi Lapangan																				

No	Jenis Kegiatan	Juni				Juli				Agustus				September				Oktober			
		Kampus								Lapangan											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	Pengambilan Data																				
4	Analisis Dan Pengolahan Data																				
5	Penyusunan Laporan																				

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

### C. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan merupakan aksesories yang digunakan pada kegiatan pengambilan data di lokasi tambang Adapun alat dan bahan yang digunakan pada pada penelitian di **PT PETROSEA KBL SITE CCM** Kalimantan Utara yaitu :

- 1) *Blasting Map*
- 2) *Alat Tulis Menulis*
- 3) *Stopwatch*
- 4) *Meteran*
- 5) *Gps Trimbl*
- 6) *Kamera*

### D. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan prosedur yang sistematis dan standar untuk memperoleh data yang diperlukan dengan cara pengamatan langsung di lokasi.

#### 1. Pengamatan Batuan

Pengamatan karakteristik, jenis dan kondisi batuan di area peledakan ini bertujuan agar dapat mengetahui litologi dan kondisi aktual di lapangan. Pengambilan gambar menggunakan kamera digital yang telah disiapkan.

## **2. Pengamatan Geometri Aktual**

Data geometri aktual di dapat dari hasil pengukuran langsung antar lubang di lokasi peledakan yang menjadi area penelitian. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan geometri yang ada antara plan dan aktual di lapangannya. Pengukuran dilakukan menggunakan meteran, dan buku catatan.

Berikut prosedur pengukuran yang ada :

1. Menyiapkan alat ukur (meteran)
2. Membentangkan meteran pada lubang bor untuk pengukuran diameter lubang. Untuk pengukuran *burden* dan *spacing*, meteran dibentangkan diantara lubang bor.
3. Pengukuran kedalaman lubang, dilakukan dengan memasukkan meteran kedalam lubang ledak yang telah selesai di bor.

## **3. Pengamatan *Fly rock***

Kegiatan pengamatan *fly rock* bertujuan untuk mengetahui lemparan maksimum *fly rock* aktual dengan melihat kondisi desain peledakan secara aktual dan menggunakan patok sebagai objek untuk penentuan jarak radius dari area peledakan.



**Gambar 3.2** Pengamatan lemparan *Fly rock* ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

Langkah-langkah pengamatan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

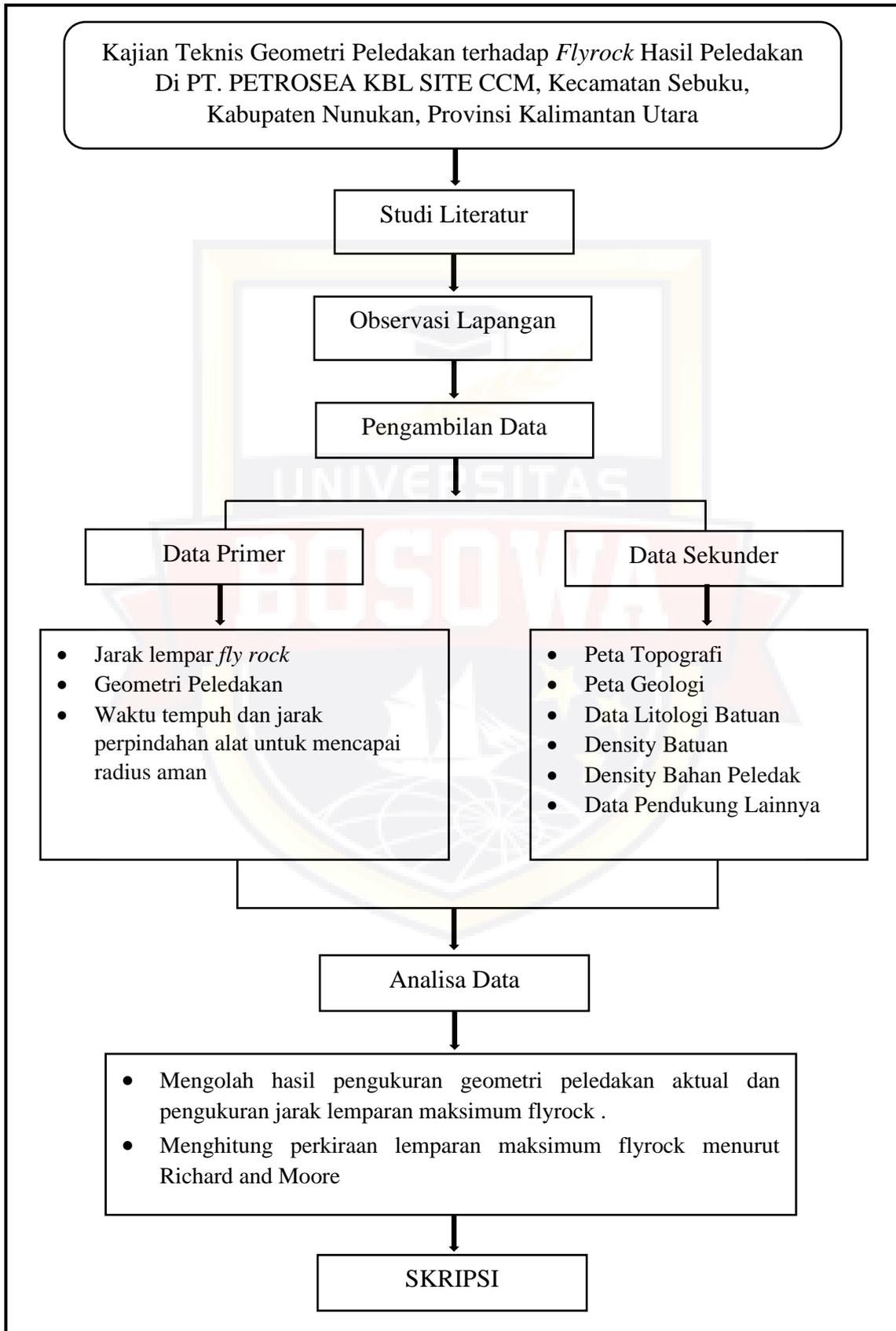
- Menyiapkan kamera digital
- Menuju ke lokasi aman untuk melihat peledakan didampingi oleh pengawas.
- Merekam proses peledakan untuk melihat lemparan maksimum *fly rock*.

#### **E. Teknik Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan metode empirik, yaitu dengan pengamatan terhadap kondisi aktual di lapangan, sehingga akan didapatkan hasil sesuai dengan tujuan penelitian, yaitu terhadap data :

- Hasil pengukuran geometri peledakan aktual dan pengukuran jarak lemparan maksimum *fly rock* .
- Perhitungan perkiraan lemparan maksimum *fly rock* menurut Alan B. Richard dan Adrian J. Moore,
- Rekomendasi radius aman alat

## 1. Teknik Analisis Data ( Bagan Alir Penelitian )



## BAB IV

### HASIL & PEMBAHASAN

#### A. HASIL PENELITIAN

##### 1. Pengolahan Radius Lempar Aktual Menurut Richard and Moore

- Geometri aktual

Geometri peledakan di lapangan memiliki perbedaan yang tidak terlalu signifikan dengan rencana yang telah ditentukan. Geometri rencana diperoleh dari data sekunder perusahaan. Perbedaan terbesar terlihat pada parameter *stemming*. Secara grafis perbedaan antara geometri aktual dan rencana dapat dilihat pada tabel

4.1

**Tabel 4.1 Geometri peledakan aktual di lapangan**

No	Kondisi Lubang	Geometri Peledakan (m)							
		B	B (awal)	S	T	H	PC	D	$\theta$
1	33% Basah	7	3,5	8	3,6	7	3,4	0,2	90°
2	14% Basah	7	3,5	8	3,1	7,9	4,8	0,2	90°
3	23% Basah	7	3,5	8	3,5	8,5	5	0,2	90°
Rata – rata		7	3,5	8	3,4	7,9	4,5	0,2	90°
Rencana		7	5	8	3,5	7,5	4	0,2	90°

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

Keterangan:

B : *Burden* (m)

S : *Spasi* (m)

T : *Stemming* (m)

H : Kedalaman lubang ledak (m)

- PC : Isian bahan peledak (m)
- D : Diameter lubang ledak (m)
- $\theta$  : Kemiringan lubang ledak (m)

Dari data hasil pengolahan pada tabel 4.1 maka geometri aktual didapatkan hasil rata-rata *burden* 7 m, *burden* awal 3,5 m, *spasi* 8 m, kedalaman 7,9 m, isian bahan peledak 4,5 m, diameter lobang 0,2 m.

- *Fly rock* Aktual

Jarak Lemparan *fly rock* sebelum dilakukan penelitian adalah 100 – 500 m. Sementara jarak lemparan *fly rock* selama penelitian dapat dilihat pada tabel 4.2.

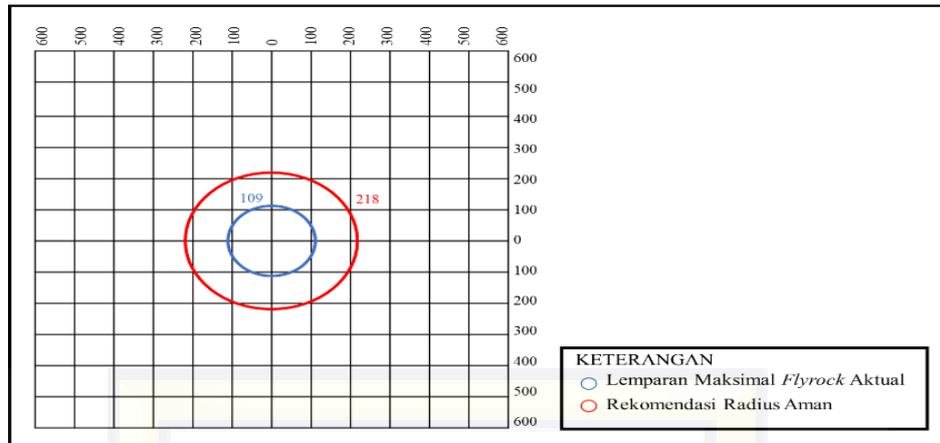
**Tabel 4.2 Pengolahan *Fly rock* Aktual**

No.	Jarak Lemparan <i>fly rock</i> Aktual (m)
1	98
2	86
3	109
Rata – rata	98

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

Dari tabel di atas terlihat bahwa dari semua peledakan *fly rock* terjauh adalah 109 meter, sehingga dari jarak tersebut didapatkan jarak radius aman adalah dua kali dari 109 meter, yaitu 218 m.

Untuk gambar radius aman *fly rock* aktual bisa dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini



Gambar 4.1 Radius aman geometri aktual ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )

Untuk perhitungan prediksi *fly rock* menggunakan teori persamaan Richard and Moore (2005). Data yang diperoleh pada *face burst* sebesar 97,96 m, dan untuk *cratering* yaitu 85.53 m untuk peledakan pertama, 124.63 m untuk peledakan kedua, dan 90.91 m untuk peledakan ketiga. Data lemparan *face burst* pertama sampai ketiga memiliki nilai yang sama karena data aktual *burden* awal tidak ada yang berbeda. Dapat dilihat pada tabel 4.3 perbedaan antara prediksi *fly rock* teoritis dengan lemparan *fly rock* aktual. Untuk pengolahan datanya dapat dilihat pada lampiran E.

Tabel 4.3 Perbandingan lemparan *fly rock* aktual dan teoritis

<i>Fly rock</i> Aktual ( m )	Teoritis		
	<i>Face Burst</i> ( m )	<i>Cratering</i> ( m )	Rifling ( m )
98	97,96	84,49	-
86		124.63	-
109		90.91	-

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

## 2. Pengolahan Geometri Ideal

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan persamaan metode C.J.Konya maka di dapatkan hasil geometri peledakan usulan *burden* 5 m, *burden face* 5 m, *spasi* 7 m, *stemming* 3,5 m, kedalaman lubang 7,5 m, isian 4 m, dan diameter 7 7/8 inch. Dapat di lihat pada tabel 4.8 di bawah ini dan untuk pengolahan datanya dapat dilihat pada lampiran C.

Tabel 4.4 Hasil Rekomendasi Geometri Usulan nb

<i>Burden</i> ( m )	<i>Burden</i> Awal ( m )	<i>Spasi</i> ( m )	<i>Stemming</i> ( m )	Kedalaman lubang ( m )	Isian ( m )	Diameter lubang ( inch )
5	5	7	3,5	7,5	4	7 7/8

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

Nilai geometri yang diusulkan hanya menghitung *burden face* dan *stemming*. Nilai *burden face* dan *stemming* dihitung menggunakan teori C.J. Konya. Dari teori tersebut didapatkan nilai *burden face* 5 m dan *stemming* sebesar 3,5 m.

Setelah mendapatkan nilai *burden face* dan *stemming* maka dilakukan perhitungan prediksi nilai *stemming* yang menghasilkan *fly rock* yang memiliki jarak terjauh dan terdekat. Kemudian *stemming* yang memiliki jarak *fly rock* terdekat akan dijadikan usulan *stemming* untuk perusahaan karena akan menghasilkan radius aman yang lebih baik.

## 3. Pengolahan Radius Aman *Fly rock*

Dari hasil pengolahan data menggunakan teori Richards and Moore (2005) dari rancangan geometri berdasarkan teori C.J.Konya di dapatkan nilai *face burst* sebesar 38,75 m, dan nilai *cratering* sebesar 90,91 m, karena kemiringan lubang

tembaknya adalah  $90^\circ$  maka nilai rifling 0. Dapat dilihat pada pada tabel 4.5 dibawah ini. Untuk pengolahan datanya dapat dilihat pada lampiran E.

**Tabel 4.5 Hasil Pengolahan Radius Aman**

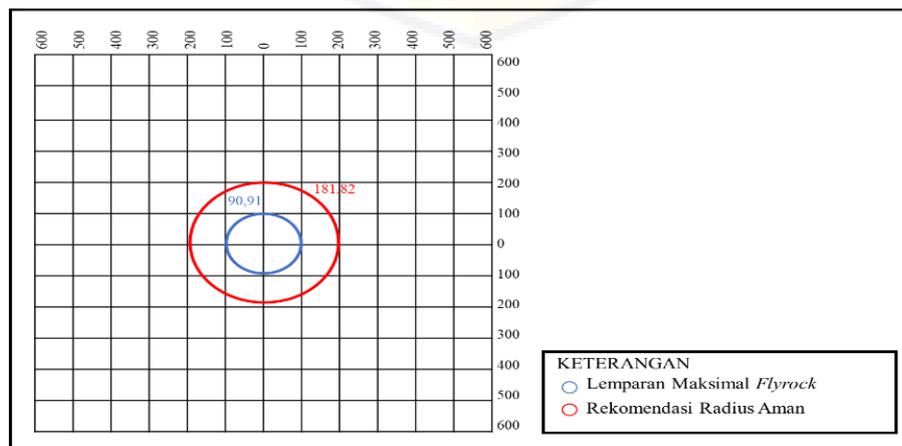
<i>Face Burst</i> ( m )	<i>Cratering</i> ( m )	Rifling ( m )
38,75	90,91	-

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

Dari pengolahan data diatas maka didapatkan pengaruh geometri peledakan terhadap *fly rock* teori C.J.Konya berdasarkan dari perhitungan *fly rock* menurut teori Richard and Moore (2005). Data prediksi jarak lemparan *fly rock* yang didapatkan yaitu nilai *face burst* adalah 38,75 m, sedangkan nilai *Cratering* adalah 90,91 m.

Prediksi *fly rock* dengan teori C.J.Konya dengan nilai *stemming* 3.5 meter memiliki *fly rock* prediksi 90,91 m. Sehingga pada PT. Petrosea Tbk dapat mengurangi radius aman yang mengikuti ketentuan menteri ESDM sebesar 300 meter menjadi dua kali dari 90,91 m yaitu 181,82 m.

Untuk gambar rekomendasi radius jarak aman pada PT. Petrosea Tbk dapat dilihat pada gambar 4.2 dibawah ini.



**Gambar 4.2 Radius Aman Geometri Usulan ( PT. Petrosea Kbl site Ccm )**

Sehingga jarak radius aman hasil lemparan flyrock menurut geometri usulan akan membuat jarak tempuh dari alat menjadi lebih dekat dan mengambil waktu relatif singkat untuk menuju ke radius aman. Untuk jarak tempuh aktual mempunyai waktu 0,1 jam/digger dengan jarak 200 m dan kecepatan 33 m/menit, untuk jarak tempuh dengan lemparan *fly rock* teoritis menurut Richard and Moore yaitu mempunyai waktu 0,07 jam/digger dengan jarak 150 m dan kecepatan 33 m/menit. Sehingga dapat menghemat waktu sebanyak 0,03 jam/digger untuk travel alat ke jarak aman. Untuk pengolahannya dapat dilihat pada lampiran F.

## **B. PEMBAHASAN**

### **1. Pengaruh Radius Lemparan menurut Richard and Moore**

Dari hasil pengolahan geometri dan *fly rock* aktual, nilai perhitungan geometri aktual *burden* adalah 7 m dan *spasi* 8 m untuk ketiga peledakan. Untuk *stemming* yaitu 3,6 m untuk peledakan 1, 3,1 m untuk peledakan 2, 3,5 untuk peledakan 3, dengan kedalaman lubang ledak yaitu 7 m untuk peledakan 1, 7,9 m untuk peledakan 2, dan 8,5 m untuk peledakan 3. Untuk isian bahan peledak yaitu sebesar 3,4 m untuk peledakan 1, 4,8 m untuk peledakan 2, dan 5,1 m untuk peledakan 3. Dengan diameter lubang tembak adalah  $7\frac{7}{8}$  inch atau 200 mm. Dan radius lemparan *fly rock* yang sebenarnya adalah 98 m untuk peledakan 1, 86 m untuk peledakan 2, dan 109 m untuk peledakan 3.

Berdasarkan SK tahun 1827 tentang pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik disebutkan bahwa jarak aman untuk peledakan untuk peralatan dan fasilitas pertambangan adalah 300 m, dan untuk manusia 500 m. Berdasarkan data yang terkumpul, tidak ditemukan adanya ledakan yang melewati

jarak radius aman yang telah ditentukan oleh Kepmen 1827, yang dimana untuk menentukan radius aman *fly rock* yaitu 2 kali lemparan terjauh dari *fly rock*. Dapat dilihat pada tabel 4.6 di bawah ini

**Tabel 4.6 Geometri dan *fly rock* peledakan aktual**

No.	Kondisi Lubang	Geometri Peledakan (m)							<i>Fly rock</i> (m)
		B	B (awal)	S	T	H	PC	D	
1	33% Basah	7	3,5	8	3,6	7	3,4	0,2	98
2	14% Basah	7	3,5	8	3,1	7,9	4,8	0,2	86
3	23% Basah	7	3,5	8	3,5	8,5	5	0,2	109

Sumber : Hasil Penelitian

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa semakin pendek kolom *stemming*, maka potensi lemparan *fly rock* akan semakin besar. Hal ini dipengaruhi oleh pengisian bahan peledak yang berlebihan sehingga kolom *stemming* menjadi lebih dangkal. Selain itu, penurunan ketinggian *stemming* juga terjadi ketika ada kondisi lubang ledak yang basah dikarenakan material *stemming* yang digunakan adalah *cutting* pengeboran. Dengan kondisi tersebut, maka derajat pengungkungan (*degree of confinement*) akan menurun sehingga berpotensi terjadinya *fly rock*.

Persiapan lokasi peledakan yang tidak memadai dapat menyebabkan potensi bahaya *fly rock*. Hal ini disebabkan adanya *spoil* yang dihasilkan dari sisa peledakan, pada saat persiapan tidak dibersihkan atau disingkirkan sehingga dapat terlempar pada saat peledakan dilakukan dan berpotensi menjadi *fly rock*.

Selain itu, penanganan lubang ledak yang kurang baik seperti tidak adanya identitas kedalaman lubang dan kondisi lubang mengakibatkan pengisian bahan peledak hanya dilakukan berdasarkan perkiraan. Sedangkan pada kondisi lubang ledak basah, penggunaan *liner* sering mengakibatkan pengisian bahan peledak yang

berlebihan sehingga kolom *stemming* menjadi lebih dangkal. Selain itu, pada kondisi lubang basah yang sering dibiarkan dalam keadaan *stemming* kurang padat sehingga pengungkungan menjadi tidak sempurna dan berpotensi *fly rock*.

## 2. Pengaruh Geometri Ideal menurut C.J.Konya

Dari pengolahan data tersebut maka didapatkan geometri peledakan dengan nilai *burden* 5 m, *spasi* 7 m, *stemming* 3.5 m, kedalaman lubang 7.5 m, pengisian kolom bahan peledak 4 m, dan diameter lubang ledak 7 7/8 inch. Dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

**Tabel 4.7 Geometri teoritis dan radius lempar *fly rock***

No.	Geometri Peledakan	<i>Fly rock</i> ( m )							
		B	S	T	H	PC	D	<i>Face Burst</i>	<i>Cratering</i>
1.	C.J.Konya	5	7	3.5	7.5	4	7 7/8	38,75	90,91

Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm

Dari tabel diatas maka dapat dilihat prediksi *fly rock* menggunakan teori C.J.Konya yaitu dengan nilai *stemming* 3,5 m dengan *fly rock* prediksi sebesar 38,75 m untuk *cratering* dan 90,91 m untuk *face burst*. Sehingga jarak radius aman pada PT. Petrosea Tbk dapat dikurangi dari 218 m menjadi dua kali dari 90,91 m yaitu sebesar 181,82 m.

## 3. Pengaruh Geometrik Peledakan Terhadap Fly Rock

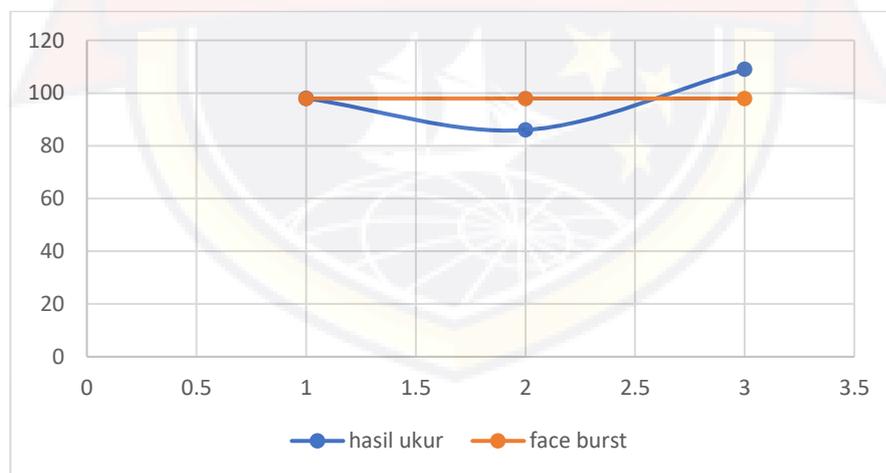
Nilai geometri peledakan hanya menghitung *burden face* dan *stemming*. Nilai *burden face* dan *stemming* dihitung menggunakan teori C.J. Konya. Dari teori tersebut didapat nilai *burden face* 5 m dan *stemming* 3,5 m. Setelah di dapatkan nilai *burden face* dan *stemming* tersebut dilakukan perhitungan prediksi mana nilai

*burden face* dan *stemming* yang menghasilkan *fly rock* yang memiliki jarak yang paling jauh dan dekat. Maka *burden face* dan *stemming* yang memiliki jarak *fly rock* yang paling dekat akan dijadikan *burden face* dan *stemming* usulan untuk perusahaan karena akan menghasilkan radius aman yang lebih baik. Dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

**Tabel 4.8 Rekapitulasi Geometri peledakan dan radius lempar *fly rock***

No.	Geometri Peledakan						<i>Fly rock</i> ( m )		
	B Awal	T	H	PC	D	Hasil Pengukuran	Teori		
							<i>Face Burst</i>	<i>Cratering</i>	
1	Aktual	3,5	3,6	7	3,4	7 7/8	98	97,96	84,94
2		3,5	3,1	7,9	4,8	7 7/8			124,63
3		3,5	3,5	8,6	5.1	7 7/8			109
4	Rekomendasi	5	3,5	7,5	4	7 7/8	<i>Face Burst</i> 38,75	<i>Cratering</i> 90,91	

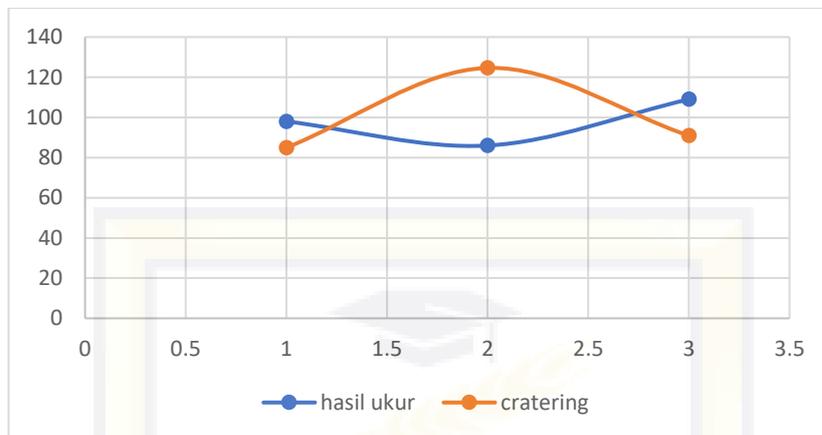
Sumber : Hasil Penelitian PT. Petrosea Kbl site Ccm



**Gambar 4.3 Perbandingan Jarak Lemparan *Fly rock* Hasil Ukur Dan *Face Burst***

Pada gambar 4.3 di atas diperoleh bahwa jarak lemparan *fly rock* pada peledakan ke-1 untuk hasil pengukuran sebesar 98 m, dan *face burst* sebesar 97,96 m, untuk peledakan ke-2 di peroleh hasil pengukuran sebesar 86 m, dan *face burts* sebesar 97,96 m, sedangkan peledakan ke-3 diperoleh hasil pengukuran sebesar

109 m, dan *face burts* sebesar 97,96 m, sehingga dapat di simpulkan bawah rata-rata jarak lemparan fly rock sebesar 97.96 m.



**Gambar 4. 4 Perbandingan Jarak Lemparan Fly rock Hasil Ukur Dan Cratering**

Pada gambar 4.4 di atas diperoleh bahwa jarak lemparan fly rock pada peledakan ke-1 untuk hasil pengukuran sebesar 98 m, dan *cratering* sebesar 84,94 m, untuk peledakan ke-2 di peroleh hasil pengukuran sebesar 86 m, dan *cratering* sebesar 124,63 m, sedangkan peledakan ke-3 diperoleh hasil pengukuran sebesar 109 m, dan *cratering* sebesar 90,91 m, sehingga dapat di simpulkan bawah jarak lemparan fly rock terbesar terdapat pada peledakan ke-2 yaitu *cratering* sebesar 124,63 m.

Untuk meminimalkan jarak lempar *fly rock* di lapangan yaitu dengan menutup lubang *stemming* dengan padat, kemudian mengubah geometri peledakan. Perubahan geometri peledakan perlu di uji untuk menghasilkan jarak lemparan *fly rock* yang lebih kecil. Parameter geometri peledakan yang diubah adalah *burden face* dan *stemming*. Hal ini dilakukan karena secara statistik *stemming* memiliki hubungan yang sangat kuat dengan jarak lempar *fly rock*. Selain itu, secara teoritis *stemming* juga berperan penting dalam mengunci energi di dalam lubang ledakan

sehingga optimal dalam menyebarkan material ke samping dan meminimalkan potensi energi yang keluar dari lubang ledakan yang dapat menyebabkan *fly rock*.

Ada beberapa efek yang dihasilkan dari beberapa kali pengambilan data pada peledakan dan *fly rock* di lapangan. Pertama *face burst*, *face burst* terjadi ketika kondisi area peledakan memiliki jenjang dimana jarak burden barisan depan peledakan terlalu dekat dengan *free face*. Dan yang kedua adalah *cratering*, *cratering* terjadi ketika ketinggian *stemming* terlalu pendek dan ada area yang lemah di lubang ledakan. Area yang lemah biasanya berupa material pecah dari peledakan sebelumnya. Berdasarkan kondisi tersebut, *fly rock* dapat terlempar ke segala arah dari lubang ledakan yang dimulai.

Selain itu dapat juga membuat *delay travel* alat menjadi lebih dekat dari yang aktual yaitu 0.1 jam/digger ke 0.07 jam/digger menghemat waktu sebanyak 0.03 jam/digger untuk ke radius aman

## **BAB V**

### **PENUTUP**

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, pengolahan data, dan analisis hasil pengolahan data, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut :

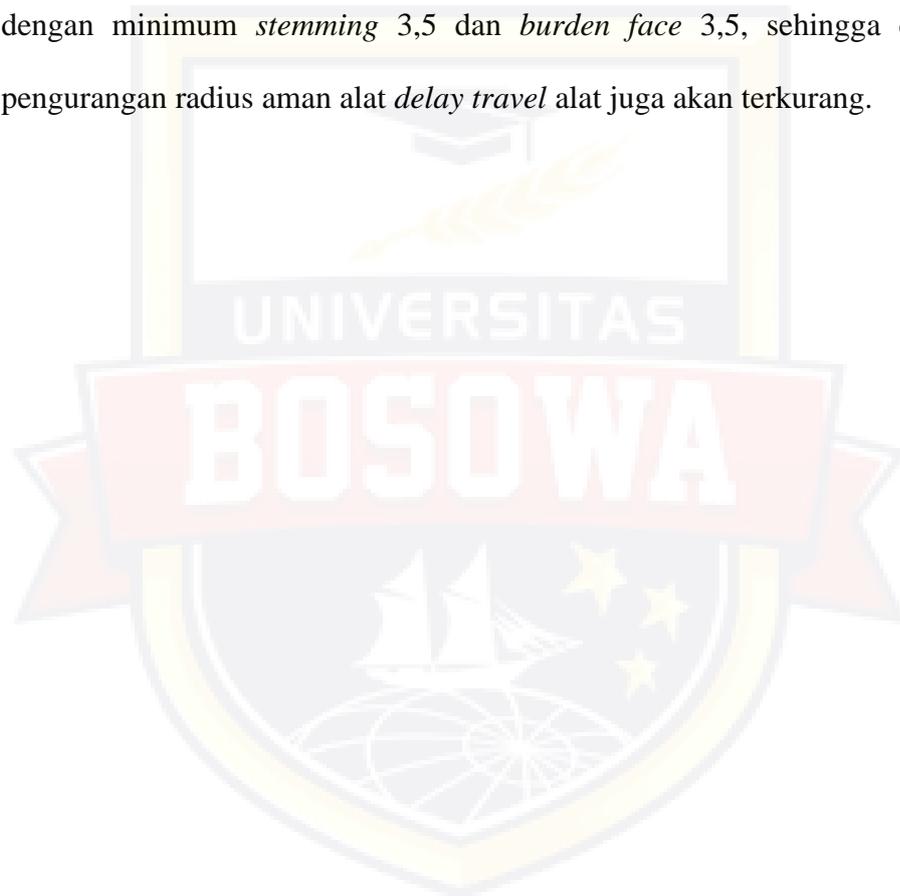
#### **A. Kesimpulan**

1. Radius lemparan *flyrock* oleh PT Petrosea telah memenuhi ketentuan Menteri ESDM yaitu dikali dua dengan lemparan *fly rock* dengan ketentuan 300 m dan maksimal lemparannya adalah 124,63 m
2. Geometri peledakan ideal untuk mendapatkan radius aman *fly rock* pada PT. Petrosea dengan menggunakan rumus C.J Konya yaitu diperoleh nilai *burden face* 5 m dan *stemming* 3,5 m.
3. Geometri peledakan yang dilakukan menunjukkan bahwa jarak lemparan *fly rock* maksimum adalah 181,82 m. Dengan demikian standar radius aman alat dapat dikurangi dari 300 m menjadi 200 m.

#### **B. Saran**

1. Perhitungan yang dilaksanakan oleh penulis hanya menggunakan rumus dari teori C.J Konya. Oleh itu dapat dilakukan perbandingan hasil jika menggunakan rumus dari teori lain seperti teori RL Ash atau *ICI Explosive*.
2. Kegiatan *stemming* perlu lebih diperhatikan ketika terjadi penambahan *coloum charge*, agar terbentuk kondisi *confined* pada material *stemming* untuk menghindari adanya *energy loss* atau terjadinya *stemming ejection* yang membuat *fly rock* melewati ambang batas.

3. Melaksanakan penelitian lanjutan yang mengkaji faktor lainnya yang dapat menghasilkan nilai *powder factor* (PF) yang sesuai dengan yang ditetapkan perusahaan (0,23) sehingga dapat dilihat geometri peledakan yang memiliki hasil peledakan yang terbaik.
4. Rekomendasi untuk mendapatkan radius jarak aman alat dibawah 200 m yaitu dengan minimum *stemming* 3,5 dan *burden face* 3,5, sehingga dengan pengurangan radius aman alat *delay travel* alat juga akan berkurang.



## DAFTAR PUSTAKA

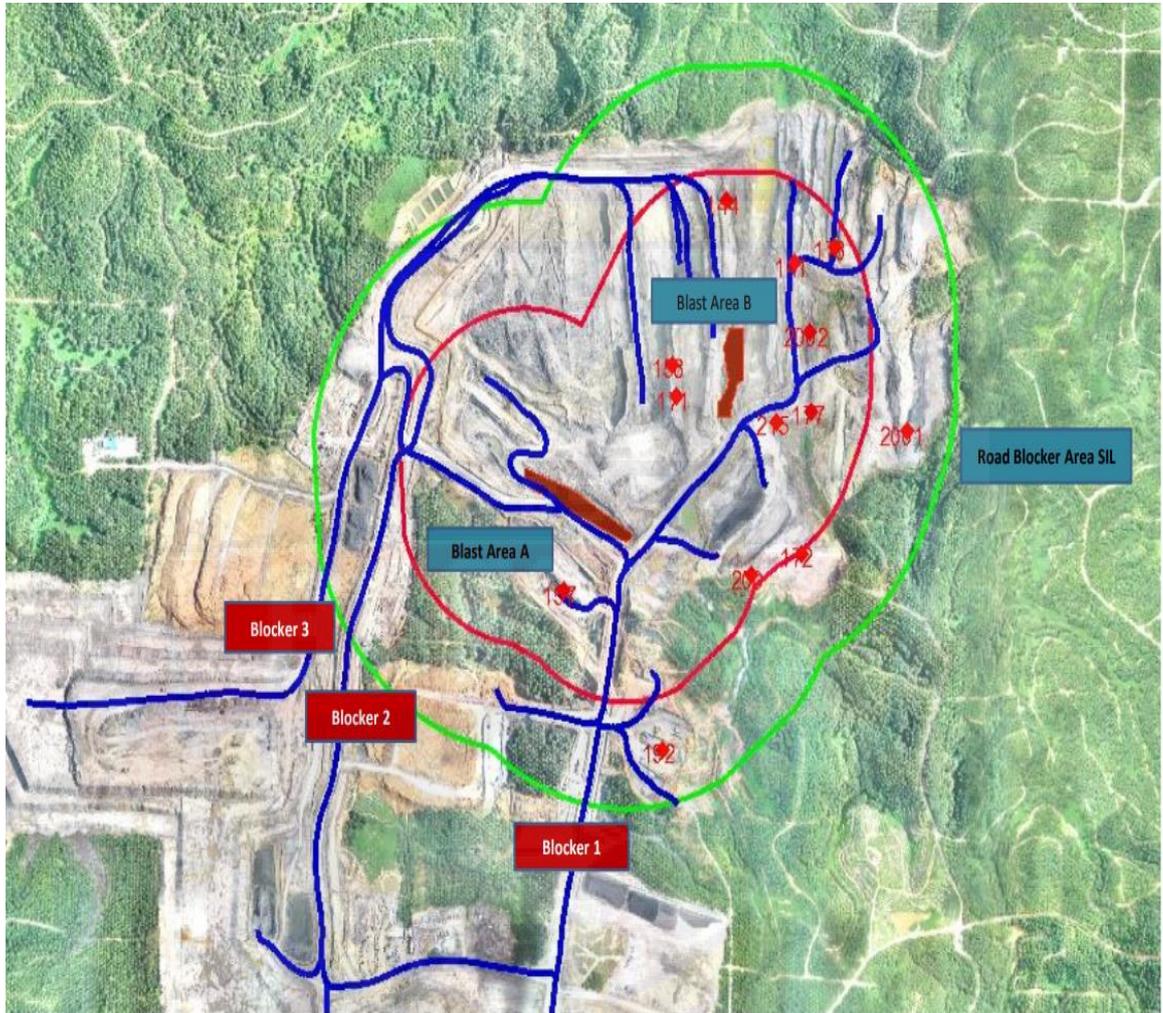
- Abdurrachman, H., Saptono, S., & Wiyono, B. (2015). *Analisis Flyrock Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan Overburden Penambangan Batubara*.
- Arief, U., Sudarsono, & Setyowati, I. (2015). *Kajian Radius Aman Alat Gali Muat Terhadap Flyrock Peledakan Pada Pit 4500 Blok 12 Pt Trubaindo Coal Mining Kutaibarat Kalimantan Timur*. *Jurnal Teknologi Pertambangan*, 1, 46–51.
- Bhandari, S. (1997). *Engineering Rock Blasting Operations*.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijrmms.2012.03.011>
- Hakim, M. F. (2022). *Kajian Teknis Peledakan untuk Memperkecil Flyrock di Pit Pelikan Pamapersada Nusantara Jobsite PT. Kaltim Prima Coal*. Universitas Pembangunan Nasional " Veteran ".
- Hamilton, W., 1979, *Tectonics of the Indonesia Region*, United States Government Printing Office, Washington: 344 pp. 5.
- Hidayat, S., Amirudin dan Satrianas, D., 1995. Peta geologi lembar Tarakan dan Sebatik, Kalimantan, Skala 1:250.000, Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi <http://miningforce.blogspot.com/2011/09/analisa-produktifitas-peledakan-untuk.html>
- Hustrulid, W. (1999). *Blasting Principles for Open Pit Mining : Volume 1-General Design Concept*.
- Hutchison, C.S., 2007, *Geological Evolution of South – East Asia*, Second Edition, ISBN 978-983-99102-5-4, Geological Society of Malaysia: 433 pp
- Jimeno, C. L. (1997). *Drilling and Blasting of Rocks*. In *Environmental & Engineering Geoscience: Vol. III* (Issue 1). <https://doi.org/10.2113/gseegeosci.iii.1.154>
- Kementrian ESDM 1827. 2018 Tentang pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan Yang Baik. Mentri Energi Dan Sumber Daya Minerel Rpublik Indonesia.
- Koesnaryo, S 2001. *Teori Peledakan*. Bandung : Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batu Bara
- Konya, C. J. (1995). *Blast Design*. In *Special Structural Topics*. <https://doi.org/10.4324/9781315733722-2>
- Konya, C. J., & Walter, E. J. (1991). *Rock blasting and overbreak control* (No. FHWA-HI-92-001; NHI-13211). In *Security* (Issue 132).
- Ma'rief, A. A., Qadri, A., Okviyani, N., & Mahyuni, E. T. (2020). *Analisis Pengaruh Jumlah Bahan Peledak Terhadap Ground Vibration Akibat Ledakan Pada Area Pit SM-A Tambang Batubara PT Sims Jaya Kalimantan Timur*. 8(April), 74–79.
- Moss, S.J., dan Chambers J.L.C., 1999, *Tertiary facies architecture in the Kutai Basin*,

Kalimantan, Indonesia, *Journal of Asian Earth Sciences* 17 (1999), Pergamon, P. 157-181

- Nababan, S. V. A., Santoso, E., & Kartini, K. (2022). *Analisis prediksi jarak lemparan flyrock pada kegiatan peledakan di PT Darma Henwa*. *Jurnal Himasapta*, 7(2), 79. <https://doi.org/10.20527/jhs.v7i2.6436>
- Ramadhan, F., & Isniarno, N. F. (2021). *Analisis Parameter Peledakan yang Sangat Mempengaruhi Arah dan Jarak Flying Rock pada Tambang Andesit PT Gunung Kulalet Kecamatan Baleendah Kabupaten Bandung Provinsi Jawa Barat*. 7, No. 2, 502–509.
- Ramadhan, R., & 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*. *Bina Tambang*, 5(2302–3333), 1–6.
- Rande, S. A., & Yulianti, A. (2021). *Analisis Flyrock Untuk Mengurangi Radius Aman Alat Pada Peledakan Batuan Andesit di Kecamatan Margaasih, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat*. *Jurnal Promine*, 9(1), 23–28.
- Richard, A. B., & Moore, A. J. (2005). *Golden Pike Cut-Back Flyrock Control and Calibration of a Predictive Model*. *Terrock Consulting Engineers*. 14(10), 420. <https://doi.org/10.1049/ep.1968.0392>
- Sanjaya, D. R. (2021). *Analisis Pengaruh Dan Rekomendasi Percepatan Getaran Horizontal Maksimum ( A Maks ) Pada Proses Peledakan Terhadap Stabilitas Lereng Pit Batu Hijau Pt Amman Mineral Nusa Tenggara*. Universitas Hasanuddin.
- Simons, W.J.F., Socquet, A., Vigny, C., Ambrosius, B.A.C, Haji Abu, S., Chaiwat Promthong, Subarya, C., Sarsito, D.A., Matheussen, S., Morgan, P. & Spakman, W., 2007, A decade of GPS in Southeast Asia: Resolving Sundaland motion and boundaries. *J. Geophys. Res.*, 112, 20 pp
- Sugiyono. 2005. *Metode Penelitian Bisnis*, Bandung : Alfabeta
- Suryadi, & 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*, 4(3).
- Syeban, N., Marsudi, & Syafrianto, K. M. (2019). *Kajian Batu Terbang (Fly Rock) untuk Mengurangi Radius Aman Pada Peledakan Penambangan Granodiorit PT Total Optima Prakarsa Peniraman Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawah Kalimantan Barat*. *Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang*, 6, 1–7.
- Triyanda, A., & Kopa, R. (2021). *Kajian Teknis Lemparan Flyrock pada Pit 303 Jembayan PT Pamapersada Nusantara Distrik Baya Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur*. *Jurnal Bina Tambang*, 6(2), 145–156.
- Wibisono, S. A., & P, W. S. (n.d.). *Penyelidikan Batubara Di Daerah Nunukan Timur, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Utara*.



**LAMPIRAN A**  
**PETA EVAKUASI PELEDAKAN**



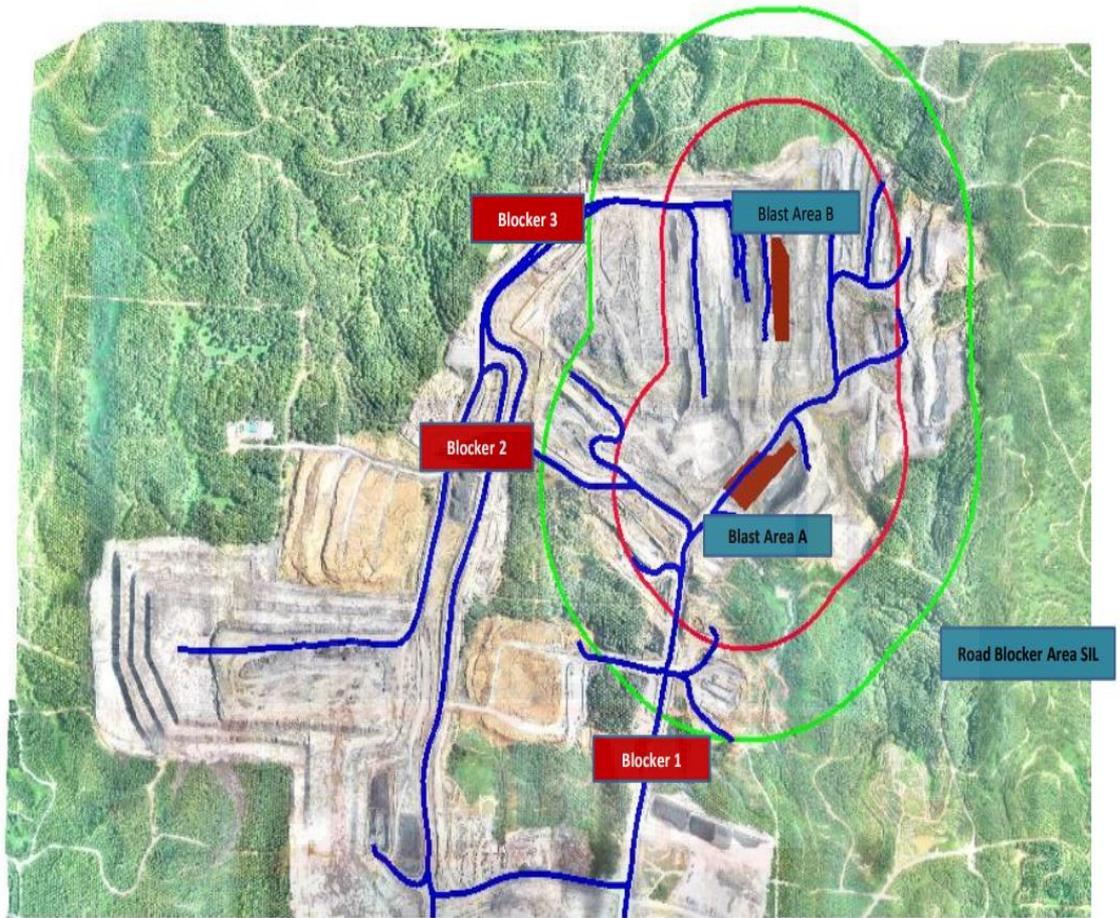
---

BLASTING MAP AND ROAD BLOCKER PIT DELTA

11-Sep-22

---

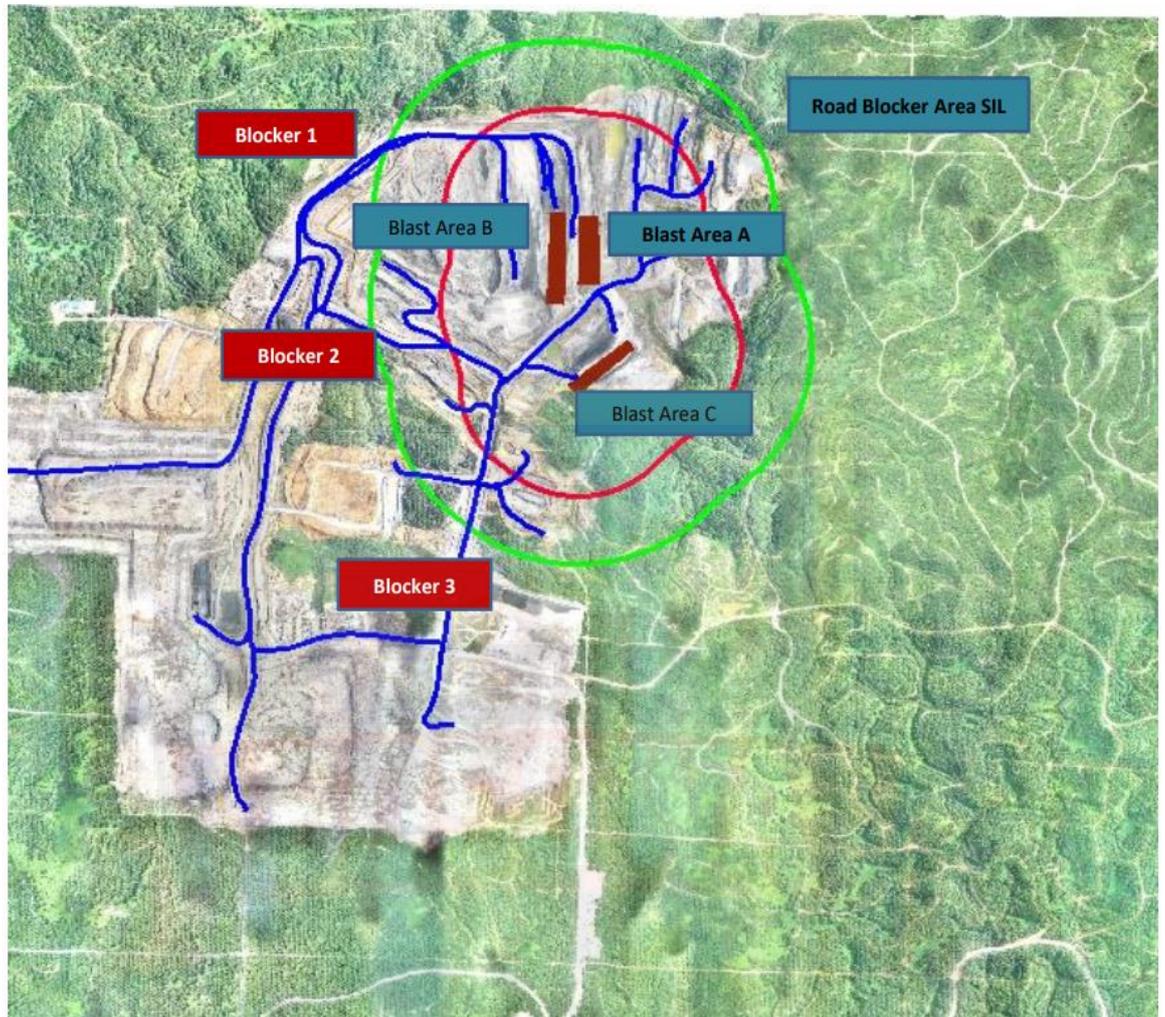
Gambar A.1 Peta Evakuasi Kegiatan Peledakan Pit Delta Seam G



BLASTING MAP AND ROAD BLOCKER PIT DELTA

12-Sep-22

Gambar A.2 Peta Evakuasi Kegiatan Peledakan Pit Delta Stripping Seam F Selatan



---

**BLASTING MAP AND ROAD BLOCKER PIT DELTA**

17-Sep-22

---

Gambar A.3 Peta Evakuasi Kegiatan Peledakan Pit Delta Expose Seam F

## **LAMPIRAN B**

### **KARAKTERISTIK MASSA BATUAN**

#### **A. Sifat Fisik Batuan**

Sifat fisik batuan yang digunakan untuk membuat rancangan peledakan adalah berat jenis batuan yang akan diledakkan. Berdasarkan data yang didapat dari departemen Geologi PT. Petrosea Tbk, jenis batuan lapisan di Pit delta adalah batu lempung, batu pasir dan batu lanau.

a) Batu lempung :

- Bobot isi basah : 1.62 – 2.49 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi basah rata-rata : 2.02 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering : 1.26 – 2.30 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering rata-rata : 1.68 ton/m<sup>3</sup>

b) Batu pasir :

- Bobot isi basah : 1.80 – 2.45 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi basah rata-rata : 2.17 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering : 1.51 – 2.26 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering rata-rata : 1.92 ton/m<sup>3</sup>

c) Batu lanau :

- Bobot isi basah : 1.77 – 1.93 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi basah rata-rata : 1.85 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering : 1.49 – 1.63 ton/m<sup>3</sup>
- Bobot isi kering rata-rata : 1.56 ton/m<sup>3</sup>

## B. Sifat Mekanik Batuan

Sifat mekanik batuan yang perlu diketahui yaitu kuat tekan uniaksial ( *uniaksial compressive strength/UCS* ). Data yang didapat dari Departemen Geologi Pit Delta PT. Petrosea Tbk yaitu :

a) Batu lempung :

- Nilai UCS : 4.91 – 20.28 MPa
- Nilai UCS rata – rata : 9.09 MPa

b) Batu pasir :

- Nilai UCS : 0.76 – 3.45 MPa
- Nilai UCS rata – rata : 2.03 MPa

c) Batu lanau :

- Nilai UCS : 1.77 – 1.88 MPa
- Nilai UCS rata – rata : 1.83 Mpa

## LAMPIRAN C

### PENGUKURAN LEMPARAN MAKSIMUM FLYROCK AKTUAL

Tabel C.1 Data Pengukuran Lemparan Maksimum Flyrock Aktual

No	Tanggal	Lokasi	Lemparan Maksimum Flyrock (m)
1	4 September 2022	Ekspose Seam D	66
2	7 September 2022	Seam H	110
3	8 September 2022	Seam G	98
4	11 September 2022	Seam G	98
5	12 September 2022	Stripping Seam F Selatan	86
6	14 September 2022	Expose Seam D	75
7	16 September 2022	Stripping Seam F1	62
8	17 September 2022	Expose Seam F	109
9	18 September 2022	Expose Seam G	159
10	20 September 2022	Stripping Seam F	95
11	22 September 2022	Expose F	123

## LAMPIRAN D

### PERHITUNGAN GEOMETRI USULAN CJ.KONYA

Berdasarkan kegiatan di lapangan Geometri peledakan dihitung menurut persamaan CJ. Konya sebagai berikut:

$$\text{Diameter Lubang Ledak} = 7^{7/8} \text{ inch} \rightarrow 200 \text{ mm} \rightarrow 0.2 \text{ m}$$

$$\text{SGe} = 0.84 \text{ gr/cm}^3 \rightarrow 840 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{SGr} = 1.58 \text{ kg/m}^3$$

a. Burden ( B )

$$\begin{aligned} B &= 3.15 \times D_e \left( \frac{\text{SGe}}{\text{SGr}} \right)^{0.33} \\ &= 3.15 \times 0.2 \left( \frac{840}{1.58} \right)^{0.33} \\ &= 3.15 \times 0.2 \times 7.93 \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

b. Spacing ( S )

$$\begin{aligned} S &= 1.4 \times B \\ &= 1.4 \times 5 \\ &= 7 \text{ m} \end{aligned}$$

c. *Stemming* ( T )

$$\begin{aligned} T &= 0.7 \times B \\ &= 0.7 \times 5 \\ &= 3.5 \text{ m} \end{aligned}$$

d. Subdrill ( J )

$$J = 0.3 \times B$$

$$= 0.3 \times 5$$

$$= 1.5 \text{ m}$$

e. Kedalaman Lubang ( H )

$$H = Kh \times B$$

$$= 1.5 \times 5$$

$$= 7.5 \text{ m}$$

f. Tinggi Jenjang ( L )

$$L = H - J$$

$$= 7.5 - 1.5$$

$$= 6$$

g. Panjang Kolom Isian ( PC )

$$PC = H - T$$

$$= 7.5 - 3.5$$

$$= 4$$

h. – Volume Peledakan

$$V = B \times S \times L$$

$$= 5 \times 7 \times 6$$

$$= 210 \text{ m}$$

– Nilai Powder Factor

$$PF = \frac{(PC \times de)}{v}$$

$$= \frac{(4 \times 26.4)}{210}$$

$$= 0.50 \text{ kg/m}^3$$

## LAMPIRAN E

### PERHITUNGAN LEMPARAN SECARA TEORITIS

#### 1. Pengolahan data flyrock geometri actual

Perhitungan Berdasarkan Teori Adrian J. Moore & Alan B. Richard Berdasarkan model perhitungan Richards dan Moore, lemparan maksimum flyrock baik yang terjadi karena faceburst maupun cratering dapat dihitung dengan rumusan berikut :

##### Peledakan 1

###### a. Face burst

$$\begin{aligned} L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2,6} \\ &= \frac{18,81^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{3,5} \right)^{2,6} \\ &= 36,10 \times 2,71 \\ &= 97,96 \text{ m} \end{aligned}$$

###### b. Cratering

$$\begin{aligned} L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2,6} \\ &= \frac{18,12^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{3.6} \right)^{2,6} \\ &= 33,50 \times 2,52 \\ &= 84,49 \text{ m} \end{aligned}$$

##### Peledakan 2

###### a. Face burst

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2,6} \\
 &= \frac{18,81^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{3,5} \right)^{2,6} \\
 &= 36,10 \times 2,71 \\
 &= 97,96 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Cratering

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2,6} \\
 &= \frac{18,12^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{3.1} \right)^{2,6} \\
 &= 33,50 \times 3,72 \\
 &= 124,63 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Peledakan 3

a. Face burst

$$\begin{aligned}
 L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2,6} \\
 &= \frac{18,81^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{3,5} \right)^{2,6} \\
 &= 36,10 \times 2,71 \\
 &= 97,96 \text{ m}
 \end{aligned}$$

b. Cratering

$$L = \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2,6}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{18,12^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{3.5} \right)^{2,6} \\
&= 33,50 \times 2.71 \\
&= 90,91 \text{ m}
\end{aligned}$$

2. Pengolahan data *fly rock* geometri usulan teori C.j Konya

Berdasarkan geometri peledakan usulan teori C.j Konya *fly rock* dihitung menurut Ricard and Moore :

Face burst

$$\begin{aligned}
L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{B} \right)^{2,6} \\
&= \frac{18,81^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26.4}}{5} \right)^{2,6} \\
&= 36,10 \times 1,07 \\
&= 38,75 \text{ m}
\end{aligned}$$

Cratering

$$\begin{aligned}
L &= \frac{K^2}{g} \left( \frac{\sqrt{m}}{SH} \right)^{2,6} \\
&= \frac{18,12^2}{9,8} \left( \frac{\sqrt{26,4}}{3,5} \right)^{2,6} \\
&= 33,50 \times 2.71 \\
&= 90,91 \text{ m}
\end{aligned}$$

**LAMPIRAN F**  
**PERHITUNGAN KECEPATAN ALAT**

Perhitungan perbandingan kecepatan travel alat untuk mencapai radius aman

Sum of Activity Hours	Column Labels
<b>Row Labels</b>	<b>DBR</b>
16EX0141	0.367
16EX0144	2.898
16EX0157	1.687
16EX0158	2.169
16EX0171	2.803
16EX0172	0.639
16EX0173	1.681
16EX0177	0.319
16EX0192	0.465
16EX0200	0.846
16EX0215	2.02
16EX9257	3.65
16EX9258	2.3
16EX9266	0.663
16EX9268	4.123
<b>Grand Total</b>	<b>26.63</b>

Gambar F.1 Delay Travel per 1-17 september

Menentukan waktu aktual

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{total DBR} / 17 \text{ hari}}{\text{jumlah alat}} \\
 &= \frac{26,63 / 17}{15} \\
 &= 0,1
 \end{aligned}$$

DBR I

$$\begin{aligned}
 v &= \frac{s}{t} \\
 &= \frac{0,2}{0,1} \\
 &= 2 \text{ km/jam}
 \end{aligned}$$

$$= 2000 \text{ m/jam}$$

$$= 2000/60$$

$$= 33 \text{ m/menit}$$

DBR II

$$t = \frac{s}{v}$$

$$= \frac{150}{33}$$

$$= 4,55 \text{ m/menit}$$

$$= 4,55 / 60$$

$$= 0,07 \text{ jam}$$

Sehingga dapat menghemat waktu tempuh yaitu sebesar:

$$= 0,1 - 0,07$$

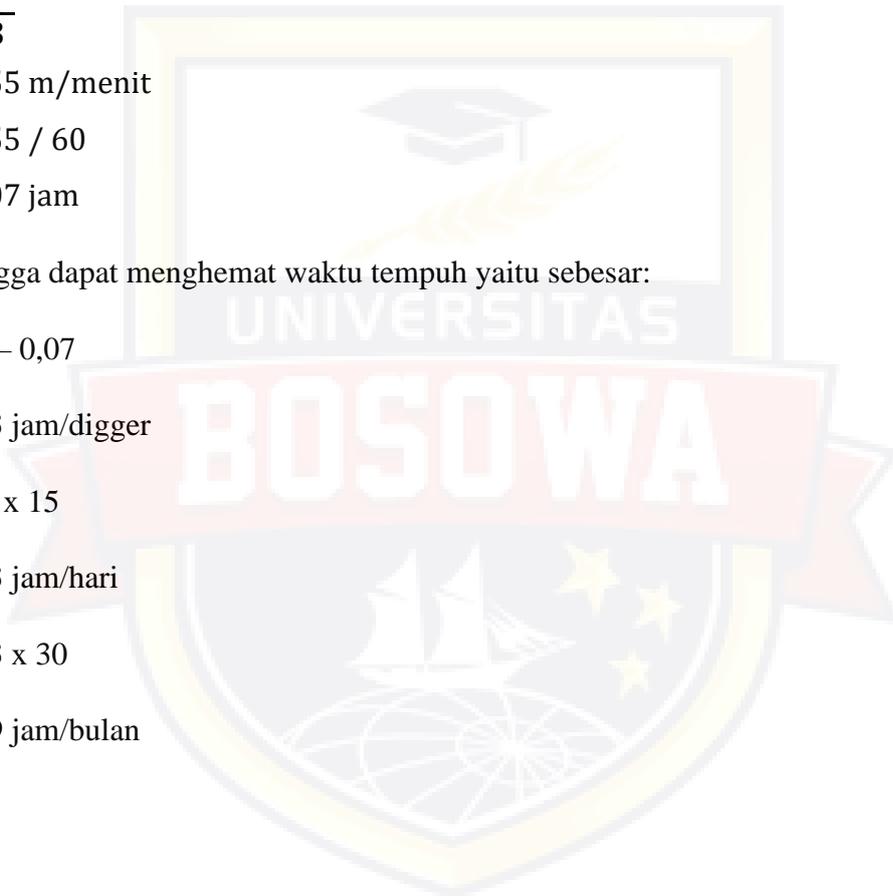
$$= 0,03 \text{ jam/digger}$$

$$= 0,03 \times 15$$

$$= 0,43 \text{ jam/hari}$$

$$= 0,43 \times 30$$

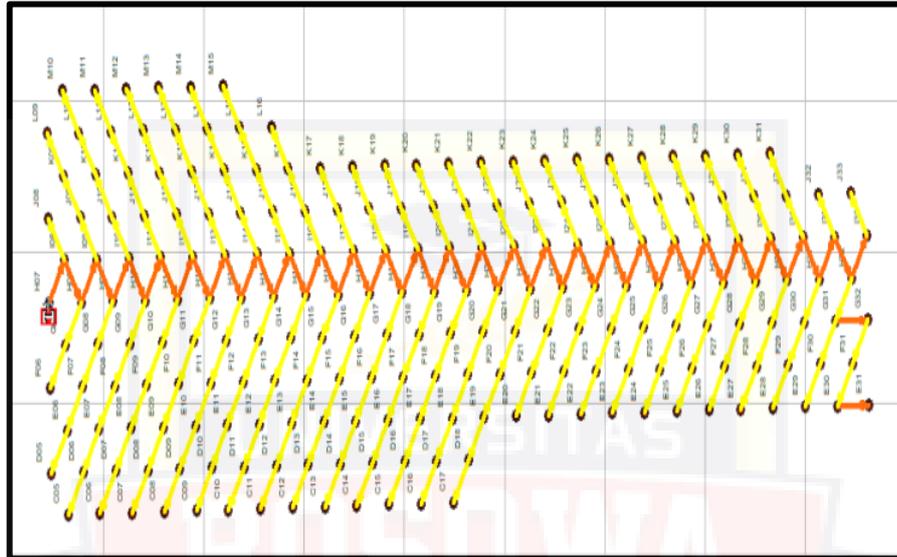
$$= 12,9 \text{ jam/bulan}$$



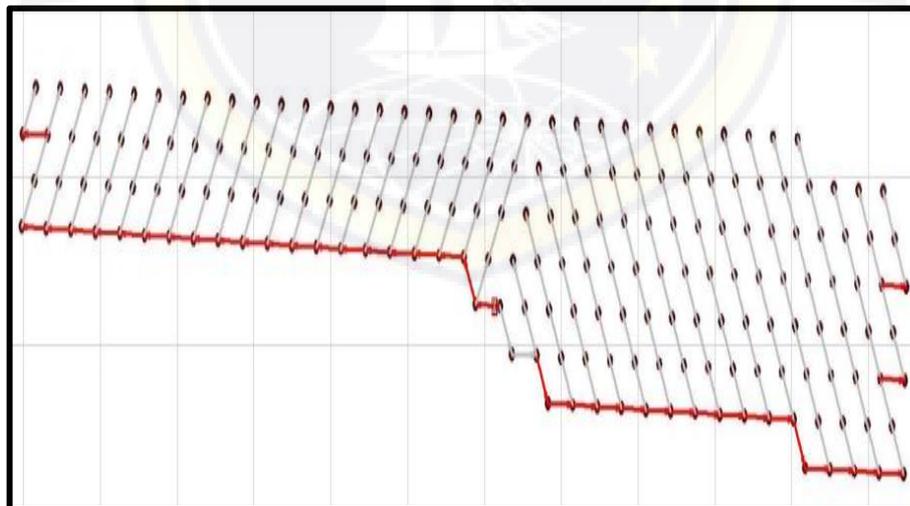
# LAMPIRAN G

## DATA TIE UP

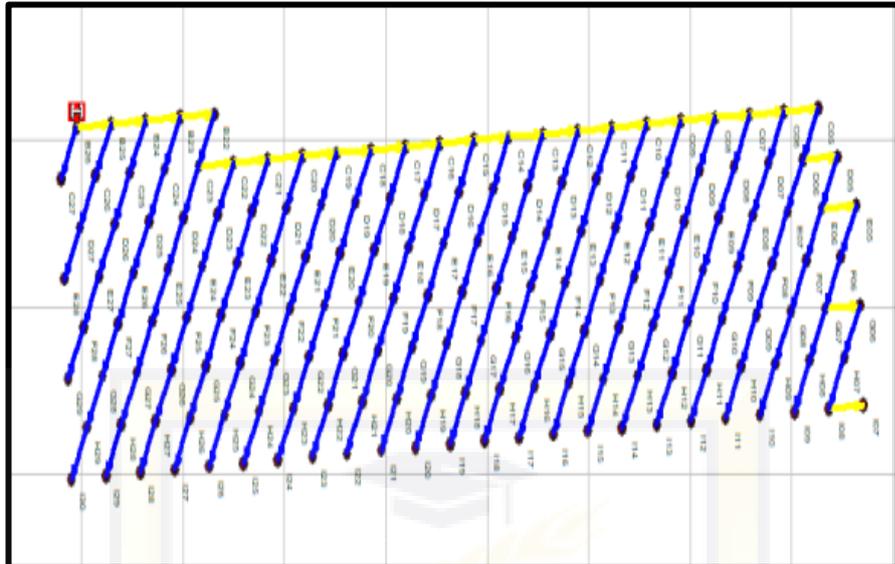
TIE UP



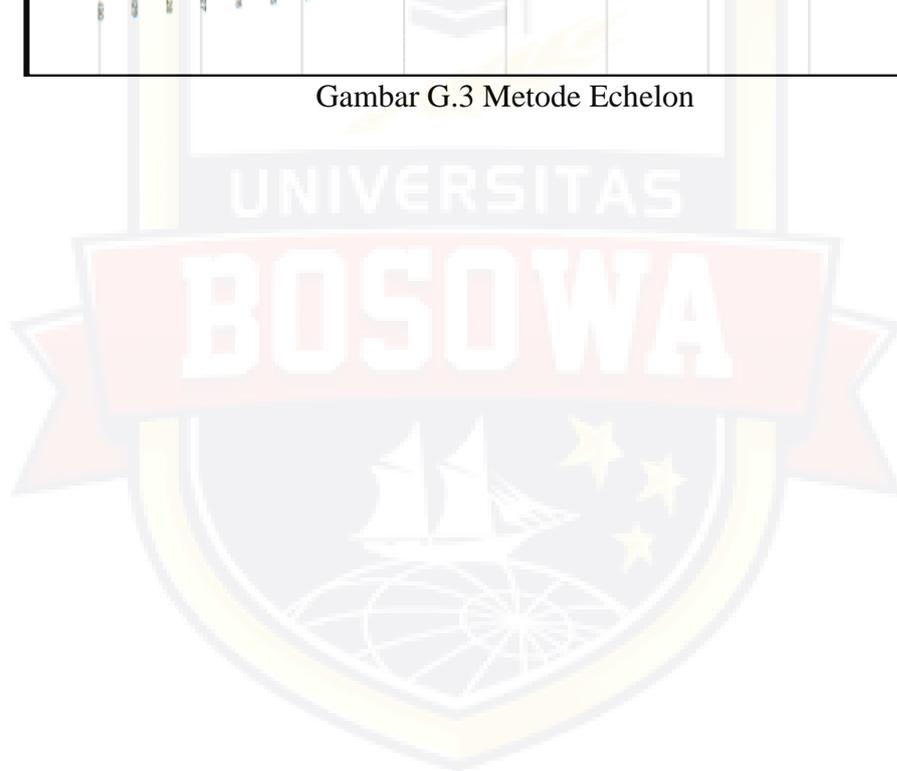
Gambar G.1 Metode Box cut



Gambar G.2 Metode V-cut



Gambar G.3 Metode Echelon



## LAMPIRAN H

### DATA SONDING LUBANG BOR

PENGUKURAN KEDALAMAN LUBANG BOR																
TANGGAL : 11 September 2022		Jumlah Lubang : 69		Jumlah : 74		Jumlah : 312		Jumlah : 142		Jumlah : 142		Jumlah : 332		Jumlah : 101.40		
LOKASI : PADJARAN		Kondisi Lubang : 35%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		
DOKUMEN : RUMAH KUNING		Spesifikasi : 8 meter		Spesifikasi : 8 meter		Spesifikasi : 8 meter		Spesifikasi : 8 meter		Spesifikasi : 8 meter		Spesifikasi : 8 meter		Spesifikasi : 8 meter		
Berkas : 7 meter		Berkas : 8 meter		Berkas : 8 meter		Berkas : 8 meter		Berkas : 8 meter		Berkas : 8 meter		Berkas : 8 meter		Berkas : 8 meter		
Jumlah Lubang : 69		Jumlah : 74		Jumlah : 312		Jumlah : 142		Jumlah : 142		Jumlah : 332		Jumlah : 101.40		Jumlah : 101.40		
Kondisi Lubang : 35%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		Kondisi : 31%		
TOTAL KEDALAMAN : 468.80		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		TOTAL KEDALAMAN : 544.60		
SHIFT SARIK																
NO	Rmk ID	R (m)	C (ft)	Rmk ID	R (m)	C (ft)	Rmk ID	R (m)	C (ft)	Rmk ID	R (m)	C (ft)	Rmk ID	R (m)	C (ft)	CATATAN
1	A22	4.7	60	E16	7.8	99	A20	7.0	89	A20	5	64	A20	7.0	89	Average Depth: 28.417.6
2	A23	4.8	61	E17	7.8	99	A21	5.9	75	A21	5	64	A21	5.9	75	Average Depth: 28.417.6
3	A24	4.2	54	E18	7.7	98	B20	7.2	92	B20	6.4	82	B20	6.4	82	Average Depth: 28.417.6
4	A25	5.1	65	E19	7.6	97	B21	6.9	88	B21	6.8	87	B21	6.8	87	Average Depth: 28.417.6
5	B22	6.2	79	E20	7.6	97	B22	6.2	78	B22	6.5	84	B22	6.5	84	Average Depth: 28.417.6
6	B24	6.3	80	E21	7.7	98	B23	6.2	78	B23	6.5	84	B23	6.5	84	Average Depth: 28.417.6
7	B25	5.7	73	E22	7.9	101	B24	7.0	89	B24	7.1	91	B24	7.1	91	Average Depth: 28.417.6
8	B26	5.5	70	E23	7.8	99	B25	8.0	102	B25	7.5	96	B25	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
9	C24	8.1	103	E24	7.7	98	B26	6.7	85	B26	7.5	96	B26	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
10	C25	6.2	79	E25	6.9	88	B27	6.9	88	B27	7.4	94	B27	7.4	94	Average Depth: 28.417.6
11	C26	8.1	103	E26	6.2	78	B28	6.3	87	B28	7.5	96	B28	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
12	C27	5.2	66	E27	7.0	98	B29	6.9	88	B29	7.1	91	B29	7.1	91	Average Depth: 28.417.6
13	D25	7.6	97	E28	6.4	82	B30	6.9	88	B30	7.1	91	B30	7.1	91	Average Depth: 28.417.6
14	D26	7.6	97	E29	5.9	74	B31	7.9	99	B31	7.4	94	B31	7.4	94	Average Depth: 28.417.6
15	D27	7.1	91	E30	6.4	82	B32	7.1	91	B32	7.4	94	B32	7.4	94	Average Depth: 28.417.6
16	D28	7.1	91	E31	6.9	88	B33	7.2	92	B33	7.2	92	B33	7.2	92	Average Depth: 28.417.6
17	D29	7.1	91	E32	6.6	84	B34	6.6	84	B34	7.2	92	B34	7.2	92	Average Depth: 28.417.6
18	D30	7.1	91	E33	6.9	88	B35	6.9	88	B35	7.2	92	B35	7.2	92	Average Depth: 28.417.6
19	D31	7.1	91	E34	6.7	85	B36	6.8	87	B36	7.4	94	B36	7.4	94	Average Depth: 28.417.6
20	D32	7.1	91	E35	7.2	92	B37	7.0	89	B37	7.0	89	B37	7.0	89	Average Depth: 28.417.6
21	D33	7.1	91	E36	6.9	88	B38	6.9	88	B38	7.1	91	B38	7.1	91	Average Depth: 28.417.6
22	D34	7.1	91	E37	7.0	98	B39	6.9	88	B39	7.1	91	B39	7.1	91	Average Depth: 28.417.6
23	D35	7.1	91	E38	6.9	88	B40	7.0	89	B40	7.4	94	B40	7.4	94	Average Depth: 28.417.6
24	D36	7.1	91	E39	7.2	92	B41	6.9	88	B41	7.4	94	B41	7.4	94	Average Depth: 28.417.6
25	D37	7.1	91	E40	7.2	92	B42	6.2	79	B42	7.5	96	B42	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
26	D38	7.1	91	E41	7.2	92	B43	6.9	88	B43	7.5	96	B43	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
27	D39	7.0	89	E42	6.9	88	B44	7.0	89	B44	7.5	96	B44	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
28	D40	7.0	89	E43	6.9	88	B45	7.0	89	B45	7.5	96	B45	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
29	D41	7.0	89	E44	6.6	84	B46	6.5	83	B46	7.5	96	B46	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
30	D42	7.0	89	E45	6.6	84	B47	6.5	83	B47	7.5	96	B47	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
31	D43	7.0	89	E46	6.6	84	B48	6.5	83	B48	7.5	96	B48	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
32	D44	7.0	89	E47	6.6	84	B49	6.5	83	B49	7.5	96	B49	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
33	D45	7.0	89	E48	7.1	91	B50	6.5	83	B50	7.5	96	B50	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
34	D46	7.0	89	E49	7.1	91	B51	6.5	83	B51	7.5	96	B51	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
35	D47	7.0	89	E50	7.0	89	B52	6.5	83	B52	7.5	96	B52	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
36	D48	7.0	89	E51	7.2	92	B53	7.2	92	B53	7.5	96	B53	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
37	D49	7.0	89	E52	7.1	91	B54	7.2	92	B54	7.5	96	B54	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
38	D50	7.0	89	E53	7.1	91	B55	7.2	92	B55	7.5	96	B55	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
39	D51	7.0	89	E54	7.2	92	B56	7.2	92	B56	7.5	96	B56	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
40	D52	7.0	89	E55	7.2	92	B57	7.2	92	B57	7.5	96	B57	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
41	E10	7.0	89	E56	7.0	89	B58	7.2	92	B58	7.5	96	B58	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
42	E11	7.0	89	E57	7.0	89	B59	7.2	92	B59	7.5	96	B59	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
43	E12	7.0	89	E58	7.0	89	B60	7.2	92	B60	7.5	96	B60	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
44	E13	7.0	89	E59	7.0	89	B61	7.2	92	B61	7.5	96	B61	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
45	E14	7.0	89	E60	7.0	89	B62	7.2	92	B62	7.5	96	B62	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
46	E15	7.0	89	E61	7.0	89	B63	7.2	92	B63	7.5	96	B63	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
47	E16	7.0	89	E62	7.0	89	B64	7.2	92	B64	7.5	96	B64	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
48	E17	7.0	89	E63	7.0	89	B65	7.2	92	B65	7.5	96	B65	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
49	E18	7.0	89	E64	7.0	89	B66	7.2	92	B66	7.5	96	B66	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
50	E19	7.0	89	E65	7.0	89	B67	7.2	92	B67	7.5	96	B67	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
51	E20	7.0	89	E66	7.0	89	B68	7.2	92	B68	7.5	96	B68	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
52	E21	7.0	89	E67	7.0	89	B69	7.2	92	B69	7.5	96	B69	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
53	E22	7.0	89	E68	7.0	89	B70	7.2	92	B70	7.5	96	B70	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
54	E23	7.0	89	E69	7.0	89	B71	7.2	92	B71	7.5	96	B71	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
55	E24	7.0	89	E70	7.0	89	B72	7.2	92	B72	7.5	96	B72	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
56	E25	7.0	89	E71	7.0	89	B73	7.2	92	B73	7.5	96	B73	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
57	E26	7.0	89	E72	7.0	89	B74	7.2	92	B74	7.5	96	B74	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
58	E27	7.0	89	E73	7.0	89	B75	7.2	92	B75	7.5	96	B75	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
59	E28	7.0	89	E74	7.0	89	B76	7.2	92	B76	7.5	96	B76	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
60	E29	7.0	89	E75	7.0	89	B77	7.2	92	B77	7.5	96	B77	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
61	E30	7.0	89	E76	7.0	89	B78	7.2	92	B78	7.5	96	B78	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
62	E31	7.0	89	E77	7.0	89	B79	7.2	92	B79	7.5	96	B79	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
63	E32	7.0	89	E78	7.0	89	B80	7.2	92	B80	7.5	96	B80	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
64	E33	7.0	89	E79	7.0	89	B81	7.2	92	B81	7.5	96	B81	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
65	E34	7.0	89	E80	7.0	89	B82	7.2	92	B82	7.5	96	B82	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
66	E35	7.0	89	E81	7.0	89	B83	7.2	92	B83	7.5	96	B83	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
67	E36	7.0	89	E82	7.0	89	B84	7.2	92	B84	7.5	96	B84	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
68	E37	7.0	89	E83	7.0	89	B85	7.2	92	B85	7.5	96	B85	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
69	E38	7.0	89	E84	7.0	89	B86	7.2	92	B86	7.5	96	B86	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
70	E39	7.0	89	E85	7.0	89	B87	7.2	92	B87	7.5	96	B87	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
71	E40	7.0	89	E86	7.0	89	B88	7.2	92	B88	7.5	96	B88	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
72	E41	7.0	89	E87	7.0	89	B89	7.2	92	B89	7.5	96	B89	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
73	E42	7.0	89	E88	7.0	89	B90	7.2	92	B90	7.5	96	B90	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
74	E43	7.0	89	E89	7.0	89	B91	7.2	92	B91	7.5	96	B91	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
75	E44	7.0	89	E90	7.0	89	B92	7.2	92	B92	7.5	96	B92	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
76	E45	7.0	89	E91	7.0	89	B93	7.2	92	B93	7.5	96	B93	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
77	E46	7.0	89	E92	7.0	89	B94	7.2	92	B94	7.5	96	B94	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
78	E47	7.0	89	E93	7.0	89	B95	7.2	92	B95	7.5	96	B95	7.5	96	Average Depth: 28.417.6
79	E48	7.0	89	E94	7.0</											

**PENGUKURAN KEDALAMAN LUBANG BOR**

**Dahana**

TANGGAL : 12 September 2022  
 LOKASI : PRD Seam F  
 DIUKUR OLEH : Ruzum, Kelvin  
 Burden: 7 meter      Spacing: 8 meter

JUMLAH LUBANG : 0      lubang  
 KONDISI LUBANG : 000/0/1      Barah  
 TOTAL KEDALAMAN : 0,00      meter

JUMLAH TOTAL LUBANG : 87 lubang  
 KONDISI SELURUH LUBANG : 14% Barah  
 TOTAL KESELURUH KEDALAMAN : 684,30 meter  
 UNIT DRILLING : DMW/180

JUMLAH LUBANG : 87 lubang  
 KONDISI LUBANG : 14% Barah  
 TOTAL KEDALAMAN : 684,30 meter

**SHIFT SARIANG**

NO	ROW			ROW			ROW			CATATAN
	H (m)	C (ft)	H (m)	H (m)	C (ft)	H (m)	C (ft)	H (m)	C (ft)	
1	624	2064	0	95	K24	97	315	0	0	Average Depth: 7,9 Val. Test for BPH: 39,320,8
2	624	2064	0	90	K27	7,9	25,9	0	0	
3	H21	7,3	92	K24	8,0	95	315	0	0	
4	H22	8,3	98	K24	7,2	85	315	0	0	
5	H23	7,7	91	L17	8,2	97	315	0	0	Note:
6	H24	6,9	82	L18	7,8	92	315	0	0	1. Leading Density (kgtr) 26,4
7	H25	7,5	89	L19	8,3	98	315	0	0	2. Density (kg/cc) 0,84
8	L20	8	95	L20	8,0	95	315	0	0	
9	L21	8	95	L21	7,7	92	315	0	0	
10	L22	7,7	91	L22	8,0	95	315	0	0	
11	L23	8,0	95	L23	8,2	97	315	0	0	
12	L24	7,7	91	L24	8,2	97	315	0	0	
13	L25	8,0	95	L25	8	95	315	0	0	
14	L26	8,0	95	L26	8	95	315	0	0	
15	L27	8,0	95	L27	8,1	96	315	0	0	Lubang Barah
16	L28	7,8	92	L28	7,6	90	315	0	0	Lubang tidak di-sanding
17	L29	7,9	93	L29	8,3	98	315	0	0	
18	L30	7,9	93	L30	6,9	82	315	0	0	
19	L31	7,0	83	M19	8,0	95	315	0	0	
20	L32	8,2	97	M20	8,0	95	315	0	0	
21	L33	8,0	95	M21	8,2	97	315	0	0	
22	L34	7,8	92	M22	7,8	92	315	0	0	
23	L35	7,7	91	M23	7,8	92	315	0	0	
24	L36	7,7	91	M24	7,5	92	315	0	0	
25	L37	8,0	95	M25	7,5	92	315	0	0	
26	L38	8,1	96	M26	7,6	95	315	0	0	
27	L39	8,4	99	M27	7,2	85	315	0	0	
28	L40	8,2	97	M28	8,0	95	315	0	0	
29	L41	7,0	83	M29	8,0	95	315	0	0	
30	L42	8	95	M30	8	95	315	0	0	
31	L43	7,8	92	M31	8	95	315	0	0	
32	L44	6,5	77	N24	8,1	96	315	0	0	
33	L45	7,4	87	N25	7,3	86	315	0	0	
34	L46	6,9	82	N26	6,9	82	315	0	0	
35	L47	7,2	86	N27	7,7	91	315	0	0	
36	L48	8,3	98	N28	8,0	95	315	0	0	
37	L49	8,2	97	N29	7,6	90	315	0	0	
38	L50	8,6	102	N30	8,0	95	315	0	0	
39	L51	8,2	97							
40	L52	8,2	97							
41	L53	8,2	97							
42	L54	8,5	100							
43	L55	8,1	96							
44	L56	8,5	100							
45	L57	7,7	91							
46	L58	7,5	89							
47	L59	8,1	96							
48	L60	8,0	95							
49	L61	8,3	98							
50	L62	8,0	95							
JUMLAH	0,00	0	0	4654	240,6	240,6	0,00	0	0	Total (M) (kgtr) 8028

Gambar H.2 Data Sounding Lubang Bor 12 september 2022

**PENGUKURAN KEDALAMAN LUBANG BOR**

**Dahana**

TANGGAL : 17 September 2022  
 LOKASI : Ptd Seam F  
 DIUKUR OLEH : Rizuan, Kalin  
 Burden: 7 meter      Spacing: 8 meter

JUMLAH LUBANG : 63      Lubang  
 KONDISI LUBANG : 12%      Barah  
 TOTAL KEDALAMAN : 461.40 meter

JUMLAH TOTAL LUBANG : 157      Lubang  
 KONDISI SELURUH LUBANG : 23%      Barah  
 TOTAL KESELURUHAN KEDALAMAN : 1172.50 meter  
 UNIT DRILLING : Y80, DM17, DR64

NO	ROW			ROW			ROW			CATATAN	
	H (m)	G (ft)	H (m)	H (m)	G (ft)	H (m)	G (ft)	H (m)	G (ft)		
1	E34	6.7	22	H47	8.1	26	F51	16.7	55	7.8	Average Depth: 7.8
2	E35	6.3	21	H48	7.4	24	F52	8.0	26	7.1	1st Layer BOM: 25.828.4
3	E36	6.3	21	H49	8.0	26	F53	8.4	28	7.5	93% Test Run BOM: 39.821.6
4	E37	6.0	20	H50	8.3	27	F54	8.2	27	7.6	
5	E38	6.1	20	H51	8.3	27	F55	7.4	24	7.7	101% New:
6	E40	7.6	25	H52	8.2	27	F56	8	26	7.7	101% Leading Density (kgfr) 28.4
7	E41	7.6	25	H53	8	26	F57	7.5	24	7.2	94.2% Density Anis (gr/sec) 0.84
8	E44	8	26	H54	7	23	F58	7.6	25	7.8	
9	F33	7.2	24	H55	6	20	F59	7.6	25	7.8	
10	F34	6	20	H56	7.8	26	F60	7.6	25	7.8	
11	F35	6.1	20	H57	7.1	23	F61	5.1	17	4.5	
12	F36	7.4	24	H58	8.1	27	F62	8.2	27	7.6	
13	F37	6.8	22	H59	8	26	F63	8.1	26	7.6	
14	F38	6.6	22	H60	8.2	27	F64	8.2	27	7.6	
15	F48	8.0	26	H61	8.9	29	F65	6.5	21	5.9	
16	G32	7.0	23	H62	8.2	27	F66	5.4	18	4.8	
17	G33	6.5	21	H63	8.3	27	G33	6.5	21	5.9	
18	G34	6.5	21	H64	8.3	27	G34	7.3	24	6.5	
19	H31	6.0	20	H65	7.8	26	G43	7.3	24	6.5	
20	H32	6.2	20	H66	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
21	H33	6.6	22	H67	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
22				H68	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
23				H69	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
24				H70	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
25				H71	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
26				H72	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
27				H73	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
28				H74	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
29				H75	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
30				H76	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
31				H77	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
32				H78	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
33				H79	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
34				H80	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
35				H81	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
36				H82	8.1	27	G43	7.3	24	6.5	
37	I20	6.9	23	H83	9.0	30	G51	7.4	24	6.8	
38	I31	6.9	23	H84	9.0	30	G52	7.6	25	7.0	
39	I32	6.8	23	H85	8.9	29	G53	6.5	21	5.9	
40				H86	8.9	29	G54	8.0	26	7.3	
41				H87	8.9	29	G55	8.2	27	7.5	
42				H88	8.9	29	G56	7.5	24	6.8	
43				H89	8.9	29	G57	8.2	27	7.5	
44				H90	8.9	29	G58	8.2	27	7.5	
45				H91	8.9	29	G59	8.1	27	7.5	
46				H92	8.9	29	G60	7.7	25	7.0	
47				H93	8.9	29	G61	7.2	24	6.5	
48				H94	8.9	29	G62	8.0	26	7.3	
49				H95	8.9	29	G63	7.5	24	6.8	
50				H96	8.9	29	G64	7.5	24	6.8	
JUMLAH		153.4	2418		210.1	2745		278.9	2648	175.7	288% Total AHD (karet) 6038

Gambar H.3 Data Sounding Lubang Bor 17 september 2022

## LAMPIRAN I

### DOKUMENTASI LAPANGAN

AREA A		AREA B	
1. Blast No. :	CCM/DB/XI/189/2022	1. Blast No. :	CCM/DB/XI/190/2022
2. Propose Date :	21 September 2022	2. Propose Date :	21 September 2022
3. Location :	Expose Seam F	3. Location :	Expose Seam G
4. Blaster :	Rahman	4. Blaster :	Rahman
5. Request Level :	RL -6	5. Request Level :	TOC RL 16
6. Bench Height :	8 meter	6. Bench Height :	8 meter
7. Total Holes :	139 holes	7. Total Holes :	114 holes
8. Firing Date :	22 September 2022	8. Firing Date :	22 September 2022
9. Firing Time :	12:30 WITA	9. Firing Time :	12:30 WITA
10. Spacing :	8.0 Meter	10. Spacing :	8.0 Meter
11. Burden :	7.0 Meter	11. Burden :	7.0 Meter
12. Hole Depth :	8.5 Meter	12. Hole Depth :	6.1 Meter
13. Subdrill :	0.5 Meter	13. Subdrill :	0.5 Meter
14. Stemming :	4.7 Meter	14. Stemming :	3.1 Meter
15. Ammonium Nitrat :	13,429 Kg	15. Ammonium Nitrat :	7,676 Kg
16. Anfo :	14,286 Kg	16. Anfo :	8,166 Kg
17. Powder Factor :	0.21 Kg / Bcm	17. Powder Factor :	0.21 Kg / Bcm
18. Estimate Volume :	66,164 Bcm	18. Estimate Volume :	38,886 Bcm
Company : PT. CENTRAL CIPTA MURDAYA GROUP CORPORATE MANAGEMENT		Design KBL By : Riswanto Sihalo	Sign in : <input type="text"/>
Contractor : 		Approve Engineering HME By : <input type="text"/>	Sign in : <input type="text"/>
		Approve Blasting HME By : <input type="text"/>	Sign in : <input type="text"/>
Remarks :			

Gambar I.1 Propose Blasting



Gambar I.2 Rambu Peringatan



Gambar I.3 Proses Pengeboran



Gambar I.4 Lubang Hasil Pengeboran



Gambar I.5 Pengukuran Kedalaman Lubang



Gambar I.6 Proses Pengisian ANFO



Gambar I.7 Proses Pengisian *Stemming*



Gambar I.8 Proses Perangkaian Detonator

## LAMPIRAN J

### KEPMEN ESDM NO 1827 K/30/MEM/2018



**MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
REPUBLIK INDONESIA**

KEPUTUSAN MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
REPUBLIK INDONESIA

NOMOR 1827 K/30/MEM/2018

TENTANG

PEDOMAN PELAKSANAAN KAIDAH TEKNIK PERTAMBANGAN YANG BAIK  
DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL REPUBLIK INDONESIA,

**Menimbang** : bahwa untuk memberikan pedoman pelaksanaan kaidah teknik pertambangan yang baik, serta untuk melaksanakan ketentuan Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 26 Tahun 2018 tentang Pelaksanaan Kaidah Pertambangan yang Baik dan Pengawasan Pertambangan Mineral dan Batubara, perlu menetapkan Keputusan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral tentang Pedoman Pelaksanaan Kaidah Teknik Pertambangan yang Baik;

**Mengingat** : 1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 4, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 49);  
2. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059);

- (iii) perbandingan kedalaman lubang ledak terhadap *burden (stiffness ratio)* tidak boleh kurang dari 2 (dua) dan tidak boleh lebih dari 4 (empat);
- (iv) pengeboran untuk lubang ledak pada material batuan penutup tidak boleh menyentuh lapisan batubara dan jarak antara lubang bor dengan lapisan batubara sekurang-kurangnya 0,5 (nol koma lima) meter atau berdasarkan hasil kajian teknis;
- (v) dalam hal pengeboran lubang ledak menembus lapisan batubara dan akan diledakan dengan metode *trough seam blast* dilakukan berdasarkan hasil kajian teknis;
- (vi) di area kegiatan pengeboran dan peledakan dibuat tanggul dengan tinggi sekurang-kurangnya 1/3 (satu per tiga) roda alat angkut terbesar pada jarak 1 (satu) kali *burden* dari lubang ledak terluar;
- (vii) nilai percepatan getaran, frekuensi dan kecepatan partikel yang dihasilkan dari kegiatan peledakan tidak lebih dari nilai yang dimasukkan di dalam perhitungan faktor keamanan lereng tambang dan/atau timbunan;
- (viii) dalam hal dilakukan perubahan geometri dan dimensi peledakan, jenis bahan peledak, jarak aman peledakan, tingkat getaran peledakan, dan metode terlebih dahulu dilakukan kajian teknis;
- (ix) jarak aman peledakan bagi alat dan fasilitas pertambangan 300 (tiga ratus) meter serta bagi manusia 500 (lima ratus) meter dari batas terluar peledakan diukur pada jarak horizontal dan/atau berdasarkan kajian teknis;