

**ANALISIS HASIL FRAGMENTASI DARI KEGIATAN
PELEDAKAN LUBANG BASAH DAN LUBANG KERING
DI PT. KALIMANTAN PRIMA PERSADA JOBSITE
INDEXIM
DESA PENGADAAN KECAMATAN KARANGAN
KABUPATEN KUTAI TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**

SKRIPSI



OLEH :

ERIK CHALBERO SIMAMORA
NIM. DBD 112 063

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN
2020**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ERIK CHALBERO SIMAMORA

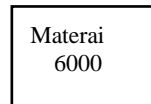
NIM : DBD 112 063

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

Menyatakan bahwa penyusunan Skripsi ini adalah hasil penelitian saya sendiri, terkecuali kutipan-kutipan yang telah saya jelaskan sumbernya di daftar pustaka. Apabila terdapat pelanggaran dalam Penulisan dan Penyusunan Skripsi ini, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai peraturan dan ketentuan yang berlaku.

Palangka Raya, 30 Januari 2020

Penulis,



ERIK CHALBERO S
NIM. DBD 112 063

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Sebab aku ini mengetahui rancangan-rancangan apa yang ada pada-ku mengenai kamu, demikianlah firman TUHAN yaitu rancangan damai sejahtera dan bukan rancangan kecelakaan, untuk memberikan kepadamu hari depan yang penuh harapan" (Yeremia 29:11)

- ❖ Terima kasih untuk almarhum ayah saya (Kalem Simamora) dan Ibu Saya (Rohansa Saragih) karena telah mendukung saya dengan hal apapun dalam bentuk kasih sayang dan doa.
- ❖ Terima kasih kepada Kakak dan Adik saya yang sudah mendukung dan membantu dalam hal apapun.
- ❖ Terima kasih kepada pembimbing skripsi saya, Pak Fahrul Indraja, Pak Yustinus dan Ibu Neny Sukmawatie, karena berkat bantuan dan bimbingan bapak skripsi ini dapat terselesaikan.
- ❖ Terimakasih kepada seluruh Dosen dan Staff jurusan/prodi teknik pertambangan UPR yang telah membantu maupun mendukung dalam hal dan bentuk apapun.

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI
ANALISIS HASIL FRAGMENTASI DARI KEGIATAN PELEDAKAN
LUBANG BASAH DAN LUBANG KERING DI PT. KALIMANTAN
PRIMA PERSADA JOBSITE INDEXIM DESA PENGADAAN
KECAMATAN KARANGAN KABUPATEN KUTAI TIMUR PROVINSI
KALIMANTAN TIMUR

Oleh :

ERIK CHALBERO SIMAMORA
DBD 112 063

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada Tanggal 30 Januari 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. Fahrul Indrajaya, ST., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001 | Ketua |
| 2. Neny Sukmawatie, S.Hut.,M.P.
NIP. 19770904 200801 2 011 | Sekretaris |
| 3. Dody A.K Wijaya, S.Hut., M.Si.
NIP. 19831207 201212 1 001 | Anggota |
| 4. Ir. Yulian Taruna, M.Si.
NIP. 19580705 198903 1 019 | Anggota |
| 5. Lisa Virgiyanti, ST., M.T.
NIP. 19770904 200801 2 011 | Anggota |

Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik

Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

Ir. WALUYO NUSWANTORO,MT
NIP. 19651119 199302 1 001

FAHRUL INDRAJAYA, ST.,MT
NIP. 19791215200812 1 001

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus, karna atas berkat dan karunia-Nya , saya selaku penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Adapun judul dari skripsi saya adalah **ANALISIS HASIL FRAGMENTASI DARI KEGIATAN PELEDAKAN LUBANG BASAH DAN LUBANG KERING DI PT. KALIMANTAN PRIMA PERSADA JOBSITE INDEXIM DESA PENGADAAN KECAMATAN KARANGAN KABUPATEN KUTAI TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TIMUR**. Skripsi ini disusun berdasarkan studi literatur, penjelasan dan masukan dari dosen pembimbing I dan II dan sumber informasi lain yang menunjang.

Pada kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir Waluyo Nuswantoro, MT. Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya
2. Bapak Fahrul Indrajaya, ST., MT. Sebagai ketua jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangkaraya, dan sebagai Dosen pembimbing I skripsi.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., MT.sebagai dosen kordinantor skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
4. Ibu Neny Sukmawatie S.Hut., MP. Dosen pembimbing II.
5. Bapak Dody A.K. Wijaya, S.Hut., M.Si. Dosen penguji I Skripsi
6. Bapak Ir.Yulian , M.Si. Dosen penguji II Skripsi .

7. Ibu Lisa Virgiyanti, ST.,MT. Dosen penguji III Skripsi.
8. Seluruh bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
9. Staff/karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
10. Orang tua yang telah memberikan dukungan doa moril dan material dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Karyawan PT. Kalimantan Prima Persada.
12. Rekan-rekan mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan yang membantu dalam pengerjaan skripsi saya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan karna keterbatasan pengetahuan dan buku literatur yang penulis miliki penulis sangat mengharapkan saran, masukan ataupun kritik yang membangun untuk menyempurnakan skripsi ini nantinya. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih.

Palangka Raya, Januari 2020

Penulis

SARI

Pertambangan batubara di Indonesia sebagian besar dilakukan dengan pertambangan terbuka. Salah satunya yaitu PT. Kalimantan Prima persada. Dalam kegiatan pegupasan *overburden* pada tambang terbuka biasanya dilakukan kegiatan peledakan untuk mempermudah kegiatan penambangan. Keberhasilan kegiatan peledakan dapat diukur dari fragmentasi *overburden* setelah peledakan. Jika terdapat banyak bongkahan maka dapat disimpulkan kegiatan peledakan dinilai kurang baik.

Dalam penelitian ini. Lubang peledakan terbagi dari lubang basah dan lubang kering, lubang basah ditandai dengan adanya air pada lubang ledak. Pada PT. Kalimantan Prima Persada menggunakan ANFO (*Ammonium Nitrate Fuel Oil*). Bahan peledak ini tidak cocok digunakan pada lubang basah dikarenakan massa jenis ANFO lebih rendah dari pada air yang mengakibatkan ANFO terapung diatas air sehingga ketika bahan peledak di ledakkan, bagian terbawah pada lubang ledak daya ledaknya tidak maksimal yang menyebabkan terjadinya fragmentasi bongkahan. Penelitian ini bertujuan itu memaksimalkan kegiatan peledakan pada lubang basah dan lubang kering.

Hasil penelitian menunjukkan lebih dari 90% lubang bor merupakan lubang basah sehingga perlu adanya perlakuan khusus yang harus dilakukan seperti menghisap air sebelum dilakukan charging, diberi lapisan plastik liner untuk menjaga ANFO tidak terendam dengan air dan menambah lebih banyak bahan peledak pada lubang basah. Pemakaian PF 0,15 (target perusahaan menyebabkan terdapatnya *boulder* sebanyak 33,35% (buruk), dan berdasarkan geometri usulan PF 0,19 fragmentasi *boulder* sebesar 14,90% (baik)

Kata Kunci : *Peledakan; Fragmentasi; Lubang Basah dan Lubang Kering; Boulder; ANFO*

ABSTRACT

Coal mining in Indonesia is mostly done by open mining. One of them is PT. Kalimantan Prima persada. In overburden extinguishing in open pit mining, blasting activities are usually carried out to facilitate mining activities. The success of blasting activities can be measured by overburden fragmentation after blasting. If there are a lot of chunks, it can be concluded that blasting activities are considered less good.

In research this, hole blasting is divided from wet holes and dry holes, wet holes are marked by the presence of water in the blast hole. At PT. Kalimantan Prima Persada using ANFO (Ammonium Nitrate Fuel Oil). This explosive is not suitable for use in wet holes because the density of ANFO is lower than that of water which causes ANFO to float on the water so that when the explosives are detonated, the bottom of the explosive hole is not maximized, causing chunks fragmentation. This research aims to maximize the blasting activity in wet and dry holes.

I results showed that more than 90% of the boreholes were wet holes, so special treatment needs to be done such as sucking water before charging, given a plastic liner to keep ANFO from being submerged with water and adding more explosives to the wet hole. The use of PF 0.15 (the company's target) causes 33.35% boulder to exist (bad), and based on the proposed geometry of PF 0.19 boulder fragmentation of 14.90% (good)

Keywords: Blasting; Fragmentation; Wet and Dry Holes; Boulder; ANFO

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR.....	v
SARI	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	3
1.3.1 Maksud.....	3
1.3.2 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Teori Peledakan.....	6
2.2.1 Pemeboran Lubang Ledak	6
2.2.2 Pola Pemeboran Lubang Ledak	7
2.2.3 Peledakan	9
2.2.4 Proses Pemecahnya Batuan	10
2.3 Perlengkapan Peledakan	12
2.3.1 Peralatan Peledakan	16
2.3.2 Pemeriksaan Lubang Ledak.....	17
2.3.3 Pengisian Lubang Ledak.....	18
2.3.4 Efek Peledakan dan Kriteria Peledakan yang Berhasil	18
2.3.5 Rangkaian Peledakan	21
2.4 Geometri Peledakan	23
BAB III METODE PENELITIAN	32
3.1 Wilayah Penelitian	32
3.1.1 Profil dan Sejarah Perusahaan	33
3.1.2 Kesampaian Daerah	33

2.1.3 Keadaam Iklim dan Curah Hujan.....	34
3.2 Geologi Regional Daerah Penelitian	34
3.2.1 Fisiografi.....	34
3.2.2 Stratigrafi.....	35
3.2.3 Struktur Geologi Regional	39
3.3 Kondisi Geologi Lokasi Daerah Penelitian	40
3.3.1 Keadaan Morfologi	40
3.3.2 Stratigrafi.....	40
3.3.3 Struktur Geologi.....	41
3.4 Metode Penelitian.....	41
3.4.1 Studi Literatur	41
3.4.2 Penelitan dilapangan	41
3.4.3 Pengambilan Data	42
3.4.4 Keakruatan Akuisisi Data.....	42
3.4.5 Pengolahan Data.....	42
3.4.6 Analisis Hasil Pengelompokan Data	43
3.4.7 Kesimpulan.....	43
3.3 Alat dan Bahan	43
3.3 Langkah Kerja	43
3.3 Waktu Penelitian	44
3.3 Bagan Alir	457
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil	46
4.1.1 Tahapan Kegiatan Peledakan.....	46
4.1.2 Fragmentasi Batuan dari Hasil Peledakan	52
4.1.3 Geometri Peledakan Usulan.....	55
4.2 Pembahasan.....	56
4.2.1 Kegiatan Peledakan Lubang Basah dan Lubang Kering	56
4.2.2 Fragmentasi Batuan Geometri Aktual	57
4.2.3 Geometri Peledakan Usulan.....	64
4.2.1.1 Burden.....	64
4.1.1.2 Spasi.....	64
4.1.1.3 <i>Stemming</i>	65
4.1.1.4 <i>Sub-Drilling</i>	65
BAB V PENUTUP	71
5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran	72

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1	Potensi Yang Terjadi Akibat variasi Stiffines Ratio 31
3.1	Koordinat Geografi Perusahaan 34
3.2	Waktu Penelitian 44
4.1	Geometri Peledakan Aktual PT. Kalimantan Prima Persada 52
4.2	Tipe Geometri Peledakan PT. Kalimantan Prima Persada..... 53
4.3	Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Peledakan 53
4.4	Perhitungan Geometri Peledakan Teoritis OB Batulempung dan OB Batupasir 54
4.5	Geometri Peledakan Teoritis Menurut Teori C.J. Konya..... 54
4.6	Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan 55
4.7	Geometri Peledakan Usulan 55
4.8	Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan dengan Geometri Usulan 55
4.9	Persentase Fragmentase Peledakan dengan Geometri A dan Geometri B 54
4.10	Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan dengan Geometri Usula 55

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Pola Pengeboran.....	11
2.2	Mekanisme Pecahnya Batuan	12
2.3	Proses Pecahnya Batuan	13
2.4	Sketsa Penampang Detonator Biasa.....	14
2.5	<i>Penampang Detonator Listrik Langsung dan Tunda</i>	14
2.6	Bagian dalam Detonator Nonel.....	16
2.7	Penempatan Primer dalam Lubang Ledak	17
2.8	Pola Rangkaian <i>Flat Face</i>	18
2.9	Pola Rangkaian <i>Echelon</i>	18
2.10	Rangkaian <i>V-cut</i>	21
2.11	Rangkaian <i>Burn-cut</i>	25
2.12	Rangkaian <i>Box-cut</i>	27
2.13	Geometri Peledakan	31
3.1	Lokasi PT. KPP Site Indexim Coal-Indo	32
4.1	Kegiatan Pengeboran	47
4.2	Pompa Air	48
4.3	Pemasangan <i>Plastic Liner</i>	49
4.4	<i>Plastic Liner</i> Berisi ANFO	49
4.5	Perangkaian Sumbu Ledak	50
4.6	Lokasi Sebelum Peledakan	50
4.7	Lokasi Setelah Peledakan	51
4.8	Lubang Ledak Setelah Proses <i>Blasting</i>	51
4.9	Fragmentasi <i>Boulder</i> Hasil Peledakan Lubang Basah.....	66

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A Data Sifat Fisik dan Mekanik Batuan
- B Data Geometri Peledakan PT.Kalimantan Prima Persada Bulan Agustus-September 2019
- C Pembobotan Mass Batuan dan Faktor Batuan
- D Distribusi Fragmentasi Batuan Geometri Aktual
- E Distribusi Fragmentasi Batuan Gemetri Teoritis
- F Distribusi Fragmentasi Batuan Gemetri Peledakan Teoritis dengan Rumus C.J Konya
- G Distribusi Fragmentasi Batuan Geometri Peledakan Usulan
- H Perhitungan Waktu Tunda
- I Peta Kesampaian Daerah Penelitian PT. Kalimantan Prima Persada
- J Peta Geologi Regional Penelitian PT. Kalimantan Prima Persada
- K Peta Geologi Lembar Muaralasan Kalimantan
- L Peta Topografi Daerah Penelitian
- M Peta Lokasi Daerah Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Kalimantan Prima Persada adalah salah satu perusahaan swasta yang bergerak dibidang usaha penambangan batubara di Kalimantan Timur dengan sistem tambang terbuka (*open pit*). Kegiatan utama pada penambangan tersebut terdiri dari pengupasan lapisan tanah penutup, pembongkaran dengan peledakan, pemuatan dan pengangkutan dari lokasi penambangan ke lokasi peremukan (*crushing plant*) maupun ke lokasi *dumping*.

Pada tambang terbuka penambangan batubara, peledakan merupakan metode yang dominan dalam penggalian *overburden* batubara. Kegiatan peledakan bertujuan untuk memberai batuan guna mempermudah kegiatan *loading*.

Masalah yang sering timbul pada kegiatan *blasting* adalah diperolehnya ukuran batuan yang besar (*boulder*) yang tidak sesuai dengan ukuran target yang disebabkan karena kesalahan dalam pembuatan pola peledakan ataupun geometri peledakan yang tidak tepat serta keadaan bahan peledak yang tidak sesuai. Dalam kegiatannya penggunaan bahan peledak yang berlebihan akan merugikan perusahaan, *cost* dari bahan peledak sangat mahal yang menyebabkan kerugian bagi perusahaan dan jika kekurangan bahan peledak akan mengakibatkan terjadinya fragmentasi yang buruk (*boulder*).

Dalam kegiatan peledakan di lapangan lebih dari 90 % merupakan lubang basah. Keberadaan Air tidak baik untuk bahan peledak berbahan

ANFO, Karena sifat bahan peledak ANFO dengan *densitas* lebih kecil dari pada densitas air yang mengakibatkan bahan peledak mengapung.

Ketidaktepatan geometri dan keberadaan air pada lubang ledak akan menyebabkan terjadinya fragmentasi atau *boulder* yang buruk pada daerah peledakan. Oleh karna itu, keberhasilan kegiatan peledakan dituntut oleh perusahaan agar tidak terjadi kegiatan *blasting* lebih dari sekali (*secondary blasting*) untuk menghemat *cost blasting*.

Adapun Judul penelitian Skripsi saya adalah **Analisis Hasil Fragmentasi Dari Kegiatan Peledakan Lubang Basah Dan Lubang Kering Di PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite Indexim Desa Pengadaan Kecamatan Karangan Kabupaten Kutai Timur Provinsi Kalimantan Timur**

1.2 Rumusan Masalah

Untuk meningkatkan kondisi kerja yang nyaman dan mencegah terhambatnya proses produksi akibat peledakan yang kurang baik, maka yang perlu dilakukan adalah :

1. Bagaimana kegiatan peledakan lubang basah dan lubang kering di PT. Kalimantan Prima Persada?.
2. Bagaimana fragmentasi batuan dari hasil peledakan lubang basah dan lubang kering di PT. Kalimantan Prima Persada?
3. Bagaimana cara optimasi kegiatan peledakan lubang basah dan lubang kering agar fragmentasi yang dihasilkan baik ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah sebagai salah satu syarat pada kurikulum pembelajaran program strata satu teknik pertambangan, serta untuk menganalisa hasil dari fragmentasi dari peledakan di lubang basah dan lubang kering di PT. Kalimantan Prima Persada.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah :

1. Menganalisis kegiatan peledakan lubang basah dan lubang kering di PT. Kalimantan Prima Persada.
2. Menganalisis fragmentasi batuan dari hasil peledakan lubang basah dan lubang kering di PT. Kalimantan Prima Persada.
3. Optimasi kegiatan *blasting* dari kegiatan *blasting* pada lubang basah dan lubang kering di PT. Kalimantan Prima Persada ?

1.4 Manfaat

Manfaat melakukan tugas akhir adalah :

- a. Bagi mahasiswa

Dapat meningkatkan pengetahuan mahasiswa mengenai teknis peledakan lubang basah dan lubang kering dalam kegiatan peledakan.

- b. Bagi perusahaan

Dapat memberi masukan pada perusahaan akan hasil aktual dilapangan sebagai pembanding apakah hasil fragmentasi sesuai dengan ketetapan atau tidak dengan melakukan penelitian dilapangan dan Apakah bahan peledak yang di gunakan sudah sesuai dengan keadaan dilapangan atau tidak.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Kegiatan penelitian dilakukan mulai Agustus-September 2019 di PT. Kalimantan Prima Persada
2. Material peledakan hanya material *overburden*
3. Tidak menghitung *fowder factor* ataupun biaya peledakan
4. Penghitungan fragmentasi menggunakann aplikasi *Split-dekstop*



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu

Menurut Safarudin Purwanto dalam jurnal Analisis Pengaruh Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Material Blasting Universitas Hasanudin. Pengaruh geometri peledakan terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan adalah semakin besar geometri peledakan maka semakin besar pula fragmentasi batuan hasil peledakan yang dihasilkan sebaliknya, semakin kecil geometri peledakan maka semakin kecil pula fragmentasi peledakan yang dihasilkan.

Menurut Reni Susanti dalam Jurnal Kajian Teknis Operasi Peledakan Untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan Di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur, Bahwa ketercapaian target Produksi merupakan salah satu parameter keberhasilan kegiatan peledakan. Selama Penelitian Diperoleh hasil bahwa perorehan hasil peledakan sebesar 89,87% sedangkan target perolehan sebesar 95%. Powder faktor yang diterapkan sebesar $\leq 0,28$ kg/m³ dan tidak melebihi batas yang ditetapkan. Dilihat dari segi fragmentasi yang dihasilkan peledakan dapat dikatakan berhasil yaitu dengan bongkah (>100 cm) yang dihasilkan sebesar 12,35 % (<15 %).

Ketidaktercapainya target perolehan hasil peledakan dipengaruhi oleh kedalaman pemboran yang diterapkan dan fragmentasi hasil peledakan yang dihasilkan dimana untuk kedalaman pemboran lebih dari

8,5 m maka nilai perolehan yang di hasilkan akan lebih kecil bila dibandingkan dengan kedalaman kurang dari 8,5 m. Disamping itu, nilai perolehan akan menurun apabila jumlah bongkah hasil peledakan semakin besar, dan nilai perolehan akan tinggi apabila bongkah yang dihasilkan dari kegiatan peledakan sedikit.

2.2 Teori Peledakan

Pada proses penambangan, ada bermacam-macam cara untuk melepaskan material dari batuan induknya. Salah satu cara yang biasa digunakan adalah pengeboran dan peledakan. Cara peledakan ditempuh jika cara lain yang lebih efektif seperti pemanfaatan alat mekanis tidak dapat digunakan terhadap batuan. (Anonim, 2017)

Pada daerah penelitian, pembongkaran *overburden* dilakukan dengan cara pemboran lubang ledak dan peledakan. Hal ini karena penggunaan metode *ripping* atau *ripping-dozing* dengan menggunakan alat mekanis dianggap kurang ekonomis.

2.2.1 Pemboran Lubang Ledak

Kegiatan pemboran merupakan awal dari kegiatan pembongkaran *overburden*. Tujuan pengeboaran adalah untuk membuat lubang ledak (*blast hole*) dengan diameter dan kedalaman tertentu pada massa batuan, yang selanjutnya akan diisi dengan sejumlah bahan peledak untuk diledakkan.

Kegiatan pemboran penyediaan lubang ledak yang baik akan dilakukan sesuai prosedur yang baik pula. Adapun tahapan kegiatan pemboran untuk penyediaan lubang ledak yang dilakukan oleh PT. Kalimantan Prima Persada, antara lain : Perencanaan (*Planning*) yaitu pihak *engineering Drill and Blasting* mengolah *plan* (*plan* harian, *plan* mingguan, *plan* tahunan), Persiapan lahan (*Bench Preparation*) yaitu tahap pembersihan lahan dengan *dozzer* agar siap dilakukan tahap berikutnya, Persiapan Pemboran (*Drilling Preparation*) yaitu setelah pembersihan dilakukan pemasangan patok-patok titik pemboran dengan kedalaman yang berbeda dari setiap titik berdasarkan data dari pihak *engineering Drill and Blast* kemudian diberi tanggul di sekitar area dan diberi *barikade*, dan Pemboran (*Drilling*) yaitu alat pemboran masuk ke dalam area dan mulai mengebor titik-titik sesuai kedalaman yang telah ditentukan.

2.2.2 Pola Pemboran Lubang Ledak

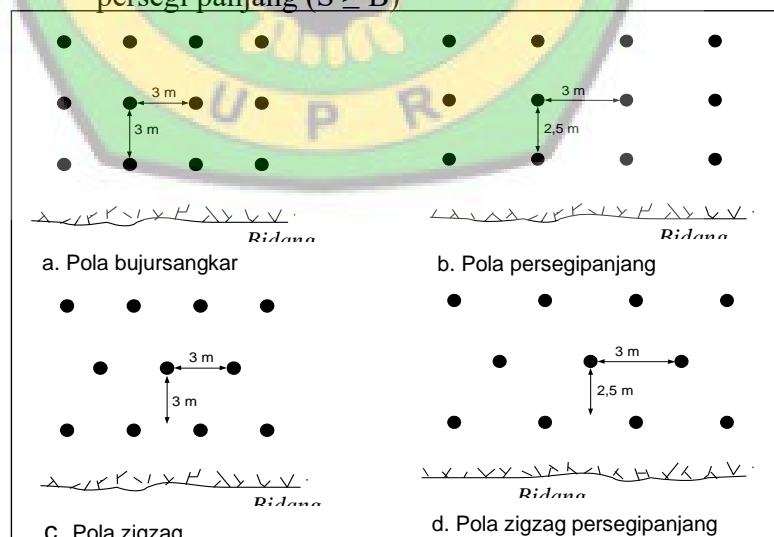
Kegiatan pemboran lubang ledak merupakan suatu hal yang sangat penting diperhatikan sebelum kegiatan pengisian bahan peledak. Kegiatan pemboran lubang ledak dilakukan dengan menempatkan lubang-lubang ledak secara sistematis, sehingga membentuk suatu pola. Berdasarkan ledak lubang bor maka pola pemboran dibagi menjadi dua pola dasar, yaitu:

1. Pola pemboran sejajar (*parallel pattern*), terdiri dari dua macam, yaitu :

a. Pola bujursangkar (*square pattern*), yaitu jarak burden dan spasi yang sama

b. Pola persegi panjang (*rectangular pattern*), yaitu jarak spasi dalam satu baris lebih besar dibandingkan dengan *burden*.

2. Pola pemboran selang-seling (*staggered pattern*), adalah pola pemboran yang penempatan lubang ledak ditempatkan secara selang seling pada setiap kolomnya. Dalam pola ini distribusi energi peledakan antar lubang akan lebih terdistribusi secara merata daripada pola bukan *staggered*. Pola *zig-zag* terbagi menjadi Pola *zig-zag* bujur sangkar ($B=S$) dan Pola *zig-zag* persegi panjang ($S \geq B$)



Gambar 2.1. Pola Pemboran (Sumber: Suwandi, 2009)

2.2.3 Peledakan

Kegiatan peledakan pada massa batuan memiliki beberapa tujuan, yaitu :

1. Membongkar/melepaskan batuan dari batuan induk
2. Menghancurkan batuan yang ada di atas batubara agar bisa di tambang
3. Membuat ukuran batuan menjadi lebih kecil agar bisa diangkut.
4. Mempermudah serta dapat memperlancar dalam pembongkaran dan pemindahan *overburden* didalam kegiatan penambangan.

Bahan peledak merupakan sarana yang efektif sebagai alat pembongkar batuan dalam industri pertambangan. Oleh karena itu perlu dimanfaatkan sebagai barang yang berguna, disamping juga merupakan barang yang berbahaya. Untuk itu dalam pelaksanaan pekerjaan peledakan harus hati-hati sesuai dengan peraturan dan teknik-teknik yang diterapkan, sehingga pemanfaatannya lebih efisien dan aman.

Teknik peledakan yang dipakai tergantung dari tujuan peledakan dan pekerjaan atau proses lanjutan setelah peledakan. Untuk mencapai pekerjaan peledakan yang optimum sesuai dengan rencana, perlu diperhatikan faktor-faktor sebagai berikut :

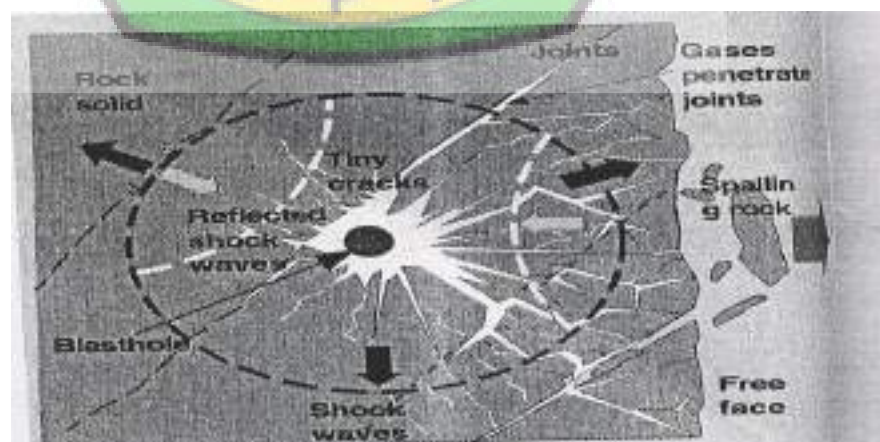
- a. Karakteristik batuan yang diledakkan

- b. Karakteristik bahan peledak yang digunakan
- c. Teknik atau metode peledakan yang diterapkan.

Suatu proses peledakan biasanya dilakukan dengan cara 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. (Koesnaryo, 2001)

2.2.4 Proses Pecahnya Batuan

Proses pecahnya batuan saat peledakan terjadi karena adanya gelombang getaran yang berasal dari ledakan dilubang bor yang gelombangnya memancar kearah bidang bebas/*freeface* lalu terpantulkan kembali kearah burden karena adanya bidang rambat yang berbeda (batuan dengan udara), yang mengakibatkan adanya gaya yang saling bertabrakan dan mengakibatkan batuan tersebut pecah.



Gambar 2.2. Proses Pecahnya Batuan (Sumber: Singgih Saptono, 2000)

Proses terjadinya rekahan dan pecahan pada batubara akibat ledakan terjadi dalam tiga fase :

1. Pada Fase I

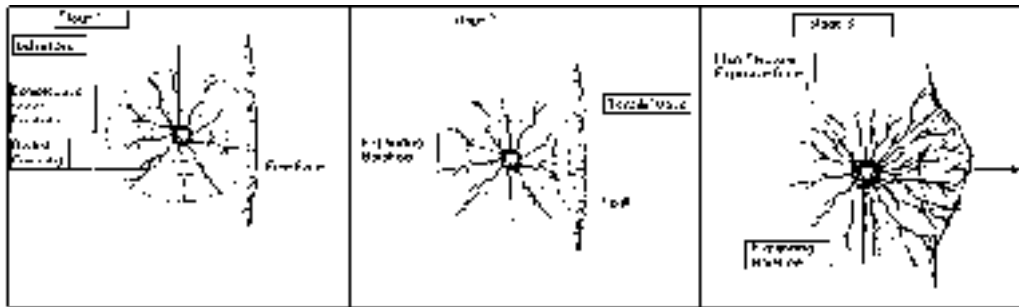
Pada saat detonator dan bahan peledak meledak dan menimbulkan gaya *tangensial stress* (gelombang tarik menuju bidang bebas), dan tegangan *tangensial* yang terjadi menyebabkan rekahan–rekahan *radial/radial Crack* yang menjalar dari daerah lubang tembak.

2. Pada Fase II

Tegangan tinggi yang dihasilkan dari gas-gas hasil peledakan memperluas/mempropogasi rekahan-rekahan radial utama, dengan pengaruh kombinasi tegangan kuat tarik.

3. Pada Fase III

Gelombang kejut akan mencapai bidang bebas dan dipantulkan kembali sebagai gelombang tarik yang merambat dalam batuan, hal ini disebabkan karena adanya perbedaan bidang rambat yaitu antara bidang bebas dengan *burden*.



Gambar 2.3. Mekanisme Pecahnya Batuan (Sumber: Singgih Saptono, 2000)

2.3 Perlengkapan Peledakan

Perlengkapan peledakan adalah bahan pelengkap yang habis pakai dalam sekali peledakan. Berikut ini adalah beberapa perlengkapan peledakan:

a. Detonator

Detonator adalah alat pemicu awal yang menimbulkan inisiasi dalam bentuk letupan (ledakan kecil) sebagai bentuk aksi yang memberikan efek kejutan terhadap bahan peledak peka detonator atau primer. Detonator disebut dengan *blasting capsule* atau *blasting cap*.

Secara umum detonator dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu :

1. berdasarkan sumber energi pemicu: *plain detonator*, *electric detonator*, dan *non-electric detonator*
2. berdasarkan waktu tunda: *instanneous detonator* dan *delay detonator*

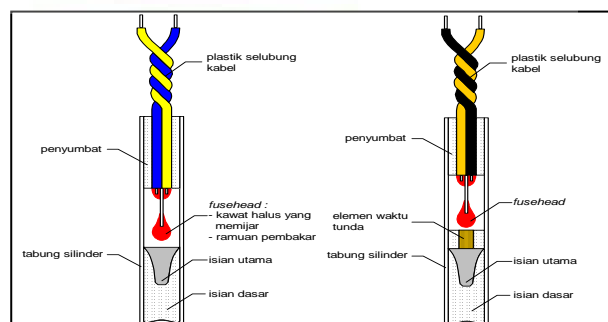
Berikut ini adalah jenis-jenis detonator berdasarkan sumber energi pemicunya:

- Detonator biasa (*plain detonator*), sumber energi pemicunya berupa panas hasil pembakaran sumbu api (*safety fuse*). Sumbu api dinyalakan dengan penyulut api (*lighter*) atau dengan *lead spritter*.



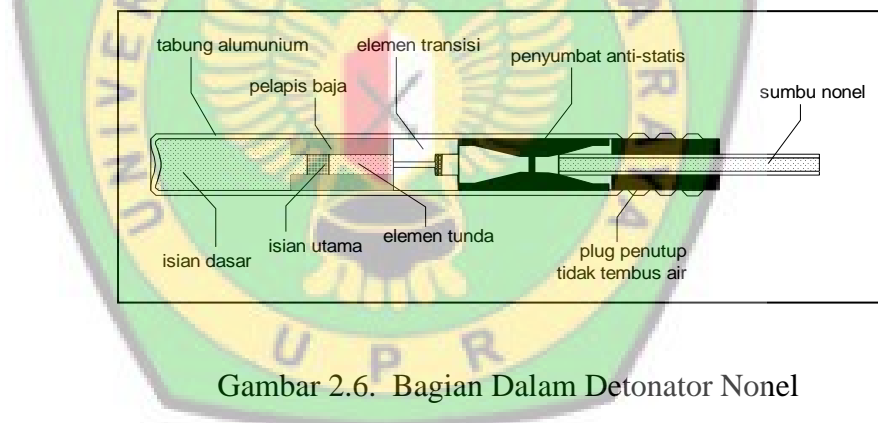
Gambar 2.4. Sketsa Penampang Detonator Biasa

- Detonator listrik (*electric detonator*), sumber energi pemicunya berupa arus listrik. Detonator listrik dinyalakan dengan *blasting machine*. Isian detonator listrik sama dengan detonator biasa. Detonator listrik dilengkapi dengan dua kawat yang dinamakan *leg wire*.



Gambar 2.5. Penampang Detonator Listrik Langsung dan Tunda

- Detonator Non-Listrik (*non-electric detonator*) atau bisa juga disebut nonel, sumber energi pemicunya berupa gelombang detonasi. Komponen utama dalam detonator nonel sama dengan detonator listrik yang membedakannya hanya pada mekanisme pembentukan energi panasnya. Alat penyalaan nonel berupa *shotgun*, sumbu ledak, dan dapat juga menggunakan satu detonator, baik detonator biasa maupun detonator listrik. *Delay time* nonel bisa dipasang di dalam lubang disebut *in-hole delay*, dan di permukaan disebut *surface delay*.



Gambar 2.6. Bagian Dalam Detonator Nonel

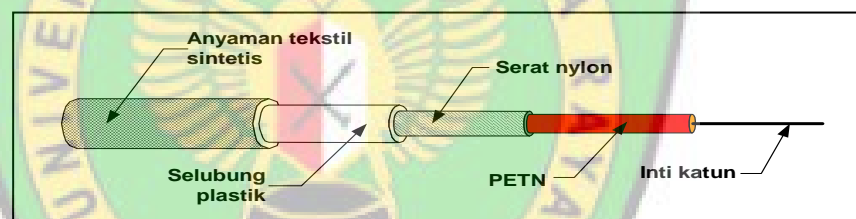
Disamping pengelompokan detonator berdasarkan energi pemicunya, detonator pun dikelompokkan berdasarkan waktu meledaknya, yaitu:

- *Instantaneous detonator* adalah detonator yang meledak langsung setelah sumber energi menginisiasi isian utama dan isian dasar

- *Delay detonator* adalah detonator yang dapat menunda sumber energi untuk meledakkan isian utama dan isian dasar selama waktu tertentu, biasanya dalam satuan *millisecond* (ms).

b. Sumbu ledak

Berbagai nama untuk sumbu ledak yang dikenal di lapangan antara lain *detonating cord*, *detonating fuse*, atau *cordtex*. Pada bagian inti sumbu ledak terdapat bahan peledak PETN, yaitu salah satu jenis bahan peledak kuat dengan kecepatan rambat sekitar 6000 – 7000 m/s. Komposisi PETN di dalam tersebut bervariasi dari 3,6 – 70 gr/m.



Gambar 2.7. Bagian-bagian Sumbu ledak

c. Connector (Penyambung)

Penyambung adalah perlengkapan yang diperlukan untuk menghubungkan kawat listrik atau sumbu peledakan antar lubang ledak.

Jenis *connector* beserta fungsinya antara lain:

- *Igniter cord connector*, berfungsi menyambung sumbu api antar lubang pada peledakan dengan detonator biasa.
- *Delay detonator*, berfungsi menyambung sumbu ledak antar lubang dan sekaligus mengatur waktu tunda permukaan.

- *Connecting Wire*, berfungsi menyambung *leg wire* antar lubang pada peledakan dengan detonator listrik.
- *Lead wire* (kawat utama), berfungsi menghubungkan rangkaian peledakan listrik dengan *blasting machine*.
- *Lead in line*, berfungsi menyambung nonel dengan alat pemicu ledak.

d. Primer

Primer adalah bahan peledak berbentuk dodol yang sudah dirangkai dengan detonator dan diletakkan di dalam kolom lubang ledak. Cara pembuatan *primer* pada prinsipnya sama untuk semua jenis detonator, yaitu menyisipkan detonator pada dodol/ *booster*.

2.3.1 Peralatan Peledakan

Peralatan peledakan adalah alat bantu peledakan yang dapat dipakai berulang-ulang dalam kegiatan peledakan, secara umum terdiri atas alat pemicu peledakan, alat pencampur dan pengisi, serta alat pendukung peledakan. (Koesnaryo, 1998)

a. Alat Pemicu Peledakan

Alat pemicu peledakan tergantung pada jenis detonator, yaitu :

1. *Lighter*, untuk menyulut sumbu api pada peledakan dengan detonator biasa
2. *Blasting machine*, untuk peledakan menggunakan detonator listrik

3. *Shotgun*, untuk peledakan menggunakan detonator nonelektrik

b. Alat Pencampur dan Pengisi

Alat pencampur berfungsi sebagai penakar bahan serta tempat untuk mengaduk bahan tersebut menjadi campuran bahan peledak yang homogen. Bahan yang dicampur biasanya berupa agen peledakan seperti ANFO, *Fortis* dan *Fortan*. Alat pencampur yang digunakan yaitu *Mobile Manufacturing Unit*.

2.3.2 Pemeriksaan Lubang Ledak

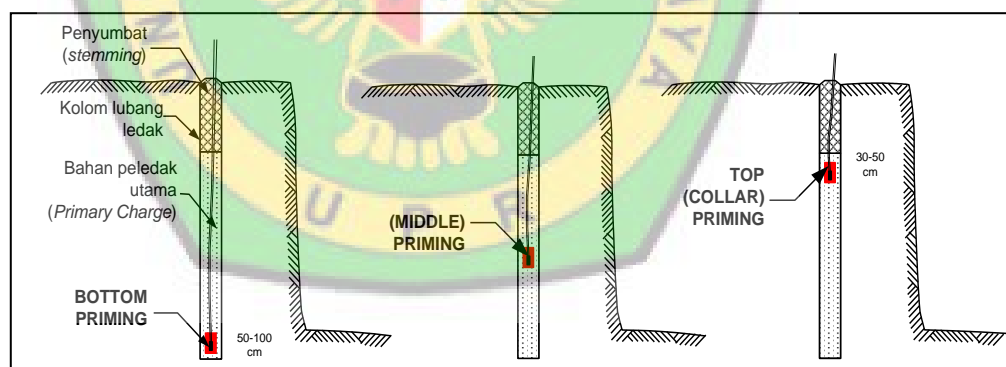
Pekerjaan yang harus dilakukan menjelang pengisian setiap lubang adalah memeriksa lubang tersebut agar pada saat pengisiannya tidak ada hambatan.

- Memeriksa kedalaman: untuk mengecek kedalaman dapat digunakan meteran dengan diberi pemberat secukupnya atau menggunakan tongkat berskala (biasanya dibuat dari bambu).
- Memeriksa adanya penghambat: apabila terasa ada hambatan atau penyumbat lubang dapat digunakan tongkat bambu untuk mendorong material penghambat (*tamping*).
- Memeriksa air: untuk memeriksa adanya air di dalam lubang dapat dengan menjatuhkan batu kecil ke dalam lubang dan bila sampai pada air akan terdengar gema suara benda jatuh ke dalam air.

- Memeriksa rongga dan retakan: adalah sangat penting mengetahui adanya rongga atau retakan besar di dalam lubang ledak.
- Menutup rongga dalam lubang ledak: apabila terlihat rongga dalam lubang ledak.

2.3.3 Pengisian Lubang Ledak

Lubang ledak biasanya diisi dengan bahan peledak utama (ANFO, *Fortan*, *Fortis*), primer, dan *stemming*. Terdapat tiga cara meletakkan primer, yaitu *bottom priming*, *center* atau *middle priming*, dan *collar* atau *top priming*.



Gambar 2.8. Penempatan Primer Dalam Lubang Ledak

2.3.4 Efek Peledakan dan Kriteria Peledakan yang Berhasil

Efek-efek yang ditimbulkan oleh kegiatan peledakan yaitu

:

a. Getaran Tanah

Getaran tanah (*ground vibration*) terjadi pada daerah elastis, di mana pada daerah elastis tegangan yang diterima mineral lebih kecil dari kuat tarik mineral sehingga hanya menyebabkan perubahan bentuk dan volume.

b. Perpindahan Material Batuan

Proses perpindahan (*displacement*) membutuhkan sejumlah periode waktu yang lebih lama dari proses peretakan (*fracturing*) dan pemecahan (*breaking*). Fungsi tersebut merupakan hubungan langsung dari energi gas hasil peledakan sekaligus penyebaran gas pada tingkat tertentu. Tinggi material dan perpindahan yang terjadi akan membentuk suatu geometri tumpukan yang berbeda-beda. Susunan tumpukan material ditentukan oleh parameter rancangan geometri peledakan seperti tinggi jenjang, burden, spasi, *steaming*, *specific charge*, dan pola peledakan.

c. Batu Terbang

Batu terbang (*fly rock*) yaitu batu yang terlempar secara liar pada saat terjadi peledakan. Batu terbang dapat disebabkan oleh :

- Penempatan lubang bor tidak tepat
- Kesalahan pola penyalaan
- Lantai jenjang kotor
- Elevasi pemboran tidak tepat
- Kesalahan penyambungan

- Jumlah isian terlalu banyak
- Karena ada struktur retakan, kekar, dan sebagainya

d. Suara Ledakan dan Kebisingan

Suara ledakan (*air blast*) adalah suara keras yang ditimbulkan oleh atau pada saat terjadi ledakan. *Air blast* merupakan gelombang tekanan yang terjadi pada atmosfer yang terindikasi oleh suatu frekuensi tinggi, frekuensi rendah, bahkan yang tidak terdengar sama sekali.

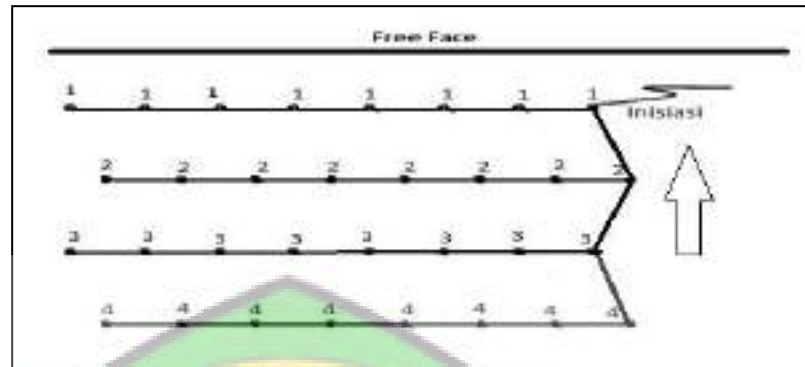
Di bidang pertambangan, operasi peledakan dikatakan berhasil dengan baik apabila diperoleh manfaat sebagai berikut :

- Target produksi terpenuhi, dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan.
- Penggunaan bahan peledak seefisien mungkin dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak (*powder factor*).
- Diperoleh fragmentasi batuan yang seragam dengan sedikit bongkahan (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan).
- Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan, dan sebagainya).
- Keadaan aman terkendali pada saat peledakan.
- Dampak terhadap lingkungan (*flyrock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu) yang minimum.

2.3.5 Rangkaian Peledakan

Rangkaian peledakan yang biasanya digunakan di tambang adalah :

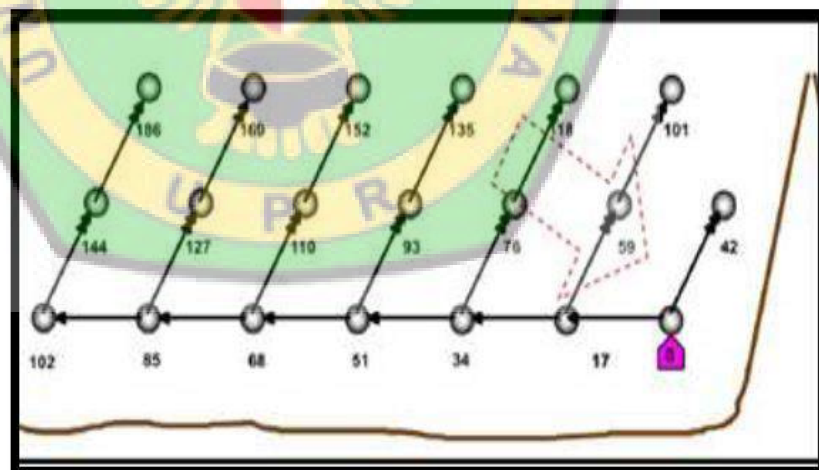
1. Flat Face



(Sumber : Suwandi, 2009; 13)

Gambar 2.9. Pola Rangkaian *Flat Face*

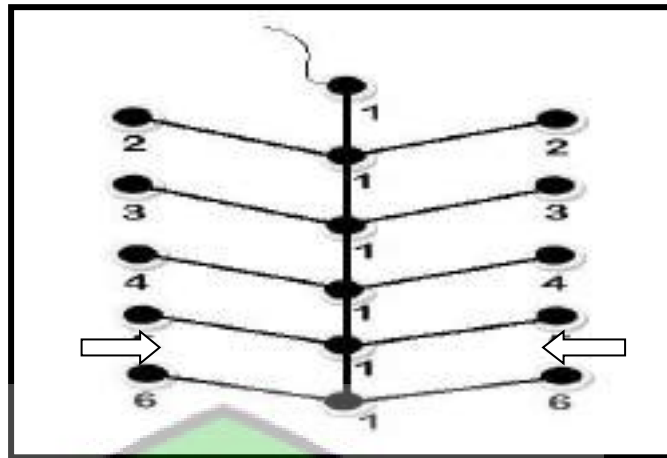
2. Echelon



(Sumber : Suwandi, 2009; 13)

Gambar 2.10. Pola Rangkaian *Echelon*

5. Box Cut

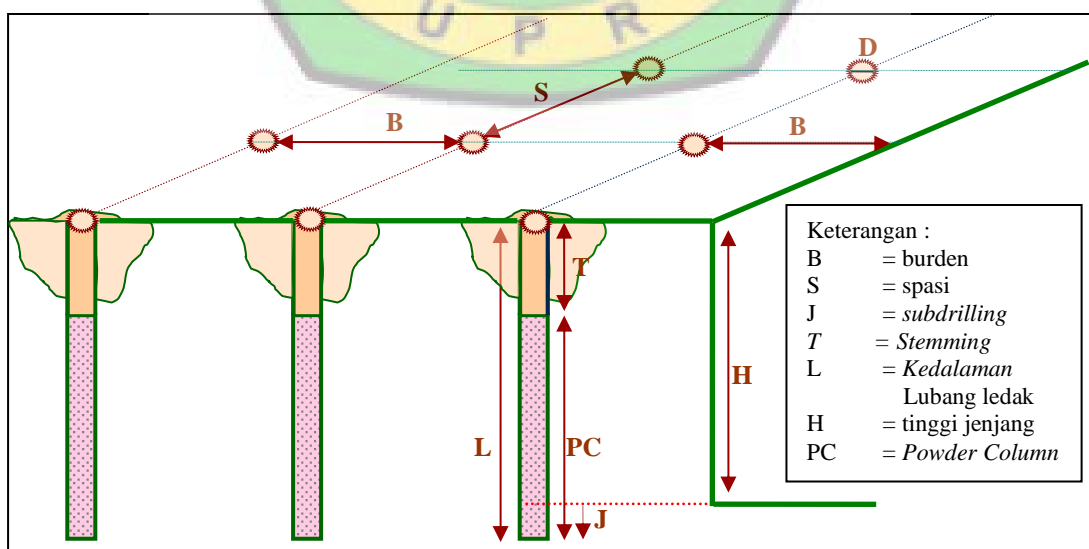


(Sumber : Suwandi, 2009; 13)

Gambar 2.13. Rangkaian *Box Cut*

3.4. Geometri Peledakan

Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan yang diinginkan maka perlu suatu perencanaan ledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri ledakan, yaitu: diameter dan kedalaman lubang ledak, *burden*, *spasi*, tinggi jenjang, *stemming*, dan *subdrilling*.



Gambar 2.14. Geometri Peledakan (Sumber : Koesnaryo,1998)

1. Burden (B),

Burden dapat didefinisikan sebagai jarak dari lubang bor terhadap bidang bebas (*free face*) yang terdekat pada saat terjadi peledakan. Peledakan dengan jumlah baris (*row*) yang banyak, *true burden* tergantung penggunaan bentuk pola peledakan yang digunakan *delay* detonator dari tiap-tiap baris *delay* yang berdekatan akan menghasilkan *free face* yang baru. *Burden* juga berpengaruh pada fragmentasi dan efek peledakan.

Burden merupakan variabel yang sangat penting dan kritis dalam mendesain peledakan. Dengan jenis bahan peledak yang dipakai dan jenis batuan yang dihadapi, terdapat jarak maksimum burden agar hasil ledakan menjadi baik.

2. Spasi/*Spacing* (S),

Spasi adalah jarak antara lubang tembak dalam satu baris (*row*) dan diukur sejajar terhadap *pit wall*. Biasanya *spacing* tergantung pada *burden*, kedalaman lubang bor, letak primer, waktu tunda, dan arah struktur bidang batuan. Yang perlu diperhatikan dalam memperkirakan *spacing* adalah apakah ada interaksi antar *charges* yang berdekatan. Bila masing-masing lubang bor diledakkan sendiri-sendiri dengan interval waktu yang cukup panjang, untuk memungkinkan setiap lubang bor meledak dengan sempurna, tidak akan terjadi interaksi antar gelombang energi masing-masing. Kalau waktu tunda diperpendek maka akan terjadi interaksi sehingga menyebabkan efek yang kompleks.

Spacing merupakan fungsi daripada burden dan dihitung setelah burden ditetapkan terlebih dahulu. *Spacing* yang lebih kecil dari ketentuan akan menyebabkan ukuran batuan hasil peledakan terlalu hancur. Tetapi jika *spacing* lebih besar dari ketentuan akan menyebabkan banyak terjadi bongkah (*boulder*) dan tonjolan (*stump*) diantara dua lubang ledak setelah peledakan. Pada Geometri *Rules of Thumb* menerapkan peledakan dengan pola *equilateral* (segitiga sama sisi) dan beruntun tiap lubang ledak dalam baris yang sama.

3. *Sub-drilling* (J)

Sub-drilling adalah tambahan kedalaman daripada lubang bor dibawah rencana lantai jenjang. *Sub-drilling* perlu untuk menghindari *problem* tonjolan pada lantai (*toe*), karena dibagian ini adalah tempat yang paling sukar diledakkan. Dengan demikian, gelombang ledak yang ditimbulkan pada lantai dasar jenjang yang akan bekerja secara maksimum.

Tujuan dari *sub-drilling* adalah supaya batuan bisa meledak secara *full face* sebagaimana yang diharapkan. Tonjolan-tonjolan pada lantai (*floor*) yang terjadi setelah dilakukan peledakan akan menyulitkan peledakan selanjutnya, atau pada waktu pemuatan dan pengangkutan..

4. *Stemming* (T),

Stemming adalah panjang isian lubang ledak yang tidak diisi dengan bahan peledak tapi diisi dengan material seperti tanah liat atau material hasil pemboran (*cutting*), dimana *stemming* berfungsi untuk mengurung gas yang timbul sehingga *air blast* dan *flyrock* dapat terkontrol. Untuk bahan *stemming*

batuan hasil dari *crushing* jauh lebih baik daripada *cutting rock* (material bekas pemboran). Namun dalam hal ini panjang stemming juga dapat mempengaruhi fragmentasi batuan hasil peledakan. Dimana *stemming* yang terlalu panjang dapat mengakibatkan terbentuknya bongkah apabila energi ledakan tidak mampu untuk menghancurkan batuan di sekitar *stemming* tersebut, dan *stemming* yang terlalu pendek bisa mengakibatkan terjadinya batuan terbang dan pecahnya batuan menjadi lebih kecil

5. Kedalaman Lubang Ledak (L),

Kedalaman lubang ledak tergantung pada ketinggian *bench*, *burden*, dan arah pemboran. Kedalaman lubang tembak merupakan penjumlahan dari besarnya *stemming* dan panjang kolom isian bahan peledak

6. Tinggi Jenjang (H),

Tinggi jenjang berhubungan erat dengan parameter geometri peledakan kainnya dan ditentukan terlebih dahulu atau terkadang ditentukan kemudian setelah parameter atau aspek-aspek lainnya diketahui. Tinggi jenjang maksimum biasanya dipengaruhi oleh kemampuan alat bor dan ukuran mangkok serta tinggi jangkauan alat muat.

Umumnya peledakan pada tambang terbuka dengan diameter lubang besar, tinggi jenjang berkisar antara 10 -15 m. pertimbangan lain yang harus diperhatikan adalah kestabilan jenjang jangan sampai runtuh, baik karena daya dukungnya lemah atau akibat getaran peledakan. Dapat disimpulkan bahwa dengan jenjang yang pendek memerlukan diameter lubang bor yang

kecil, sementara untuk diameter lubang bor yang besar dapat diterapkan pada jenjang yang lebih tinggi..

7. *Powder Column* (PC),

Merupakan tinggi kolom pada lubang ledak yang diisi dengan bahan peledak.

Beberapa peneliti peledakan yang telah memperkenalkan perhitungan geometri peledakan antara lain : R.L. Ash (1963), C.J.Konya (1972) dan lainnya.

Di samping itu produsen bahan peledak memberikan cara coba-coba (*rule of thumb*) untuk menghitung geometri peledakan, di antaranya *ICI Explosive*, *Dyno*, *Wesfarmer Explosives*, *Atlas Powder Company*, *Sasol SMX Explosives Engineres Field Guide*, dan lain-lain.

Berikut ini dijabarkan Geometri peledakan menurut R.L.Ash

a. Penentuan *Burden* (B)

R.L. Ash mendasarkan penentuan *burden* pada acuan dari batuan standar dan bahan peledak standar. Batuan standar memiliki bobot isi 160 lb/cu.ft dan bahan peledak standart memiliki berat jenis 1,2 dan kecepatan detonasi 12.000 fps. Apabila batuan yang akan diledakan sama dengan batuan standart dan menggunakan bahan peledak standart, maka digunakan *burden ratio standard* yaitu 30.

Jika :

$$B = \frac{Kb \times De}{12} \text{ (ft) atau } B = \frac{Kb \times De}{39.3} \text{ (m)}$$

De = Diameter lubang ledak (inchi) Kb = *Burden Ratio*

$B = Burden$

Bobot isi batuan standar (Dst) = 160 lb/cuft

Bahan peledak : $SG_{std} = 1,20$ $Ve_{std} = 12000$ fps

$$Kb_{std} = 30$$

Faktor penyesuaian (*adjustment factor*) :

Batuan yang akan diledakan (AF_1)

Bahan peledak yang dipakai (AF_2)

Maka :

$$Kb_{\text{terkoreksi}} = 30 \times AF_1 \times AF_2$$

$AF_1 = \text{Adjustment factor}$ untuk batuan yang diledakan

$AF_2 = \text{Adjustment factor}$ untuk handak yang dipakai

Dengan :

$$AF_1 = \left(\frac{D_{std}}{D} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$D =$ Bobot isi batuan yang diledakan

$$AF_2 = \left(\frac{SG \times Ve^2}{SG_{std} \times Ve_{std}^2} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$SG =$ B_0 handak yang dipakai

$$\text{Jadi : } B = \frac{Kb_{\text{terkoreksi}} \times De}{39,3} (\text{meter})$$

b. *Spacing* (S)

$$K_s = S / B$$

Dimana : $K_s = \text{Spacing ratio}$ (1,00 – 2,00)

$$S = K_s \cdot B \text{ (meter)}$$

Ukuran *spacing* dipengaruhi oleh :

- Cara peledakan yang digunakan (serentak atau beruntun)
- Fragmentasi yang diinginkan
- *Delay interval*

Berdasarkan cara urutan peledakannya, pedoman penentuan *spacing* adalah sebagai berikut :

- Peledakan serentak, $S=2B$
- Peledakan beruntun dengan *delay interval* lama (*second delay*), $S = B$
- Peledakan dengan *millisecond delay*, S antara $1B$ hingga $2B$
- Jika terdapat kekar yang tidak saling tegak lurus, S antara $1,2B$ hingga $1,8B$
- Peledakan dengan pola *equateria* dan beruntun tiap lubang ledak dalam baris yang sama, $S = 1,15B$

c. *Stemming* (T)

$$T = K_t \times B$$

Dimana : $K_t = \text{Stemming ratio (0,75 – 1,00)}$

$$K_t = T / B \text{ (meter)}$$

Fungsi *stemming* :

- Menyeimbangkan tekanan di daerah *stemming*

d. Kedalaman Lubang Tembak (L)

$$L = K_l \times B$$

Dimana : $K_l = \text{Hole depth ratio (1,5 – 4,0)}$

Kedalaman lubang ledak biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik.

e. *Sub-drilling (J)*

$$J = K_j \times B$$

Dimana : $K_j = \text{Sub-drilling ratio (0,2 – 0,4)}$

$$K_j = J / B \text{ (meter)}$$

Panjang *sub-drilling* dipengaruhi oleh struktur geologi, tinggi jenjang dan kemiringan lubang ledak.

f. *Charge Length (PC)*

$$PC = L - T$$

Dimana : $PC = \text{Panjang kolom isian (meter)}$

$L = \text{Kedalaman lubang tembak (m)}$

$T = \text{Stemming (m)}$

g. *Loading Density (de)*

Loading Density adalah jumlah isian handak permeter panjang kolom isian.

$$LD = \frac{1}{4} \pi D^2 \times \rho_{\text{handak}} \times 0,1$$

$$E = PC \times LD \times n$$

Keterangan : $D = \text{Diameter isian handak (cm)}$

$\rho_{\text{handak}} = \text{Densitas handak (gr/cc)}$

$n = \text{Jumlah lubang ledak}$

h. *Powder Factor* (Pf)

$$Pf = E/W$$

Pf = *Powder Faktor* (kg/bcm)

W = Berat batuan yang diledakan (bcm)

E = Berat handak yang digunakan (kg)

i. *Stiffness Ratio*

Penentuan diameter lubang dan tinggi jenjang mempertimbangkan 2 aspek, yaitu efek ukuran lubang ledak terhadap fragmentasi, *airblast*, *fly-rock*, dan getaran tanah dan biaya pengeboran.

Tabel 2.1. Potensi yang terjadi akibat variasi *stiffness ratio*

Stifness Ratio	Fragmentasi	Ledakan udara	Batu terbang	Getaran tanah	Komentar
1	Buruk	Besar	Banyak	Besar	Banyak muncul <i>back-break</i> di bagian <i>toe</i> . Jangan dilakukan dan rancang ulang
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Bila memungkinkan, rancang ulang
3	Baik	Kecil	Sedikit	Kecil	Kontrol dan fragmentasi baik
4	Memuaskan	Sangat kecil	Sangat sedikit	Sangat kecil	Tidak akan menambah keuntungan bila <i>stiffness ratio</i> di atas 4

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

3.1.1. Profil dan Sejarah Perusahaan

PT. Kalimantan Prima Persada (KPP) adalah sebuah perusahaan kontraktor pertambangan yang bergerak di bidang sumber daya energi batubara. PT. Kalimantan Prima Persada merupakan anak perusahaan dari PT. Pamapersada Nusantara. PT. Kalimantan Prima Persada telah berdiri sejak tahun 2003 dengan lingkup bisnis jasa kontraktor penambangan, manajemen *road*, jasa manajemen pelabuhan dan *trading* batubara. Hingga tahun 2017, PT. Kalimantan Prima Persada memiliki 4 proyek (*job site*) di Kalimantan Selatan, 2 proyek di Kalimantan Tengah, satu proyek di Kalimantan Utara, dan satu proyek di Kalimantan Timur (*Site Indexim Coalindo*).

3.1.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah



Gambar 3. 1 Lokasi PT. KPP Site Indexim Coalindo

(Sumber : google.co.id/maps)

PT. Kalimantan Prima Persada, *Job Site* Indexim Coalindo (PT. KPP *Site* Inde) merupakan perusahaan kontraktor pertambangan yang diberikan hak pengelolaan oleh PT. Indexim Coalindo, yang secara administratif, lokasi pertambangan PT. Indexim Coalindo terletak di daerah Desa Pengadan, Kecamatan Karangan, Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur.

Total luas wilayah Kuasa Pertambangan \pm 24.050 ha. Dimana secara Geografis terletak pada koordinat sebagai berikut.

Koordinat Geografis	
Bujur Timur	Lintang Selatan
117° 39' 38''	1° 4' 51''
117° 42' 19''	1° 4' 51''
117° 40' 10''	1° 2' 57''
117° 42' 19''	1° 2' 57''

Tabel 3.1. Koordinat Geografis Perusahaan

(Sumber : PT. Kalimantan Prima Persada Site Inde, 2016)

3.1.3 Keadaan Iklim dan Curah Hujan

Daerah tambang PT. KPP Site Inde memiliki iklim tropis dengan suhu rata-rata 28° - 35° C, dan suhu tahunan rata-rata 29°C. Hal ini dikarenakan lokasi dari tambang PT. KPP yang dekat dengan garis khatulistiwa sehingga daerah ini dipengaruhi oleh 2 musim, yaitu musim kemarau dan musim hujan.

3.2 Geologi Regional Daerah Penelitian

3.2.1. Fisiografi

Wilayah penelitian berada di dalam Cekungan Kutai (Kutai Basin) yang terbentuk pada kala Eosen – Oligosen disebabkan terjadinya penurunan daratan yang mengakibatkan terjadinya genang laut (transgresi) dari arah Timur ke Barat. Cekungan Kutai dapat dibagi menjadi 3 (tiga), yaitu:

- a. Cekungan Kutai bagian Barat, merupakan daerah rendah, sebagian besar tertutup rawa, danau dan aluvial, menandakan daerah masih bergerak turun.
- b. Antiklinorium Samarinda merupakan antiklin sempit, memanjang berarah Utara Timur Laut – Selatan Barat Daya. Kemungkinan karena adanya *shale diapir* dan juga karena pergerakan sesar mendatar di *basement*.
- c. Cekungan Kutai bagian Timur, Pola struktur Cekungan Kutai, berupa antiklinorium dimana cekungan berarah Utara Timurlaut - Selatan Baratdaya dan secara keseluruhan berubah relatif Timur – Barat pada tepi bagian Utara Cekungan Kutai.

3.2.2. Stratigrafi

Secara regional berdasarkan Peta Geologi Lembar Muaralasan, Skala 1:250.000, formasi batuan pada daerah penelitian adalah sebagai berikut :

- a. Aluvium (*Qa*) terdiri atas kerakal, kerikil, pasir, lanau, lempung, lumpur, sisa tumbuhan, fragmen cangkang dan koral.
- b. Batuan Gunungapi Muda (*Q_{Tv}*) terdiri atas lava andesit – basalt, tufa, breksi gunungapi dan aglomerat.
- c. Formasi Domaring (*Tmpd*) terdiri atas batugamping terumbu, batugamping kapuran, napal dan sisipan batubara muda.

- d. Formasi Golok (*Tmpg*) tersusun atas napal dengan sisipan batulempung dan batugamping.
- e. Formasi Labanan (*Tmpl*) tersusun atas perselingan konglomerat, batupasir, batulanau, batulempung disisipi batugamping dan batubara. Batubara berwarna hitam – coklat dengan tebal 20 – 150 cm.
- f. Formasi Maau (*Tomm*) bagian bawah terdiri atas perselingan breksi, konglomerat, batupasir, batugamping, napal, serpih dan tufa. Bagian atas terdiri atas perselingan batulempung, batulanau, batupasir dan veinlet – veinlet karbonat.
- g. Formasi Birang (*Tomb*) tersusun atas perselingan napal, batugamping dan tufa pada bagian atas; dan perselingan napal, rijang, konglomerat, batupasir kuarsa dan batugamping pada bagian bawah.
- h. Batuan Gunungapi (*Tomv*) tersusun atas breksi gunungapi, tufa pasiran dan tufa batuapung. Ketebalan formasi ini mencapai 200 meter.
- i. Batuan Terobosan (*Tmi*) terdiri atas diorite, granodiorite dan tonalit.
- j. Formasi Latih (*Tml*) terdiri atas batupasir kuarsa, batulempung, batulanau dan batubara dibagian atas; pada bagian bawah bersisipan serpih pasiran dan batugamping. Batubara berwarna hitam – coklat dengan tebal 0,2 – 5,5 meter.

- k. Formasi Manumbar (*Tmme*), bagian bawah terdiri atas batulanau dan batugamping yang kaya akan foraminifera kecil, moluska dan koral. Bagian atas terdiri atas batupasir glaukonitan. Tebal formasi ini berkisar 1000 meter.
- l. Formasi Maluwi (*Tmma*), bagian bawah terdiri dari batugamping, napal, batupasir dan sisipan lanau. Bagian atas terdiri dari batulempung pasiran, batupasir, sisipan napal, serpih karbonatan dan batugamping. Ketebalan formasi ini mencapai 1250 meter.
- m. Formasi Lebak (*Toml*) terdiri atas perselingan batugamping dan napal, breksi gampingan dan batupasir. Ketebalan formasi ini mencapai 1500 meter.
- n. Formasi Karang (*Teok*) terdiri atas konglomerat, batupasir, batulempung bersisipan batugamping dan lignit. Ketebalan formasi ini mencapai 500 meter. Formasi ini menjemari dengan formasi Tabalar dan tertindih secara tak selaras oleh formasi Lebak dan Domaring.
- o. Formasi Tabalar (*Teot*) terdiri atas napal abu – abu, batupasir, serpih, sisipan batugamping dan konglomerat alas dibagian bawah, batugamping dolomitan, kalkarenit dan sisipan napal dibagian atas
- p. Formasi Mangkupa (*Teom*), bagian bawah terdiri atas konglomerat batupasir, batulempung sabakan, batulanau, serpih, sisipan batulempung dan batubara. Bagian atas terdiri dari

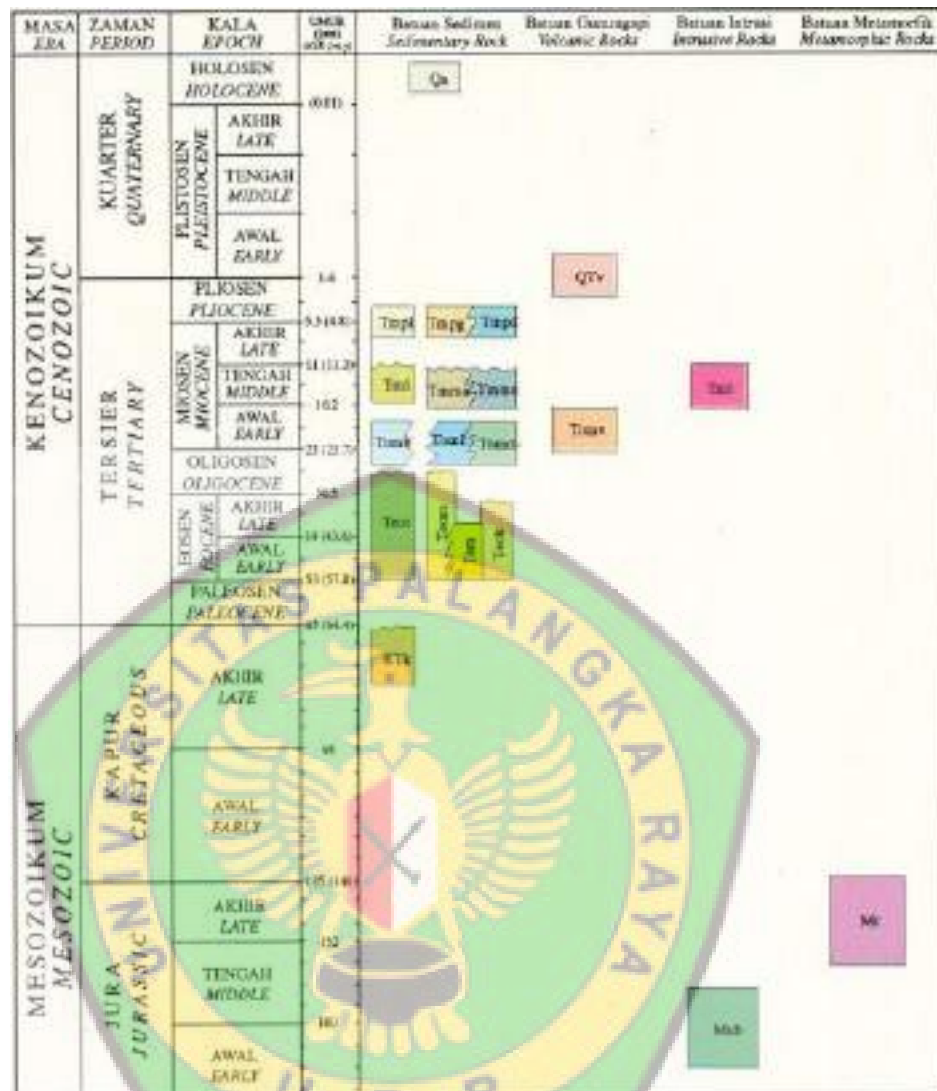
batulanau, batulempung, batupasir mikaan dan tufa pasiran, setempat sisipan batubara. Ketebalan formasi ini mencapai 1300 meter.

q. Formasi Merah (*Tem*) terdiri atas perselingan napal, batulempung dan konglomerat; bersisipan batugamping. Napal dan batulempung berwarna kelabu kecoklatan, bersifat gampingan dan padat.. Formasi ini memiliki ketebalan mencapai 1800 meter.

r. Formasi Kelay (*KTk*), bagian bawah terdiri atas konglomerat, breksi, batupasir meta, batulanau, batusabak, tufa basa dan batutanduk. Bagian tengah terdiri dari batupasir gampingan, batulanau, batulempung sabakan dengan sisipan batugamping. Bagian atas terdiri dari batupasir kuarsa dan konglomerat. Ketebalan formasi ini mencapai 3000 meter.

s. Formasi Telen (*Mt*) terdiri atas perselingan batusabak, batutanduk, batupasir meta dan kuarsit, sisipan rijang dan batugamping meta. Tebal formasi ini lebih dari 3500 meter.

t. Ofiolit (*Mub*) terdiri atas peridotite, serpentinit, harzburgit, wherlit, piroksenit, gabro dan basal.



Gambar 3. 2 Stratigrafi Daerah Penelitian.

(Sumber : Kementerian ESDM, 2017)

3.2.3. Struktur Geologi Regional

Struktur geologi yang dapat diamati pada lembar Muaralasan terdiri dari lipatan, sesar dan kelurusan. Lipatan berupa antiklin dan sinklin dengan arah sumbu timur laut – barat daya dan timur – barat. Beberapa lipatan menunjukkan penunjaman ke arah barat daya dan barat laut. Jenis sesar berupa sesar mendatar dan normal. Sesar

mendatar berupa sinistral dengan arah barat laut – tenggara. Sesar normal yang cukup kuat intensitasnya dijumpai di bagian tengah dan utara daerah ini dengan arah umum timur laut – barat daya dan barat laut – tenggara.

3.3 Kondisi Geologi Lokal Daerah Penelitian

3.3.1 Keadaan Morfologi

Morfologi dari daerah penelitian dapat dibagi menjadi morfologi perbukitan, dataran rendah, dan endapan aluvial. Keadaan morfologi cenderung bergelombang dengan daerah tertinggi adalah bukit karst. Morfologi dataran rendah rata-rata pada ketinggian 20-50 meter di atas permukaan laut.

3.3.2 Stratigrafi

Daerah penelitian secara litologi terdiri dari tiga formasi batuan penyusun yaitu:

- a. Formasi Manumbar terdiri dari perselingan batulanau dengan batugamping di bagian bawah dan di bagian atas batupasir masif.
- b. Formasi Maluwi terdiri dari atas batulempung, batulempung pasir dengan sisipan napal, serpih kelabu, serpih pasir.
- c. Formasi Golok terdiri dari napal bersisipan lempung dan batugamping.

3.3.3 Struktur Geologi

Struktur geologi yang di terdapat pada daerah penelitian yaitu struktur berupa kekar dengan arah barat laut – tenggara.

3.4 Metode Penelitian

Di dalam melaksanakan permasalahan ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan. Sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah. Adapun urutan pekerjaan penelitian yaitu

3.4.1 Studi Literatur

Dilakukan dengan mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, yang diperoleh dari :

- Instansi yang terkait
- Perpustakaan
- Brosur-brosur
- Informasi-informasi
- Grafik, dan tabel.

3.4.2 Penelitian Di Lapangan

Dalam pelaksanaan penelitian di lapangan ini akan dilakukan beberapa tahap, yaitu:

- Survei geologi permukaan, dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap keadaan geologi permukaan dan mencari informasi pendukung yang berkaitan dengan permasalahan yang akan dibahas.

- Mencocokkan dengan perumusan masalah, yang bertujuan agar penelitian yang dilakukan tidak meluas. Data yang diambil dapat digunakan secara efektif.

3.4.3 Pengambilan data

Dilakukan dengan cara :

- Melakukan pengukuran-pengukuran
- Meneliti proses *blasting* yang sedang berlangsung
- Mencatat kejadian yang terjadi seperti adanya ukuran batuan yang besar, ataupun kualitas *blasting* yang buruk.
- Wawancara seperlunya.

3.4.4 Keakuratan Akuisisi Data

Akuisisi data ini bertujuan untuk :

- Mengumpulkan dan mengelompokkan data untuk memudahkan analisa nantinya.
- Mengolah nilai karakteristik data-data yang mewakili obyek pengamatan, Mengetahui data, sehingga kerja menjadi efisien

3.4.5 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan melakukan beberapa perhitungan dan penggambaran. Selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik-grafik atau rangkaian perhitungan dalam penyelesaian masalah yang ada.

3.4.6 Analisa hasil pengelompokkan data

Dapat dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif guna memperoleh kesimpulan sementara. Selanjutnya kesimpulan sementara ini akan diolah lebih lanjut dalam bagian pembahasan.

3.4.7 Kesimpulan

Diperoleh setelah dilakukan korelasi antara hasil pengolahan data yang telah dilakukan dengan permasalahan yang diteliti.

3.5 Alat dan Bahan

1. Alat Pelindung Diri (APD) berupa *safety helmet*, *safety shoes*, dan rompi *reflector*.
2. Buku Tulis.
3. Alat Tulis.
4. Kamera untuk dokumentasi.

3.6 Langkah Kerja

3.6.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini hal yang dilakukan adalah mempelajari buku-buku literatur, laporan-laporan hasil kerja praktik dan tugas akhir yang telah ada sebelumnya, serta buku petunjuk yang tersedia dan berkaitan dengan masalah yang ingin diteliti.

3.6.2 Tahap Pengumpulan Data

Data yang diperlukan dalam penelitian ini mencakup data hasil pengamatan lapangan di area *front blasting* PT. Kalimantan Prima Persada, *Site* Indexim Coalindo, serta data-data sekunder dari

perusahaan seperti target produksi, laporan kerusakan alat, dan sebagainya

3.6.3. Tahap Penyusunan Laporan

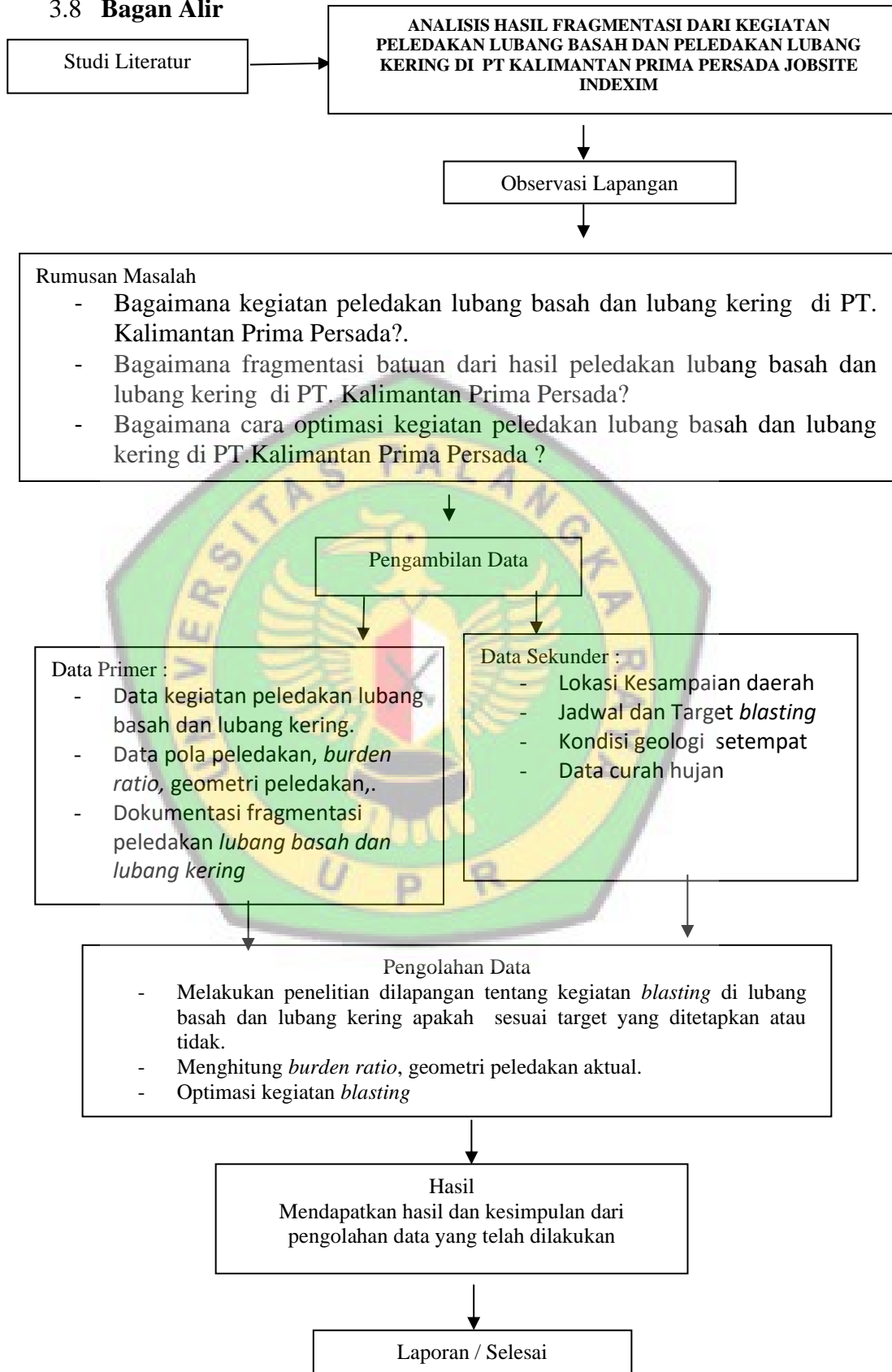
Data yang diperoleh kemudian diolah untuk selanjutnya dilakukan pembahasan sesuai dengan rumusan masalah pada laporan.

3.7 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu dari bulan Agustus 2019 sampai dengan September 2019 di PT. Kalimantan Prima Persada Site Indexim.

No	Keterangan	AGUSTUS				SEPTEMBER		
		Minggu				Minggu		
		1	2	3	4	1	2	3
1	Pengenalan Perusahaan							
2	Study Liteatur							
3	Pengambilan Data Dilapangan							
4	Pembuatan Laporan							
5	Prententasi							
6	Evaluasi Hasil Presentasi dan melengkapi data							

3.8 Bagan Alir



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

Kegiatan peledakan di PT. Kalimantan Prima Persada Jobsite Indexim merupakan kegiatan peledakan untuk memberai lapisan penutup yang berupa batupasir dan batulempung.

Salah satu faktor yang mempengaruhi keberhasilan peledakan adalah geometri peledakan. Geometri peledakan akan mempengaruhi ukuran fragmentasi dan keberhasilan peledakan. Fragmentasi adalah ukuran yang menunjukkan tiap bongkah batuan hasil peledakan. fragmentasi material hasil peledakan harus disesuaikan dengan ukuran *bucket* alat gali yang digunakan oleh perusahaan. Dalam pengamatan di lapangan tingkat fragmentasi batuan hasil peledakan ternyata belum menghasilkan fragmentasi yang baik/ideal dengan kata lain masih menghasilkan bongkahan < 15 % (batas teori menurut MC. Gregor K). Sehingga geometri peledakan perlu di kaji ulang agar fragmentasi ideal.

4.1.1 Tahapan Kegiatan Peledakan

Kegiatan peledakan di PT. Kalimantan Prima Persada dibagi menjadi 2 bagian Utama yaitu

a. Kegiatan Pemboran

Kegiatan pemboran dilakukan bertahap dan terorganisir dengan baik. Hal ini dilakukan karna kegiatan pemboran untuk peledakan

dilakukan hampir setiap hari. Dalam pelaksanaannya pemboran di bagi menjadi beberapa tahap yaitu:

1. Persiapan lokasi
2. Pemasangan tanda pengeboran
3. Penitikan (penentuan titik titik lubang bor)
4. Pemboran



Gambar 4.1 Kegiatan Pengeboran

b. Kegiatan Peledakan

Proses peledakan di PT. Kalimantan Prima Persada dilakukan seperti peledakan pada umumnya yaitu pada waktu istirahat yang berkisar antara pukul 12:00-13:00 WITA. Sedangkan proses pengisian bahan peledak kedalam lubang ledak dilakukan dari pagi hari

Kegiatan peledakan dibagi menjadi beberapa tahap yaitu

1. Pemasangan tanda area peledakan
2. Pengisian lubang ledak

a. Lubang Basah

Dalam kegiatan *steaming* bahan peledak ke dalam kolom isian lubang ledak harus dipompa terlebih dahulu untuk mengeluarkan air di dalam lubang ledak.



Gambar 4.2 Pompa Air (*water pump*)

Kemudian diberikan *plastic liner* sebagai tempat pengisian bahan peledak. Fungsi dari *plastic liner* adalah agar bahan peledak yang dimasukkan tidak rusak karna adanya air tanah



Gambar 4.3 Pemasangan *Plastic Liner*



Gambar 4.4 *Plastic Liner* Berisi ANFO

b. Lubang Kering

Pada kegiatan *charging* di lubang kering bahan peledak (ANFO) tanpa menggunakan plastik *liner*, bahan peledak diisi mulai dari batas *sub-drilling* sampai ke *stemming* lubang

Peledakan

Setelah proses *charging*, maka dilakukan proses perangkaian sumbu ledak. *Dynamit* yang berada di dalam ANFO tersambung ke detonator nonel C *electric* melalui *surface delay* TLD (*turn line delay*).



Gambar 4.5 . Perangkaian Sumbu Ledak



Gambar 4.6. Lokasi Sebelum Peledakan



Gambar 4.7 Lokasi Setelah Proses Peledakan

c. Evaluasi Kegiatan Peledakan

Setelah proses peledakan dilakukan, maka proses evaluasi kegiatan peledakan dilakukan. Hal pertama dilakukan adalah pengecekan apakah terjadi *miss-fire* atau tidak ,



Gambar 4.8 Lubang Ledak Setelah Proses *Blasting*

4.1.2 Fragmentasi Batuan Dari Hasil Peledakan

4.1.2.1 Geometri Peledakan

Geometri peledakan yang sesuai dengan SOP PT.

Kalimantan Prima Persada yaitu:

Tabel 4.1 Geometri Peledakan Aktual PT. Kalimantan Prima Persada

<i>Parameter Geometri</i>	<i>Geometri Peledakan</i>
Burden (m)	7 - 8
Spasi (m)	8
Subdrilling (m)	0,5
Kedalaman (m)	7.5
Steaming (m)	3,5 - 6
Loading Density (de)	27 Kg/m
Isian Bahan Peledak/ Lubang	67 kg – 81 kg
PF	0.13-0.17
Diameter (inch)	7,875

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan secara langsung didapatkan ada 2 geometri peledakan yang digunakan, yaitu:

Tabel 4.2 Tipe Geometri Peledakan PT. Kalimantan Prima Persada

<i>Parameter Geometri (m)</i>	<i>Tipe Geometri Peledakan</i>	
	<i>Tipe A</i>	<i>Tipe B</i>
Burden (<i>B</i>)	7	8,5
Spasi (<i>S</i>)	8	7
Stemming (<i>T</i>)	3,5	4,5
Subdrilling (<i>J</i>)	0,5	0,5
Tinggi Jenjang (<i>L</i>)	7	7
Kedalaman lubang ledak (<i>H</i>)	7,5	7,5
Primary Charge (<i>PC</i>)	3	2

Dari kedua geometri ini kemudian di analisa untuk mendapatkan distribusi fragmentasi batuan menggunakan Teori Kusnetcov-Cunningham. Dan dari hasil analisa tersebut maka didapatkan hasil persentase perkiraan fragmentasi batuan hasil peledakan seperti pada tabel.

Tabel 4.3 Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

<i>Tipe Ayakan (cm)</i>	<i>Tipe Geometri</i>			
	<i>A</i>		<i>B</i>	
	<i>Lolos (%)</i>	<i>Tidak Lolos (%)</i>	<i>Lolos (%)</i>	<i>Tidak Lolos (%)</i>
20	24,66	75,33	31,29	68,71
40	41,92	58,07	42,09	57,91
60	54,87	45,13	48,85	51,15
80	64,74	35,25	54,05	45,95
100	72,36	27,64	58,44	41,56
120	78,27	21,73	61,97	38,03
140	82,87	17,13	64,96	35,04
150	84,78	15,22	64,79	35,21

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan Teori Kusnetcov-

Cunningham, maka didapatkan distribusi fragmentasi batuan yang

termasuk bongkah (≥ 80 cm) adalah 15,22% untuk geometri peledakan tipe A; 35,21 % untuk geometri peledakan tipe B.

4.1.2.2 Geometri Peledakan Teoritis

Dengan jenis batuan penutup yaitu batulempung dan batupasir, maka dilakukan perhitungan geometri teoritis untuk menghasilkan geometri usulan (Lampiran E).

Tabel 4.4. Perhitungan Geometri Peledakan Teoritis OB Batulempung dan OB Batupasir

<i>Jenis Batuan</i>	<i>Geometri Peledakan</i>						
	<i>Burden (B)</i>	<i>Spasi (S)</i>	<i>Stemming (T)</i>	<i>Subdrilling (J)</i>	<i>Tinggi Jenjang (L)</i>	<i>Kedalaman Lubang Ledak (H)</i>	<i>Panjang Isian (PC)</i>
<i>Batu Lempung</i>	7 m	8,5 m	4 m	0,5 m	7 m	7,5	3 m
<i>Batu Pasir</i>	7 m	8,5 m	4 m	0,5 m	7 m	7,5	3 m

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa OB batulempung dan OB batupasir menghasilkan geometri peledakan yang hampir sama, sehingga geometri peledakan teoritis yang di hasilkan dlam perhitungan dengan rumusan C.J.Konya sebgai berikut:

Tabel 4.5 Geometri Peledakan Teoritis Menurut Teori C.J.Konya

<i>Parameter Geometri</i>	<i>Geometri Peledakan</i>
<i>Burden (B)</i>	4,5
<i>Spasi (S)</i>	5
<i>Subdrilling (J)</i>	1
<i>Kedalaman (H)</i>	8
<i>Stemming (T)</i>	4
<i>Loading Density (de)</i>	27 kg/m
<i>Diameter (De)</i>	7,875
<i>Tinggi Jenjang (L)</i>	8

Berdasarkan geometri diatas maka hasil analisa menggunakan teori Kusnetcov-Cunningham maka didapatkan distribusi fragmentasi:

Tabel 4.6 Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan

<i>Tipe Ayakan (cm)</i>	<i>Distribusi Fragmentasi</i>	
	<i>Lolos (%)</i>	<i>Tidak Lolos (%)</i>
20	45,15	54,85
40	75,55	24,45
60	90,17	9,83
80	96,33	3,67
100	98,71	1,29
120	99,57	0,43
140	99,87	0,13
150	99,93	0,07

Dari tabel diatas dapat dilihat tingkat fragmentasi yang dihasilkan dengan menggunakan geometri peledakan teoritis yaitu sebesar 0,07 %. Hal ini berarti geometri peledakan teoritis menghasilkan fragmentasi yang baik.

4.1.3 Geometri Peledakan Usulan

Geometri Peledakan usulan dari analisa berdasarkan rumusan C.J.Konya untuk mendapatkan fragmentasi yang ideal.

Tabel 4.7 Geometri Peledakan Usulan

<i>Parameter Geometri</i>	<i>Geometri Peledakan</i>
Burden (<i>B</i>)	5,5
Spasi (<i>S</i>)	6,5
Subdrilling (<i>J</i>)	0,5
Tinggi Jenjang (<i>L</i>)	7,5
Stemming (<i>T</i>)	3,5
Loading Density (<i>de</i>)	27 kg/m
Diameter (<i>De</i>)	7,875
Kedalaman Lubang (<i>H</i>)	8

Dari hasil analisa distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan maka didapatkan tingkat persentase *boulder* sebagai berikut :

Tabel. 4.8 Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan dengan Geometri Usulan

<i>Tipe Ayakan (cm)</i>	<i>Distribusi Fragmentasi</i>	
	<i>Lolos (%)</i>	<i>Tidak Lolos (%)</i>
20	32,70	67,30
40	44,04	55,96
60	28,50	71,50
80	18,30	81,70
100	11,69	88,30
120	7,43	92,56
140	4,70	95,30
150	3,74	96,25

Berdasarkan tabel 4.8 dapat dilihat bahwa persentase *boulder* (≥ 150 cm) yang dihasilkan untuk penggunaan geometri usulan adalah 3,74%. Maka dapat disimpulkan bahwa geometri usulan dapat menghasilkan fragmentasi yang baik untuk kegiatan berikutnya. Dan cocok untuk di terapkan dalam kegiatan peledakan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Kegiatan Peledakan Lubang Basah dan Lubang Kering

Adapun yang membedakan pengisian bahan peledak pada lubang ledak antara lubang basah dan lubang kering yaitu dengan dilakukannya penyedotan air dengan pompa untuk mentiadakan air yang tidak bagus terhadap bahan ledak dan menambahkan plastik dalam pengisian bahan peledak

4.2.2 Fragmentasi Batuan Geometri Aktual

Geometri peledakan aktual yang di gunakan selama proses penelitian di PT. Kalimantan Prima Persada ada 2 tipe geometri peledakan. Hal ini tentunya juga mempengaruhi fragmentasi hasil peledakan batuan hasil peledakan. Berikut adalah perhitungan fragmentasi peledakan dan disribusi fragmentasinya.

1. Geometri Peledakan Tipe A

Geometri :

- *Burden* (B) = 7 m
- *Spasi* (S) = 8,5 m
- *Tinggi jenjang* (L) = 5,5 m
- *Stemming* (T) = 3,5 m
- *Panjang isian* (PC) = 2 m
- *Kedalaman lubang ledak* (H) = 6 m
- *Subdrilling* (J) = 0,5 m

Diketahui:

- *Diameter lubang ledak* (De) = 7,875 inch = 200 mm
- *Faktor Batuan* (A) = 6,5
- *Kebutuhan bahan peledak tiap lubang ledak*

$$\begin{aligned} \text{Loading density (de)} &= 0,34 \times \text{Sge} \times \text{De}^2 \\ &= 0,34 \times 0,85 \times (7,875)^2 \\ &= 18 \text{ lb/ft} \approx 27 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Handak tiap lubang (Q)} &= PC \times de \\
 &= 2m \times 27 \text{ Kg/m} \\
 &= 54 \text{ Kg/lubang}
 \end{aligned}$$

- Volume Batuan yang diledakkan (V)

$$\begin{aligned}
 V &= B \times S \times H \\
 &= 7 \times 8,5 \times 6 \\
 &= 357 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

- Relative *Weight Strength* bahan peledak (E) ANFO = 100

Ukuran rata-rata fragmentasi Hasil Peledakan, dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan Kusnecov sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 X &= 6,5 \left(\frac{V}{Q}\right)^{0,8} Q^{0,17} \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \\
 &= 6,5 \left(\frac{357}{54}\right)^{0,8} 54^{0,17} \left(\frac{100}{115}\right)^{-0,63} \\
 &= 6,5 \times 4,5312 \times 1,97 \times 1,1 \\
 &= 63,83 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Untuk mengetahui besarnya bongkah pada hasil peledakan maka harus diketahui nilai indeks keseragaman (n) dan karakteristik ukuran (X_c), dengan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 n &= \left(2,2 - 14 \frac{B}{De}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{\left(\frac{S}{B} - 1\right)}{2}\right) \frac{PC}{L} \\
 &= \left(2,2 - 14 \frac{7}{200}\right) \left(1 - \frac{0}{7}\right) \left(1 + \frac{\left(\frac{8,5}{7} - 1\right)}{2}\right) \frac{2}{5,5}
 \end{aligned}$$

$$= 1,71 \times 1 \times 1,1 \times 0,363$$

$$= 0,684$$

Untuk perhitungan nilai karakteristik ukuran (X_c) menggunakan rumusan berikut:

$$\begin{aligned} X_c &= \frac{x}{(0,693)^{1/n}} \\ &= \frac{63,83}{(0,693)^{1/0,684}} \\ &= 109.111 \end{aligned}$$

Maka persentase *boulder* pada peledakan A adalah :

$$\begin{aligned} R_c &= e^{-(x/x_c)^n} \\ R_{20} &= e^{-(20/109.111)^{0,684}} \\ &= 73,1\% \geq 20 \text{ cm} \\ &= 26,9\% \leq 20 \text{ cm} \\ R_{40} &= e^{-(40/109.111)^{0,684}} \\ &= 50,339\% \geq 40 \text{ cm} \\ &= 49,661\% \leq 40 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{60} &= e^{-(60/109.111)^{0,684}} \\ &= 51,464\% \geq 60 \text{ cm} \\ &= 48,536\% \leq 60 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{80} &= e^{-(80/109.111)^{0,684}} \\ &= 44,541\% \geq 80 \text{ cm} \\ &= 45,459\% \leq 80 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{100} &= e^{-(100/109.111)^{0,684}} \\
 &= 38,98 \% \geq 100 \text{ cm} \\
 &= 61.02 \% \leq 100 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{120} &= e^{-(120/109.111)^{0,684}} \\
 &= 34,396 \% \geq 120 \text{ cm} \\
 &= 65,604 \% \leq 120 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{140} &= e^{-(140/109.111)^{0,684}} \\
 &= 30,546 \% \geq 140 \text{ cm} \\
 &= 69,454 \% \leq 140 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{150} &= e^{-(150/109.111)^{0,684}} \\
 &= 28.8456 \% \geq 150 \text{ cm} \\
 &= 71,1544 \% \leq 150 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

2. Geometri Peledakan Tipe B

Geometri :

- *Burden* (B) = 8,5 m
- Spasi (S) = 7,1 m
- Tinggi jenjang (L) = 5,5 m
- *Stemming* (T) = 3,5 m
- Panjang isian (PC) = 2 m
- Kedalaman lubang ledak (H)= 6 m
- *Subdrilling* (J) = 0,5 m

$$\text{Loading density (de)} = 0,34 \times S_{ge} \times De^2$$

$$= 0,34 \times 0,85 \times (7,875)^2$$

$$= 18 \text{ lb/ft} \approx 27 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Handak tiap lubang (Q)} = \text{PC} \times \text{de}$$

$$= 2\text{m} \times 27 \text{ Kg/m}$$

$$= 54 \text{ Kg/lubang}$$

- Volume Batuan yang diledakkan (V)

$$V = B \times S \times H$$

$$= 8,5 \times 7,1 \times 6$$

$$= 362 \text{ m}^3$$

- Relative *Weight Strength* bahan peledak (E)

$$\text{ANFO} = 100$$

Ukuran rata-rata fragmentasi Hasil Peledakan, dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan Kusnecov sebagai berikut:

$$X = 6,5 \left(\frac{V}{Q}\right)^{0,8} Q^{0,17} \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63}$$

$$= 6,5 \left(\frac{362}{54}\right)^{0,8} 54^{0,17} \left(\frac{100}{115}\right)^{-0,63}$$

$$= 6,5 \times 4,58 \times 1,97 \times 1,1$$

$$= 64,53 \text{ cm}$$

Untuk mengetahui besarnya bongkah pada hasil peledakan maka harus diketahui nilai indeks keseragaman (n) dan karakteristik ukuran (X_c), dengan persamaan sebagai berikut:

$$n = \left(2,2 - 14 \frac{B}{D_e}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{\left(\frac{S}{B} - 1\right)}{2}\right) \frac{PC}{L}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(2,2 - 14 \frac{8,5}{200}\right) \left(1 - \frac{0}{7}\right) \left(1 + \frac{\left(\frac{7,1}{8,5} - 1\right)}{2}\right) \frac{2}{5,5} \\
&= 1,6 \times 1 \times 0,92 \times 0,36 \\
&= 0,528
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai karakteristik ukuran (X_c) menggunakan rumusan berikut:

$$\begin{aligned}
X_c &= \frac{x}{(0,693)^{1/n}} \\
&= \frac{63,53}{(0,693)^{1/0,528}} \\
&= 127,23
\end{aligned}$$

Maka persentase *boulder* pada peledakan A adalah :

$$\begin{aligned}
R_c &= e^{-\left(x/x_c\right)^n} \\
R_{20} &= e^{-\left(20/127,23\right)^{0,528}} \\
&= 68,71 \% \geq 20 \text{ cm} \\
&= 31,29 \% \leq 20 \text{ cm} \\
R_{40} &= e^{-\left(40/127,23\right)^{0,528}}
\end{aligned}$$

$$= 57,91 \% \geq 40 \text{ cm}$$

$$= 42,09 \% \leq 40 \text{ cm}$$

$$R_{60} = e^{-\left(60/127,23\right)^{0,528}}$$

$$= 51,15 \% \geq 60 \text{ cm}$$

$$= 48,85 \% \leq 60 \text{ cm}$$

$$R_{80} = e^{-\left(80/127,23\right)^{0,528}}$$

$$\begin{aligned}
 &= 45,95 \% \geq 80 \text{ cm} \\
 &= 54,05 \% \leq 80 \text{ cm} \\
 R_{100} &= e^{-\left(\frac{100}{127,23}\right)^{0,528}} \\
 &= 41,56 \% \geq 100 \text{ cm} \\
 &= 58,44 \% \leq 100 \text{ cm} \\
 R_{120} &= e^{-\left(\frac{120}{127,23}\right)^{0,528}} \\
 &= 38,03 \% \geq 120 \text{ cm} \\
 &= 61,97 \% \leq 120 \text{ cm} \\
 R_{140} &= e^{-\left(\frac{140}{127,23}\right)^{0,528}} \\
 &= 35,04 \% \geq 140 \text{ cm} \\
 &= 64,96 \% \leq 140 \text{ cm} \\
 R_{150} &= e^{-\left(\frac{150}{127,23}\right)^{0,528}} \\
 &= 35,21 \% \geq 150 \text{ cm} \\
 &= 64,79 \% \leq 150 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Tabel. 4.9 Persentase Fragmentasi Peledakan dengan Geometri A dan Geometri B

Tipe Ayakan (cm)	Tipe Geometri			
	A		B	
	Lolos (%)	Tidak Lolos (%)	Lolos (%)	Tidak Lolos (%)
20	26,9	73,1	31,29	68,71
40	49,661	50,339	42,09	57,91
60	48,536	51,464	48,85	51,15
80	55,459	44,541	54,05	45,95
100	61,02	38,98	58,44	41,56
120	65,604	34,396	61,97	38,03
140	69,454	30,546	64,96	35,04
150	71,155	28,845	64,79	35,21

4.2.3 Geometri Peledakan Usulan

Sebagai pendekatan untuk mendapatkan geometri usulan yang sesuai untuk digunakan pada kegiatan peledakan di PT. Kalimantan Prima Persada digunakan rumusan perhitungan C.J. Konya. Dengan rumusan ini dapat mengkoreksi beberapa faktor yang tidak dapat dikendalikan seperti densitas batuan, struktur geologi batuan dan bidang perlapisan batuan, serta batasan yang tetap pada nilai konstanta pada geometri peledakan.

4.2.1.1 Burden

Kegiatan peledakan di PT. KALIMANTAN PRIMA PERSADA saat ini menggunakan *burden* sebesar 5,5 m untuk material *claystone* dan material *sandstone*. Panjang *burden* yang lebih besar dari *burden* yang seharusnya akan mengakibatkan *boulder* yang lebih banyak lagi. Hal ini disebabkan karena jarak antar lubang ledak dengan *free face* terlalu jauh sehingga gelombang kejut yang berasal dari lubang ledak tidak cukup untuk menghancurkan batuan dan hanya menyebabkan terjadinya rekahan - rekahan pada *free-face* yang mengakibatkan material pada bagian tersebut keras untuk digali.

4.2.1.2 Spasi

Kegiatan peledakan di PT. KALIMANTAN PRIMA PERSADA saat ini menggunakan teori ICI-Eksplosive

didapatkan besaran spasi rancangan geometri peledakan untuk material *sandstone* dan *claystone* sebesar 8 m – 8,5 m. Apabila spasi lebih panjang dari standar yang ditentukan mengakibatkan energi peledakan tidak terdistribusi secara optimal untuk memberaikan batuan.

4.2.1.3 *Steaming*

Dengan pertimbangan diameter lubang tembak dan jarak burden penerapan tinggi *stemming* sebesar 3,5 m – 4,5 m dapat menghasilkan *boulder* pada bagian permukaan.

Dari hal ini dilakukan pendekatan secara teoritis, maka didapatkan nilai *steaming* sebesar 3,5 m. Perbaikan ini dilakukan untuk mendapatkan fragmentasi yang lebih seragam. *Stemming* yang lebih panjang dari yang seharusnya akan mengakibatkan jumlah bahan peledak yang digunakan lebih sedikit. Hal tersebut mengakibatkan batuan tidak terbongkar secara sempurna dan akan menimbulkan *boulder*.

Sedangkan untuk *stemming* yang lebih pendek dari seharusnya dapat menyebabkan *flyrock* yang jauh pada saat peledakan

4.2.1.4 *Sub-drilling*

Dengan memperhatikan rantai jenjang yang terbentuk setelah peledakan, maka penerapan *sub-drilling* sebesar 0,5 meter dianggap sudah tepat. Penggunaan *sub-drilling* yang

kurang sesuai akan mengakibatkan rantai jenjang baru yang dihasilkan tidak rata dan banyak dijumpai tonjolan-tonjolan (*toe*) atau bahkan terbentuk kawah-kawah. Hal ini banyak menimbulkan masalah pada saat pemuatan (*loading*),

Fragmentasi Batuan

Tingkat fragmentasi hasil peledakan pada penelitian ini menunjukkan masih besarnya tingkat bongkah (*boulder*) yang dihasilkan yaitu rata-rata sebesar 25,21% (Lampiran D), sedangkan batas ekonomis batuan bongkah hasil peledakan adalah 10-15 % (Mc. Gregor K, 1967).



Gambar 4.10 Fragmentasi *Boulder* Hasil Peledakan Lubang Basah

Fragmentasi Batuan Geometri Peledakan Usulan

Geometri :

- *Burden* (B) = 5,5 m
- Spasi (S) = 6,5 m
- Tinggi Jenjang (L) = 7,5 m

- *Stemming* (T) = 3,5 m
- Panjang isian (PC) = 4 m
- Kedalaman lubang ledak (H) = 8 m
- *Subdrilling* (J) = 0,5 m

Diketahui :

- Diameter lubang ledak (De) = 7,875 inch \approx 200 mm

- Faktor Batuan (A) = 6,5

- Kebutuhan bahan peledak tiap lubang ledak

$$\begin{aligned} \text{Loading Density (de)} &= 0,34 \times S_{ge} \times D_e^2 \\ &= 0,34 \times 0,85 \times (7,875)^2 \\ &= 18 \text{ lb/ft} \approx 27 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Handak tiap lubang (Q)} &= PC \times de \\ &= 4 \text{ m} \times 27 \text{ Kg/m} \\ &= 108 \text{ Kg/lubang} \end{aligned}$$

- Volume Batuan yang diledakkan (V)

$$\begin{aligned} &= B \times S \times H \\ &= 5,5 \times 6,5 \times 8 \\ &= 286 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Relative Weight Strength bahan peledak (E) ANFO = 100

Ukuran rata-rata fragmentasi Hasil Peledakan, dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan Kusnetcov sebagai berikut:

$$\begin{aligned} X &= A \left(\frac{V}{Q} \right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115} \right)^{-0,63} \\ &= 6,5 \left(\frac{304}{121,5} \right)^{0,8} \times 121,5^{0,17} \times \left(\frac{100}{115} \right)^{-0,63} \\ &= 6,5 \times 2,08 \times 2,26 \times 1,09 \\ &= 33,98 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 n &= \left(2,2 - 14 \frac{B}{De}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{\left(\frac{S}{B} - 1\right)}{2}\right) \frac{PC}{L} \\
 &= \left(2,2 - 14 \frac{5,5}{200}\right) \left(1 - \frac{0}{5,5}\right) \left(1 + \frac{\left(\frac{6,5}{5,5} - 1\right)}{2}\right) \frac{4}{7,5} \\
 &= 1,81 \times 1 \times 1,09 \times 0,53 \\
 &= 1,05
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan nilai karakteristik ukuran (X_c) menggunakan rumusan berikut :

$$\begin{aligned}
 X_c &= \frac{x}{(0,693)^{1/n}} \\
 &= \frac{33,98}{(0,693)^{1/1,05}} \\
 &= 48,18
 \end{aligned}$$

Maka persentase bongkah pada geometri peledakan hasil perhitungan menggunakan rumusan C.J.Konya adalah :

$$\begin{aligned}
 R_c &= e^{-(x/X_c)^n} \\
 R_{20} &= e^{-\left(\frac{20}{48,18}\right)^{1,05}} \\
 &= 67,30 \% \geq 20 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$= 32,70 \% \leq 20 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned}
 R_{40} &= e^{-\left(\frac{40}{48,18}\right)^{1,05}} \\
 &= 44,04 \% \geq 40 \text{ cm} \\
 &= 55,96 \% \leq 40 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R_{60} &= e^{-\left(\frac{60}{48,18}\right)^{1,05}} \\
 &= 28,50 \% \geq 60 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$= 71,50 \% \leq 60 \text{ cm}$$

$$R_{80} = e^{-\left(\frac{80}{48,18}\right)^{1,05}}$$

$$= 18,30 \% \geq 80 \text{ cm}$$

$$= 81,70 \% \leq 80 \text{ cm}$$

$$R_{100} = e^{-\left(\frac{100}{48,18}\right)^{1,05}}$$

$$= 11,69 \% \geq 100 \text{ cm}$$

$$= 88,30 \% \leq 100 \text{ cm}$$

$$R_{120} = e^{-\left(\frac{120}{48,18}\right)^{1,05}}$$

$$= 7,43 \% \geq 120 \text{ cm}$$

$$= 92,56 \% \leq 120 \text{ cm}$$

$$R_{140} = e^{-\left(\frac{140}{48,18}\right)^{1,05}}$$

$$= 4,70 \% \geq 140 \text{ cm}$$

$$= 95,30 \% \leq 140 \text{ cm}$$

$$R_{150} = e^{-\left(\frac{150}{48,18}\right)^{1,05}}$$

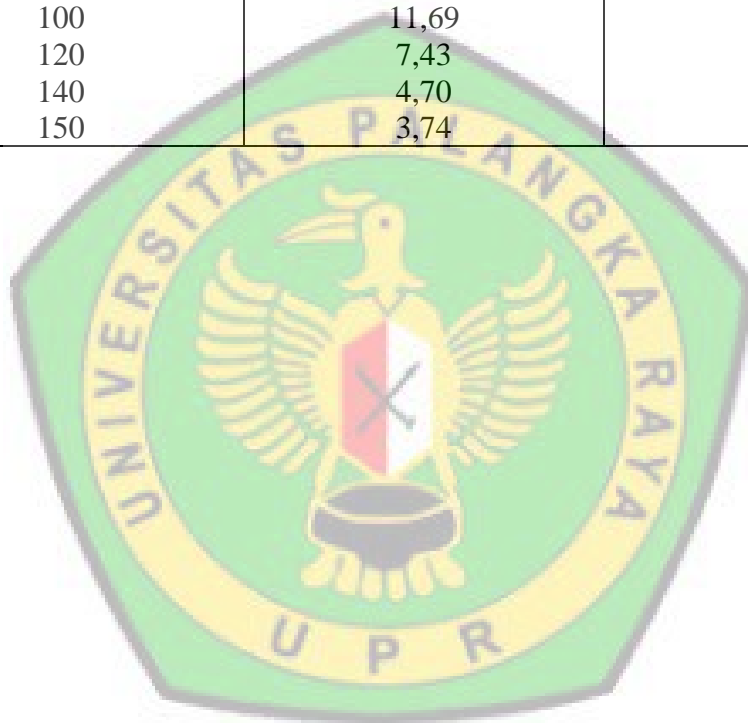
$$= 3,74 \% \geq 150 \text{ cm}$$

$$= 96,25 \% \leq 150 \text{ cm}$$



Tabel. 4.10 Persentase Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan dengan Geometri Usulan

Tipe Ayakan (cm)	Distribusi Fragmentasi	
	Lolos (%)	Tidak Lolos (%)
20	32,70	67,30
40	44,04	55,96
60	28,50	71,50
80	18,30	81,70
100	11,69	88,30
120	7,43	92,56
140	4,70	95,30
150	3,74	96,25



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan saya adalah:

1. Kegiatan peledakan pada lubang basah dan lubang kering hampir sama perbedaan yang terjadi pada saat *charging* bahan peledak. Pada lubang basah dilakukan penyedotan oleh alat *water-pump* untuk menghilangkan air yang berada di dalam lubang ledak dan pemakaian plastik liner untuk mencegah bahan peledak rusak karna air.
2. Terjadi fragmentasi yang buruk pada lubang basah dikarenakan bahan peledak yang digunakan adalah ANFO (tidak tahan air) rata rata fragmentasi *boulder* lebih dari 30 % bila menggunakan geometri perusahaan.
3. Pada kegiatan peledakan pada lubang basah, dilakukan penyedotan terhadap lubang ledak sebelum dilakukannya pengisian bahan peledak dan menggunakan *plastic liner* pada lubang basah dan menambahkan lebih banyak bahan peledak maka geometri usulan terjadi fragmentasi *boulder* < 15% (baik). Sedangkan dengan memakai target PF 0,15 (target perusahaan) maka menyebabkan fragmentasi *boulder* 33,35% (buruk), sedangkan dengan PF usulan 0,19 fragmentasi *boulder* 14,90% (baik). Kenaikan PF yan diusulkan karna rata-rata hampir 90% dari total lubang ledak yang di bor merupakan lubang basah. Pada

kegiatan peledakan lubang kering hasil fragmentasi dari peledakan cukup baik.

5.2 Saran

1. Titik bor yang memakai plastik yang berisi batu sebaiknya diganti dengan batang kayu kecil agar lebih akurat, plastik yang berisi batu mudah untuk tergeser baik oleh angin ataupun yang lainnya. Ketidaktepatan pembuatan titik bor akan menyebabkan terjadinya elevasi atau *burden* atau spasi lubang ledak yang mengakibatkan daya ledak tidak maksimal dan menghasilkan fragmentasi
2. Penggunaan tali ketika penentuan proses *charging* bahan peledak lebih baik harus diganti dengan meteran agar tingkat akurasi isian bahan peledak bisa maksimal sehingga kegiatan *blasting* berjalan semaksimal mungkin
3. Kegiatan *charging* bahan peledak harus sesuai dengan yang ditetapkan karena dalam kondisi real di lapangan sering kali tidak ada pengukuran *charging* bahan peledak yang telah masuk di kolom isian, yang mengakibatkan daya ledak pada lubang tersebut
4. Kegiatan pemadatan *stemming* dengan kayu harus lebih berhati-hati karena dalam proses di lapangan sering kali *plastik liner* bocor yang mengakibatkan air masuk ke dalam bahan peledak (pada lubang basah) ANFO merupakan bahan ledak yang tidak tahan air. Keberadaan air mengakibatkan daya ledak tidak maksimal dan akan menyebabkan fragmentasi batuan

5. Pembuatan *extrahole* pada lokasi yang *free-face* nya tidak beraturan yang bertujuan untuk meniadakan boulder pada *freeface*.
6. Melihat total lubang basah rata-rata 90% dari setiap proses peledakan penggunaan bahan peledak ANFO di nilai tidak tepat. Bahan peledak ANFO. Bahan peledak yang di sarankan adalah DANFO yaitu campuran/blends antara ANFO dan DABEX (emulsi) di mana bahan peledak ini baik digunakan di lubang berair. Bahan peledak yang tepat akan memaksimalkan kegiatan peledakan.

