

**ANALISIS GEOMETRI PELEDAKAN TERHADAP  
PRODUKSI PENGUPASAN *OVERBURDEN*  
DI PT. BUKIT ASAM, TBK TANJUNG ENIM  
KABUPATEN MUARA ENIM  
PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

**Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Memperoleh Gelar Sarjana Strata I  
Pada Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan**



**OLEH :**

**MONALISA ARITONANG**

**DBD 114 009**

**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKANTINGGI  
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN/PRODI TEKNIK PERTAMBANGAN  
PALANGKA RAYA  
2019**

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIATISME

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

NAMA : MONALISA ARITONANG

NIM : DBD 114 009

JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Palangka Raya, Agustus 2019

Penulis,



MONALISA ARITONANG  
NIM : DBD 114 009

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Analisis Geometri Peledakan Terhadap Produksi  
Pengupasan *Overburden* Di PT. Bukit Asam, Tbk  
Tanjung Enim Kabupaten Muara Enim  
Provinsi Sumatera Selatan

Oleh :

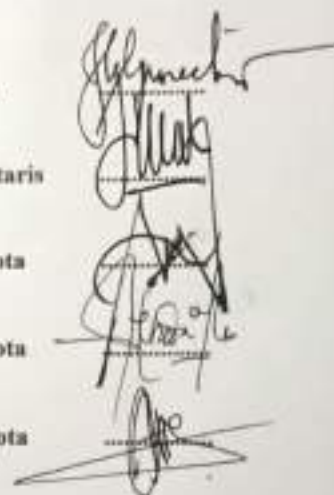
MONALISA ARITONANG

DBD 114 009

Telah dipertahankan di depan Tim Dosen Penguji pada tanggal 06 Agustus 2019  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Susunan Tim Penguji,

- |  |            |
|--|------------|
| 1. <u>Ir. YULIAN TARUNA, M.Si</u><br>NIP. 19580705 198903 1 019        | Ketua      |
| 2. <u>FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T</u><br>NIP. 19791215 200812 1 001    | Sekretaris |
| 3. <u>HEPRYANDI L. DJUSUP, S.T., M.T</u><br>NIP. 19810211 200604 1 001 | Anggota    |
| 4. <u>YUSTINUS H.W. S.Si, M.T., M.Sc</u><br>NIP. 19700813 200003 1 007 | Anggota    |
| 5. <u>NENY SUKMAWATIE, S.Hut., M.P</u><br>NIP. 19760614 200801 2 020   | Anggota    |



Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik



Ir. WALUYO NURWANTORO, M.T  
NIP. 19631119 199302 1 001

Menyetujui Ketua Jurusan Teknik  
Pertambangan,



FAHRUL INDRAJAYA, S.T., M.T  
NIP. 19791215 200812 1 001

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

### **WAKTU TUHAN MELEBIHI APA YANG AKU PIKIRKAN**

Skripsi ini saya persembahkan untuk lelaki terpenting dan wanita tersayang dalam hidup saya, yaitu orangtua, juga untuk keluarga dan teman yang selalu ada dan menjadi inspirasi.

***THANKYOU***



**What you do, is good  
What God does to you, is better than anything  
Just trust Him**

-Monalisa Aritonang-

## SARI

Peledakan sebagai cara untuk mengupas lapisan tanah penutup di PT. Bukit Asam, Tbk bertujuan untuk membongkar batuan sehingga menghasilkan fragmentasi/ukuran batuan yang mempermudah pengangkutan *overburden*, dimana hasil dari sebuah peledakan akan sangat berpengaruh terhadap produktivitas itu sendiri. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari geometri peledakan terhadap produksi OB yang telah dicapai. Dan metode yang digunakan adalah kuantitatif dan objektif serta menggunakan aplikasi *Split Desktop 2.0* dan perhitungan *Kuz-Ram*, juga *digging time*. Dari penelitian yang telah dilakukan didapat hasil dari 2 lokasi penelitian aktual rata-rata geometri pada Pit 2 Banko Barat yaitu menggunakan diameter lubang 200 mm, *Burden* 6,19 m, *Spasing* 7,06, Kedalaman Lubang 6,74 m, *Stemming* 4,23 m, Isian bahan Peledak 2,5 m, dengan *Loading density* 19,48 kg/lubang dan geometri di Pit 3 Banko Barat juga memakai diameter lubang 200 mm, *Burden* 7,96 m, *Spasing* 9,01 m, Kedalaman Lubang Ledak 7,25 m, *Stemming* 3,75 m, Isian Bahan Peledak 3,51 dengan *Loading density* 26,52 kg/m. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi *Overburden* adalah penggunaan *Burden*, *Spasing*, *Powder Charge*, *Stemming*, juga nilai PF yang digunakan.

**Kata Kunci :** *Geometri, produksi overburden, fragmentasi.*

## ***ABSTRACT***

Blasting as a way to stripping the overburden at PT. Bukit Asam, Tbk, aims to dismantle rocks to produce fragmentation / rock size that facilitates the transport of overburden, where the results of a blasting will greatly affect productivity itself. The purpose of this study is to determine the effect of geometry blasting on OB production that has been achieved. And the method used is quantitative and objective and uses Split Dekstop 2.0 application and Kuz-Ram calculation, also digging time. From the research that has been done, the results of 2 actual study locations of geometry on the West Banko Pit 2 are using a hole diameter of 200 mm, Burden 6.19 m, Spasing 7.06, Depth Hole 6.74 m, Stemming 4.23 m, Fillings of Explosives 2.5 m, with Loading density 19.48 kg / hole and geometry at Pit 3 Banko Barat also use a 200 mm hole diameter, Burden 7.96 m, 9.01 m Spasing, 7 Hole Explosion Depth, 25 m, 3.75 m Stemming, 3.51 Explosive Field with Loading density 26.52 kg / m. The factors that influence Overburden production are the use of Burden, Spasing, Powder Charge, Stemming, as well as the PF value used.

**Keywords :** *Geometry, overburden production, fragmentation*

## **KATA PENGANTAR**

Segala Puji dan Syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat dan KasihNya, Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan baik. Penulisan Laporan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian di lapangan yang dilakukan di PT. Bukit Asam, Tbk pada tanggal 01 Oktober 2018 hingga 30 November 2018 dengan judul **”Analisis Geometri Peledakan Terhadap Produksi Pengupasan *Overburden* Di PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Provinsi Sumatera Selatan”**.

Kegiatan ini merupakan kebutuhan dan kewajiban mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya untuk melaksanakan, Menyelesaikan Studi Perkuliahan dan meraih gelar Sarjana. Selain itu, Skripsi ini diharapkan mampu memperkenalkan lingkungan kerja dan mempersiapkan mahasiswa agar berkualifikasi siap terjun ke dunia kerja.

Dalam penyelesaian laporan ini, Penulis banyak mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, S.T.,M.T Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya .
3. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si Dosen Pembimbing I dan Bapak Fahrul Indrajaya, S.T.,M.T Dosen Pembimbing II.

4. Bapak Hepryandi L.Dj.Usup, S.T.,M.T Dosen Penguji I, Bapak Yustinus Hendra Wiryanto, S.Si.,M.T.,M.Sc Dosen Penguji II dan Ibu Neny Sukmawatie, S.Hut.,M.P Dosen Penguji III.

Seperti kata pepatah bahwa tidak ada gading yang tak retak, penulis menyadari sepenuhnya di dalam laporan ini masih banyak terdapat kekurangan baik dalam penulisan ataupun keterbatasan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis memohon maaf sekaligus mengharapkan masukan berupa saran dan kritik yang membangun dari pembaca, sehingga Skripsi ini nantinya dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palangka Raya, Agustus 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN PLAGIATISME .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>SARI .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II DAFTAR PUSTAKA</b>	
2.1 Peneliti Terdahulu .....	5
2.2 Kegiatan Penambangan .....	8
2.3 Peledakan .....	10
2.3.1 Definisi Peledakan .....	10
2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Peledakan.....	11
2.4 Mekanisme Pecahnya Batuan .....	37
2.5 Target Produksi Peledakan.....	38
2.5.1 Fragmentasi .....	40
2.5.2 Penggalan Material .....	50
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian .....	53
3.1.1 Sejarah Perusahaan.....	53
3.1.2 Cadangan dan Klasifikasi Batubara .....	57
3.1.3 Lokasi Wilayah Izin Usaha Pertambangan .....	59
3.2 Keadaan Geologi.....	60
3.2.1 Geologi Regional .....	60
3.2.2 Geologi Daerah Penelitian .....	63
3.3 Alat dan Bahan.....	66
3.3.1 Alat dan Bahan Pengambilan Data Lapangan.....	66

3.3.2 Alat dan Bahan Pengolahan Data.....	67
3.4 Tata Laksana Penelitian .....	67
3.4.1 Langkah Kerja.....	67
3.4.2 Metode Penelitian.....	69
3.5 Bagan Alir .....	72
3.6 Waktu Penelitian .....	73

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Hasil .....	74
4.1.1 Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk.....	74
4.1.2 Faktor yang mempengaruhi Produksi Overburden dari Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk.....	79
4.1.3 Upaya mengatasi Geometri yang berpengaruh terhadap Produksi Overburden di PT. Bukit Asam, Tbk.....	82
4.2 Pembahasan.....	86
4.2.1 Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk.....	86
4.2.2 Analisa Faktor yang mempengaruhi Produksi Overburden dari Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk.....	90
4.2.3 Upaya mengatasi Geometri yang berpengaruh terhadap Produksi Overburden di PT. Bukit Asam, Tbk.....	96

#### **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	99
5.2 Saran.....	101

#### **DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi <i>Brittles Index</i> .....	15
Tabel 2.2	Klasifikasi Kuat Tekan Batuan (Bieniawski, 1973).....	15
Tabel 2.3	Faktor Koreksi Terhadap Jumlah Baris Dalam Lubang Ledak.....	29
Tabel 2.4	Faktor Koreksi Terhadap Posisi Lapisan Batuan.....	29
Tabel 2.5	Faktor Koreksi Terhadap Strukur Geologi .....	29
Tabel 2.6	Persamaan Untuk Menentukan Jarak <i>Spasing</i> .....	30
Tabel 2.7	Hubungan Nilai <i>Powder Factor</i> Dengan Tipe Batuan.....	33
Tabel 2.8	Interval Waktu Antar Baris .....	34
Tabel 2.9	Parameter Penentuan <i>Blastability Index</i> .....	48
Tabel 4.1	Target Produksi PIT 2 dan PIT 3 di bulan Oktober .....	74
Tabel 4.2	Geometri Peledakan Aktual di PIT 2 Banko Barat .....	75
Tabel 4.3	Geometri Peledakan Aktual di PIT 3 Banko Barat .....	75
Tabel 4.4	Data aktual <i>Powder Factor</i> PIT 2 Banko.....	76
Tabel 4.5	Data aktual <i>Powder Factor</i> PIT 3 Banko.....	77
Tabel 4.6	Distribusi Fragmentasi dengan Metode <i>Kuz-Ram</i> pada PIT 2 Banko Barat .....	80
Tabel 4.7	Distribusi Fragmentasi dengan Metode <i>Kuz-Ram</i> pada PIT 3 Banko Barat .....	80
Tabel 4.8	Distribusi Fragmentasi berdasarkan SD pada PIT 2 Banko Barat ..	81
Tabel 4.9	Distribusi Fragmentasi berdasarkan SD pada PIT 3 Banko Barat ..	81
Tabel 4.10	Hubungan <i>Digging Time</i> dengan <i>Powder Factor</i> di PIT 2 Banko ..	82
Tabel 4.11	Hubungan <i>Digging Time</i> dengan <i>Powder Factor</i> di PIT 3 Banko ..	82
Tabel 4.12	Geometri Aktual dengan Teori R.L.Ash dan C.J.Konya .....	83
Tabel 4.13	Distribusi Fragmentasi menggunakan Geometri Aktual, R.L.Ash Dan C.J.Konya.....	84
Tabel 4.14	Geometri Usulan menurut <i>Rules Of Thumb</i> .....	85
Tabel 4.15	Hasil Distribusi Fragmentasi menurut <i>Rules Of Thumb</i> .....	85

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lubang Vertikal Dan Lubang Miring .....	17
Gambar 2.2 Pola Pengeboran .....	20
Gambar 2.3 <i>Burden</i> dan <i>Spasing</i> .....	24
Gambar 2.4 Pola Peledakan <i>Box Cut</i> .....	35
Gambar 2.5 Pola Peledakan <i>Corner Cut</i> .....	36
Gambar 2.6 Pola Peledakan <i>V Cut</i> .....	36
Gambar 2.7 <i>Bucket Fill Factor Range</i> .....	52
Gambar 4.1 Area Peledakan PIT 2 di Tanggal 15 Oktober 2018 .....	77
Gambar 4.2 Hasil Peledakan di PIT 2 Banko Barat di tanggal 15 Oktober 2018 .....	78
Gambar 4.3 Area Peledakan PIT 3 di Tanggal 22 Oktober 2018 .....	78
Gambar 4.4 Hasil Peledakan di PIT 3 Banko Barat di tanggal 22 Oktober 2018 .....	78

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A Peta Kesampaian Daerah
- Lampiran B Peta Regional
- Lampiran C Peta Situasi Daerah Penelitian
- Lampiran D Spesifikasi *Shovel* PC 3000
- Lampiran E Spesifikasi Alat Angkut *Belaz-73135*
- Lampiran F Spesifikasi Alat Bor *Drilltech D245S Sandvik*
- Lampiran G Geometri Peledakan Pit 2 dan Pit 3 Banko Barat PT. Bukit Asam,Tbk
- Lampiran H Perhitungan Hasil Distribusi Fragmentasi menggunakan Teori Kuz-Ram
- Lampiran I Distribusi Fragmentasi dengan *Software Split Dekstop 2.0*
- Lampiran J Perhitungan Geometri Menurut Teori R.L.Ash dan C.J.Konya
- Lampiran K *Powder Factor*
- Lampiran L *Digging Time* dengan *Bucket Fill Factor*
- Lampiran M *Cycle Time Super Shovel* PC 3000

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Pertambangan adalah seluruh aktivitas yang mencakup mengenai kegiatan penyelidikan, penambangan, pengolahan bahan galian yang bersifat ekonomi sehingga pemasaran dan reklamasi. Dalam aktivitas pertambangan terdapat kegiatan penambangan (eksploitasi tambang) yang meliputi aktivitas penggalian, pemuatan, dan pengangkutan bahan galian.

Aktivitas penggalian dalam proses penambangan adalah mengupas lapisan tanah penutup dengan cara menggali. Dalam proses awal pengupasan lapisan tanah penutup ini sendiri bisa dilakukan dengan cara menggali langsung atau terlebih dahulu dipisahkan antara batuan-batuan padat dengan batuan induknya yang bersifat kompak atau *massive* dengan cara diledakkan lalu dilanjutkan dengan aktivitas pemuatan dan pengangkutan.

Pengupasan lapisan tanah penutup pada PT. Bukit Asam, Tbk dengan cara peledakan bertujuan untuk membongkar batuan yang merupakan lapisan penutup sehingga menghasilkan fragmentasi batuan untuk mempermudah pengangkutan *overburden*, karena hasil dari peledakan akan sangat mempengaruhi produktivitas *overburden* itu sendiri. Dimana kegiatan peledakan pada PT. Bukit Asam, Tbk meliputi kegiatan Pengeboran dan peledakan yang dilakukan untuk mencapai target produksi *overburden* yang telah direncanakan. Geometri Pengeboran dan peledakan harus dirancangkan dengan baik sesuai kondisi di lapangan sehingga menghasilkan fragmentasi

*overburden* yang baik agar produktivitas pada alat muat dan angkut yang digunakan berjalan dengan baik dan menghasilkan produksi *overburden* sesuai target yang telah ditentukan dan tidak mengganggu atau merusak batubara yang ada di bawah lapisan *overburden* itu sendiri.

Ketika tidak tercapainya target dari produksi *overburden*, salah satu penyebabnya adalah adanya material yang tidak terjali secara menyeluruh akibat bongkahan atau adanya ukuran *boulder* yang tidak bisa dimuat langsung oleh alat muat. Hal tersebut tentu merugikan perusahaan baik di waktu pengerjaan dan juga biaya operasionalnya. Oleh karena itu, salah satu yang diperlukan adalah melakukan penelitian terhadap geometri peledakan untuk tercapainya target produksi *overburden* yang telah direncanakan.

Hal tersebut yang melatar belakangi dilaksanakannya penelitian Skripsi dengan judul "Analisis Geometri Peledakan Terhadap Produksi Pengupasan Tanah Penutup (*Overburden*) di PT. Bukit Asam, Tbk".

## **1.2.Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian di PT. Bukit Asam, Tbk adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pola pengeboran dan geometri peledakan dengan target produksi *overburden* di PT. Bukit Asam, Tbk ?
2. Apa saja faktor yang mempengaruhi produksi *overburden* dari geometri peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk ?

3. Bagaimana upaya mengatasi faktor-faktor yang mempengaruhi produksi *overburden* pada kegiatan peledakan PT. Bukit Asam, Tbk ?

### 1.3. Maksud dan Tujuan

#### 1.3.1 Maksud

Adapun maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh geometri peledakan terhadap produksi *overburden* dan ketercapaian dari target produksi *overburden* dengan melakukan peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk .

#### 1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pola pengeboran dan geometri yang digunakan di lapangan dengan target produksi *overburden* peledakan yang ada di PT. Bukit Asam, Tbk .
2. Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi produksi *overburden* dengan cara peledakan pada PT. Bukit Asam, Tbk .
3. Mengetahui upaya-upaya yang dilakukan untuk mengatasi faktor-faktor yang mempengaruhi produksi *overburden* dengan cara peledakan.

### 1.4 Batasan masalah

Pada penelitian ini, masalah yang disajikan hanya membahas tentang masalah sebagai berikut ini:

1. Penelitian dilakukan di PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Provinsi Sumatera Selatan.

2. Penelitian Skripsi dilakukan mulai bulan Oktober sampai dengan akhir bulan November 2018.
3. Dilakukan pada kegiatan pembongkaran lapisan tanah penutup (*overburden*) dengan teknik peledakan yang diterapkan di PT. Bukit Asam, Tbk .
4. Penafsiran faktor – faktor yang mempengaruhi pengupasan tanah penutup dilakukan hanya berdasarkan teknis pelaksanaan kegiatan peledakan.
5. Tidak membahas biaya produksi peledakan.



## BAB II

### KAJIAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

**James Wilson Siahaan (2013)**, menurut James Wilson Siahaan salah satu yang harus dikontrol dan diperhatikan dalam suatu peledakan adalah *powder factor*. *Powder Factor* (PF) merupakan perbandingan jumlah bahan peledak dengan volume material yang diledakkan. Berdasarkan dari data aktual pada Pit Inul dan Pit Keong untuk minggu ke 27 tahun 2011 sampai minggu ke 8 tahun 2012. PF peledakan berada pada *range* 0,14 kg/BCM samapi 0,33 kg/BCM. Sedangkan untuk *digging rate* rata-rata Hitachi EX3500 dan Hitachi EX3600 pada Pit Inul dan Pit Keong sebesar 2500 BCM/jam dan 2200 BCM/jam untuk mencapai produktivitas 1260 BCM/jam dan 1150 BCM/jam. Dari *range* PF tersebut masih dapat lebih di optimalkan untuk mencapai *digging rate* 2500 BCM/jam dan 2200 BCM/jam. Setelah dilakukan analisis dan pengamatan langsung dilapangan, ternyata untuk mencapai *digging rate* 2500 BCM/jam dan 2200 BCM/jam PF peledakan optimum berada di *range* 0,26 kg/BCM sampai 0,28 kg/BCM. Jadi PF peledakan yang optimum di Pit Inul dan Keong untuk kondisi dan keadaan saat ini yaitu pada *range* 0,26 sampai 0,28 kg/BCM. Oleh karena itu PF yang optimum akan menghasilkan peledakan yang efektif dan efisien serta meningkatkan *digging rate* dan produktivitas alat gali muat.

**Moamar Aprilian Ghadafi**, menurut beliau percobaan geometri alternatif dilakukan untuk mengatasi masalah *boulder* yang dihasilkan.

Rancangan geometri alternatif ditentukan dengan melakukan penelitian terhadap karakteristik massa batuan berdasarkan *Lilly's blastability index* berupa *rock mass description*, *joint plane spacing*, *joint plane orientation*, *specific gravity influence*, dan *hardness*. Berdasarkan hasil pembobotan massa batuan yang akan diledakkan maka didapatkan nilai *blastability index* di lokasi penelitian sebesar 33,13 sehingga geometri peledakan yang baik untuk diterapkan untuk lubang bor 6,75 inci adalah *burden* sebesar 5,5 m, spasi 8,0 m, kedalaman lubang ledak 8,2 meter, *subdrilling* 0,3 m, tinggi jenjang 7,9 m, *stemming* 4,4 m, dan panjang kolom isian 3,8 m serta *powder factor* 0,20 kg/m<sup>3</sup> sedangkan untuk lubang bor 7,875 inci adalah *burden* sebesar 6,5 m, spasi 9,0 m, kedalaman lubang ledak 8,3 m, *subdrilling* 0,3 m, tinggi jenjang 8,0 meter, *stemming* 4,6 m, dan panjang kolom isian 3,7m serta *powder factor* 0,20 kg/m<sup>3</sup> , dimana dari kedua geometri usulan tersebut menghasilkan persentase *boulder* yang lebih kecil dibandingkan dengan geometri yang telah diterapkan .

**Farida Kesumawati (2011)**, melakukan penelitian yang menyatakan bahwa perlunya upaya peningkatan produktivitas dengan cara meningkatkan efisiensi optimum mesin bor dengan pengurangan waktu menunggu mesin bor menjadi 67 %, manajemen waktu Dozer dengan mengalihkan kerja dozer dari *loading point* ke preparasi lokasi Pengeboran, dan waktu maksimal mesin bor menunggu selama 5-6 jam dengan asumsi pencapaian target per hari adalah 50.000 BCM. Faktor yang berpengaruh terhadap pencapaian target produktivitas Pengeboran setara pembongkaran OB adalah tingginya

nilai *delay time* yang disebabkan oleh banyaknya waktu mesin bor menunggu karena *dozer* yang digunakan untuk preparasi lokasi bor juga digunakan di *loading point*.

**Amrun Liemin, Anshariah, Hasbi Bakri (2018)**, kegiatan pembongkaran *overburden* dilakukan pada *front* kerja *excavator* hitachi ex.3600 tepatnya pada Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur. Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor-faktor penyebab tidak tercapainya produksi dan dapat mengetahui solusi atau langkah penyelesaian dari faktor-faktor atau masalah tidak tercapainya produktivitas. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati langsung area kerja pada *excavator* hitachi ex3600.02 *shovel* dengan cara mencatat segala jenis masalah dan waktu terjadinya masalah yang di alami yaitu berupa masalah-masalah yang dapat mempengaruhi target produksi. Kemudian, data yang diperoleh ini, di sesuaikan dengan data produksi yang diperoleh pada *spatch*. Berdasarkan dari hasil evaluasi yang dilakukan pada bulan Agustus dan September 2016, produksi *overburden* selalu mengalami *Loss* yang cukup besar, yaitu pada bulan Agustus pada *shift* 1 sebesar 14.485,41 ton, pada *shift* 2 sebesar 20.764,08 ton, dan pada *shift* 3, *Loss* sebesar 29.841,7 ton. Pada bulan September *shift* 1 diperoleh *Loss* sebesar 28.786,43 ton, *shift* 2 sebesar 31.082 ton, dan pada *shift* 3 diperoleh *Loss* sebesar 37.663,99 ton. Faktor penyebab tidak tercapainya produksi pada bulan Agustus, dapat diketahui 11 masalah yaitu kondisi *front*, operator makan dan istirahat, pergantian *shift*, *visibility*, *fatigue*, *skill operator*, fragmentasi, material keras

*non-blasting, equipment problem, refuel*, dan pindah pit dan juga *foreman* lebih memperhatikan kondisi *front* yang merupakan area terdepan dalam hal pengangkutan *overburden*, sehingga alat dapat bekerja dengan maksimal.

## 2.2. Kegiatan Penambangan

Sistem penambangan terbuka (*surface mining*) yang diterapkan pada tambang Batubara pada dasarnya memiliki tahapan kegiatan penambangan yang disesuaikan dengan perencanaan yang dibuat *Mine Planning*. Adapun rangkaian kegiatan penambangan meliputi pembersihan lahan sekaligus pengupasan tanah penutup, pembongkaran dan pemindahan lapisan tanah penutup (*overburden*), penambangan dan pengangkutan batubara.

Metode penambangan yang ada pada tambang terbuka (*surface mining*) berkegiatan dekat dengan permukaan bumi, dan tempat kerjanya berhubungan dengan udara luar.

### - *Open Pit/ Open Cast/ Open Mine/ Open Cut*

Metode ini biasanya diterapkan untuk menambang endapan-endapan bijih (*ore*) . Perbedaan antara metode *Open Pit* dengan *Open Cast*, *Open Mine*, dan *Open Cut* dicirikan oleh arah penggalian/ penambangannya.

### - *Quarry*

Penerapan untuk endapan mineral industri (golongan C). Contoh : Tambang Batu Pualam di Tulung Agung Jawa Timur batumannya Marmer, Tambang Aspal di Pulau Buton batumannya batugamping beraspal, Tambang Granit di Pulau Karimun batumannya granit, dll.

- *Strip Mine*

Metode penambangan dengan menggali endapan-endapan sedimenter yang letaknya kurang lebih mendatar, seperti batubara pada PT. Bukit Asam Tbk Sumatera Selatan dan lainnya.

- *Alluvial Mine*

Menerapkan metode penambangan untuk endapan alluvial. Contoh : Tambang Bijih Timah di Bangka Belitung

Pada prinsipnya pengupasan lapisan tanah penutup dibagi dalam 3 metode, yaitu :

1. *Direct Digging*

Batuan penutup yang lunak digali langsung dengan alat gali mekanis *back hoe*.

2. *Ripping dan Dozing*

Untuk batuan penutup yang agak keras dilakukan penggaruan (*ripping*) terlebih dahulu, kemudian dilakukan penggusuran dengan menggunakan *bulldozer* komatsu yang telah dilengkapi dengan *ripper*.

3. *Drilling and Blasting*

Kegiatan Pengeboran dan peledakan selain digunakan untuk batuan penutup yang keras juga dilakukan untuk meningkatkan produksi. Pelaksanaan operasional Pengeboran dan peledakan dilakukan berdasarkan rencana target produksi yang ditetapkan. Adapun urutan kegiatan Pengeboran dan peledakan adalah :

- a. Menyiapkan lokasi Pengeboran dan peledakan.

- b. Membuat desain Pengeboran dan peledakan.
- c. Melakukan Pengeboran berdasarkan desain.
- d. Pengangkutan bahan peledak.

## 2.3. Peledakan

### 2.3.1 Definisi Peledakan

Peledakan merupakan salah satu aktivitas pemisahan, yaitu pekerjaan yang dilakukan untuk membebaskan batuan dari batuan induknya yang *massive*, tujuan dari kegiatan peledakan adalah memecahkan atau membongkar bahan batuan padat menjadi material yang berukuran tertentu yang cocok untuk proses produksiselanjutnya. Selain itu dapat pula bertujuan untuk membuat rekahan yang umum diperuntukkan dalam kegiatan penambangan lain seperti penambangan marmer.

Dan menurut Koesnaryo,2001 Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila:

- Target produksi terpenuhi (dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan).
- Penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak (disebut *powder factor*).
- Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15 % dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan).

- Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan).
- Aman
- Dampak terhadap lingkungan (*flyrock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu) minimal.

Untuk memenuhi kriteria-kriteria di atas, diperlukan kontrol dan pengawasan terhadap faktor yang dapat mempengaruhi suatu operasi peledakan.

### 2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Peledakan

Dalam kegiatan peledakan, ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil peledakan, faktor-faktor tersebut adalah:

- Faktor rancangan yang tidak dapat dikontrol
- Faktor rancangan yang dapat dikontrol

#### A. Faktor-faktor yang tidak dapat dikontrol

Faktor-faktor dalam rancangan peledakan yang tidak dapat dikontrol meliputi geologi, sifat dan kekuatan batuan, struktur diskontinuitas, kondisi iklim, dan pengaruh air.

#### 1. Geologi

Batuan yang menyusun kerak bumi dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan metamorf. Proses terbentuknya suatu jenis batuan berbeda dengan jenis batuan lain. Tiap-tiap tipe batuan tersusun dari mineral-mineral dalam berbagai

komposisi, ukuran, tekstur, dan struktur yang berlainan. Batuan yang tersingkap di permukaan bumi akan mengalami proses pelapukan dan proses kecepatan pelapukan untuk tiap-tiap jenis batuan juga berbeda. Hal ini sangat berpengaruh pada sifat fisik dan mekanik dari batuan. Batuan yang masih segar umumnya memiliki kekuatan yang lebih besar, dan akan berkurang sejalan dengan proses pelapukan yang dialami.

## **2. Struktur Diskontinuitas**

Diskontinuitas ini dapat berbentuk kekar, , sesar, bidang perlapisan, dan sebagainya. Struktur perlapisan merupakan cirri utama dari batuan sedimen. Ketebalan lapisan ini berkisar dari beberapa sentimeter hingga puluhan meter, tergantung pada kondisi pengendapannya.

Pada batuan berlapis seperti pada batuan sedimen sering dijumpai struktur kekar, yang kemudian diperhitungkan dalam operasi peledakan. Adanya struktur kekar pada massa batu akan mempengaruhi penyebaran energi ledakan, penentuan arah peledakan dan fragmentasi batuan yang dihasilkan berkaitan dengan struktur kekar. Penentuan arah peledakan menurut R.L. Ash adalah:

- Pada batuan sedimen bidang kekar berpotongan satu dengan yang lain, sudut horizontal yang dibentuk oleh

bidang kekar vertikal biasanya membentuk sudut tumpul (mendekati  $105^\circ$ ) dan pada bagian lain akan membentuk sudut lancip (mendekati  $75^\circ$ ).

- Fragmentasi yang dihasilkan umumnya mengikuti bentuk perpotongan bidang kekar. Apabila peledakan diarahkan pada sudut runcing akan menghasilkan pecahan melebihi batas (*overbreak*) dan retakan-retakan pada jenjang. Peledakan selanjutnya menghasilkan bongkah, getaran tanah, suara peledakan (*air blast*) dan batu terbang (*fly rock*). Untuk menghindari hal tersebut peledakan diarahkan keluar dari sudut tumpul.
- Jika dijumpai kemiringan kekar horizontal atau miring maka lubang ledak miring akan memberikan keuntungan karena energi peledakan dapat berfungsi secara efisien. Jika kemiringan vertical fragmentasi lebih seragam dapat dicapai bila peledakan dilakukan sejajar dengan kemiringan kekar.

### 3. Sifat dan kekuatan batuan

Sifat batuan yang penting untuk dipertimbangkan dalam rangka perbaikan fragmentasi hasil peledakan antara lain: Sifat fisik (bobot isi) ,Sifat mekanik (cepat rambat gelombang, kuat tekan dan kuat tarik).

Pada umumnya bobot isi batuan digunakan sebagai petunjuk kemudahan batuan untuk dipecahkan dan dipindahkan. Batuan yang berat berarti untuk volume batuan yang sama akan lebih berat dan memerlukan energi yang lebih banyak untuk membongkarnya.

Kecepatan rambat tiap batuan berbeda. Batuan *massive*, mempunyai kecepatan perambatan gelombang yang tinggi, dapat memberikan hasil fragmentasi yang baik bila diledakkan menggunakan bahan peledak yang mempunyai kecepatan detonasi yang tinggi.

Kuat tekan dan kuat tarik juga dapat digunakan sebagai petunjuk kemudahan batuan untuk dipecahkan. Batuan pada dasarnya lebih kuat atau tahan terhadap tekanan dari pada tarikan, hal ini dicirikan oleh kuat tekan batuan lebih besar dibandingkan dengan kuat tariknya.

Batuan dengan kuat tarik yang rendah akan lebih mudah hancur dibandingkan dengan batuan yang memiliki kuat tarik yang besar. Kuat tarik suatu batuan menurut Jumikis (1983) hanya sebesar 10% dari kuat tekannya (tabel 2.1).

**Tabel 2.1. Klasifikasi *Brittleness Index***

<i>Brittleness Index</i>	Keterangan
6-7	Sangat <i>Tough</i> & Plastik
7-8	<i>Tough</i> &Plastik
8-12	Rata-rata jenisbatuan
12-15	Sangat <i>Brittle</i> tak plastik
15-20	Sangat <i>Brittle</i>

Sumber :Suseno Kramadibrata, 1997(James William, Analisis Geometri Peledakan untuk mendapatkan Perbandingan Hasil Fragmentasi Teoritis dan Aktual, 2018)

Bieniawski (1973) membuat suatu klasifikasi untuk mendeskripsikan kekerasan suatu batuan berdasarkan nilai kuat tekannya. Klasifikasi tersebut dapat dilihat dalam Tabel2.2

**Tabel 2.2 Klasifikasi Kuat Tekan Batuan (Bieniawski, 1973)**

No	Kekerasan	Skala Moh's	Kuat Tekan Uniaksial (Mpa)
1	Sangat keras	>7	>200
2	Keras	6-7	120-200
3	Agak keras	4,5-6	60-120
4	Agak lunak	3-4,5	30-60
5	Lunak	2-3	10-20
6	Sangat lunak	1-2	<10

Sumber :Suseno Kramadibrata, 1997(James William, Analisis Geometri Peledakan untuk mendapatkan Perbandingan Hasil Fragmentasi Teoritis dan Aktual, 2018)

#### 4. Pengaruh Air

Kandungan air dalam jumlah yang cukup banyak dapat mempengaruhi stabilitas kimia bahan peledak yang sudah

diisikan kedalam lubang ledak. Kerusakan sebagian isian bahan peledak dapat mengurangi kecepatan reaksi bahan peledak sehingga akan mengurangi energy peledakan, atau bahkan isian akan gagal meledak (*misfire*). Misalnya ANFO yang dapat larut dalam air, tidak baik digunakan untuk zona peledakan yang banyak airnya.

### **5.Kondisi cuaca**

Kondisi cuaca berhubungan erat dengan jadwal kerja dan waktu kerja efektif rata-rata. Dalam suatu operasi peledakan, proses pengisian dan penyambungan rangkaian lubang-lubang ledak dilakukan pada cuaca normal, dan harus dihentikan manakala cuaca mendung (akan hujan). Pada daerah tropis, semakin banyak hari hujan berarti jumlah jam kerja efektif untuk operasi peledakan akan menjadi semakin pendek.

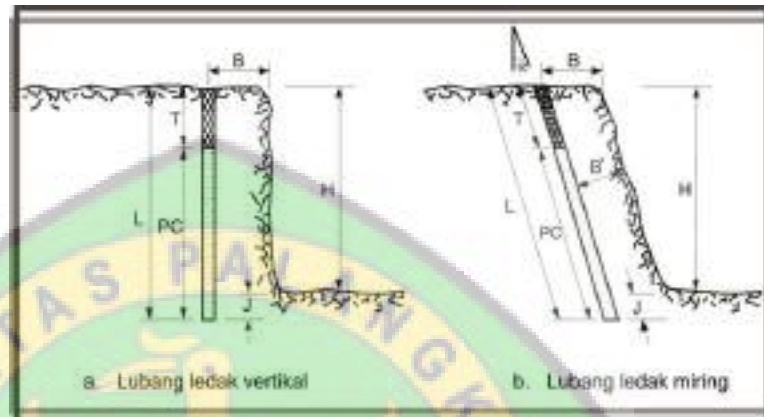
### **B. Faktor-faktor yang dapat dikontrol**

Faktor-faktor ini dapat dikendalikan manusia lewat perancangan dan perencanaan sebelum pelaksanaan kegiatan peledakan dengan melihat kondisi lokasi serta jenis batuan yang akan diledakkan.

## 1. Geometri Pengeboran

### • Arah dan Kemiringan Lubang Ledak

Untuk menentukan arah Pengeboran, perlu diperhatikan keuntungan dan kerugian masing-masing arah Pengeboran.



Sumber : *Miningforce.blogspot(Analisa Produktifitas Peledakan untuk Mencapai Target Produksi Peledakan,2011)*

**Gambar 2.1 Lubang Vertikal Dan Lubang Miring**

#### 1. Keuntungan dan kerugian dari sistem Pengeboran miring

##### a. Keuntungan dari sistem Pengeboran miring :

✓ Fragmentasi dari hasil peledakan lebih baik dan seragam.

✓ Dinding jenjang dan lantai jenjang yang dihasilkan relatif lebih rata.

✓ Mengurangi terjadinya pecahan berlebih pada batas baris lubang tembak bagian belakang (*back break*).

##### b. Kerugian dari sistem Pengeboran miring :

✓ Kesulitan dalam menempatkan sudut kemiringan yang sama antar lubang ledak serta dibutuhkan

lebih banyak ketelitian dalam pembuatan lubang bor.

- ✓ Panjang lubang ledak dan waktu yang dibutuhkan untuk Pengeboran lebih panjang.
- ✓ Mengalami kesulitan dalam pengisian handak.

## 2. Keuntungan dan kerugian untuk sistem Pengeboran tegak

### a. Keuntungan lubang ledak tegak adalah :

- ✓ Pengeboran dapat dilakukan dengan lebih mudah dan lebih akurat.
- ✓ Untuk tinggi jenjang sama lubang ledakan lebih pendek jika dibandingkan dengan lubang ledak miring.

### b. Kerugian lubang ledak tegak adalah :

- ✓ Kemungkinan timbulnya tonjolan pada lantai jenjang (*remnant toe*) besar.
- ✓ Kemungkinan timbulnya retakan kebelakang jenjang dan getaran tanah lebih besar.

### • Diameter Lubang Bor

Pemilihan diameter lubang bor tergantung pada tingkat produksi yang diinginkan. Pemilihan ukuran lubang bor secara tepat adalah penting untuk memperoleh hasil fragmentasi secara maksimal dengan biaya rendah.

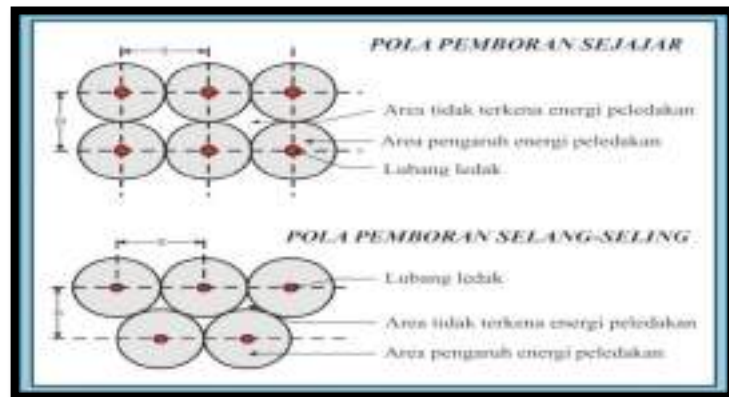
Diameter lubang ledak berpengaruh pada penentuan jarak *burden* dan jumlah bahan peledak yang digunakan pada setiap lubangnya.

Faktor-faktor yang memengaruhi penentuan diameter lubang bor antara lain :

1. Volume massa batuan yang akan dibongkar.
2. Tinggi jenjang dan konfigurasi isian.
3. Tingkat fragmentasi yang diinginkan.
4. Mesin bor yang tersedia (hubungannya dengan biaya Pengeboran).
5. Kapasitas alat muat yang akan menangani material hasil peledakan.

• **Pola Pengeboran**

Pola Pengeboran adalah suatu pola dalam Pengeboran untuk menempatkan lubang – lubang ledak secara sistematis untuk diisi oleh bahan peledak. Pada umumnya, pola pengeboran dalam kegiatan peledakan pada tambang terbuka dibagi menjadi dua jenis, yakni pola persegi dan pola *zig-zag*.



Sumber : Miningforce.blogspot(Analisa Produktifitas Peledakan untuk Mencapai Target Produksi Peledakan,2011)

**Gambar 2.2. Pola Pengeboran**

### 1. Pola PengeboranSejajar (*Parallel*)

Pola Pengeboran sejajar dibagi atas dua bentuk pola yaitu:

#### a. Pola Sejajar Bujur Sangkar (*Parallel Square Pattern*)

Dalam pola *parallel square pattern*, jarak *burden* dan *spacing* dalam satu baris yang sama.

#### b. Pola Sejajar Persegi Panjang (*Parallel Rectangular Pattern*)

Dalam pola *parallel rectangular pattern* jarak *spasi* dalam satu baris lebih besar dari jarak *burden*.

### 2. Pola Pengeboran Selang-Seling (*Staggered Pattern*)

#### a. Pola Selang-Seling Bujur Sangkar (*Staggered Square Pattern*)

Pola *staggered square pattern* hampir mirip dengan *square pattern* dimana jarak *burden* dan *spasi* dibuat sama besar, tetapi posisi lubang bor dibuat selang-seling berbentuk segitiga.

b. Pola Selang-Seling Persegi Panjang (*Staggered Rectangular Pattern*)

Pada pola ini, posisi lubang bor tetap dibuat selang-seling tetapi jarak *burden* yang digunakan tidak sama dengan jarak *spacing*.

## 2. Geometri Peledakan

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

### a. Geometri Peledakan menurut R.L.Ash

- **Burden (B)**

*Burden* adalah jarak tegak lurus lubang bor terhadap bidang bebas (*free face*) yang panjangnya tergantung karakteristik batuan.

Untuk menentukan *burden*, R.L.Ash (1967) mendasarkan pada acuan yang dibuat secara empirik, yaitu adanya batuan standar dan bahan peledak standar :

- ✓ Batuan standar adalah batuan yang mempunyai berat jenis/densitas 160lb/cuft (2,56 ton/m<sup>3</sup>) tidak lain dari densitas batuan rata-rata.

- ✓ Bahan peledak standar adalah bahan peledak yang mempunyai berat jenis (SG) 1,20 dan kecepatan detonasi (Ve) 12.000 fps (3.657,60 m/s).

Apabila batuan yang diledakkan sama dengan batuan standar dan bahan peledak yang dipakai adalah bahan peledak standar, maka digunakan burden ratio (kb) yaitu 30. Tetapi bila batuan yang akan diledakkan tidak sama dengan batuan standar dan bahan peledak yang digunakan bukan pula bahan peledak standar, maka nilai kb-standar harus dikoreksi menggunakan faktor penyesuaian.

$$B = \frac{Kb \times De}{12} \text{ ft atau } B = \frac{Kb \times De}{39,30} \text{ m} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana : De = diameter lubang ledak

B = *burden*

Kb = *burden ratio*

Faktor Penyesuaian :

batuan yang akan diledakkan (Af<sub>1</sub>)

bahan peledak yang dipakai (Af<sub>2</sub>)

maka Kb koreksi : 30 x Af<sub>1</sub> x Af<sub>2</sub> ..... (2.2)

$$Af_1 = \left( \frac{D_{std}}{D} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$Af_2 = \left[ \frac{SG \cdot Ve^2}{SG_{std} \cdot V_{std}^2} \right]^{1/3} \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan :

Ve = VOD bahan peledak yang digunakan

SG = berat jenis bahan peledak yang digunakan

D = bobot isi batuan yang diledakkan

D<sub>st</sub> = bobot isi batuan standar (1,60 lb/cuft)

SG<sub>std</sub> = berat jenis bahan peledak standar (1,20)

Ve<sub>std</sub> = VOD bahan peledak standar (12.000 fps)

Kb<sub>std</sub> = 30

Jadi :  $B = \frac{Kb \text{ terkoreksi} \times De}{39,30} \text{ m} \dots\dots\dots(2.5)$

• *Spasing (S)*

*Spasing* adalah jarak diantara lubang ledak dalam satu baris dan diukur sejajar terhadap bidang bebas.

$S = Ks \times B \dots\dots\dots(2.6)$

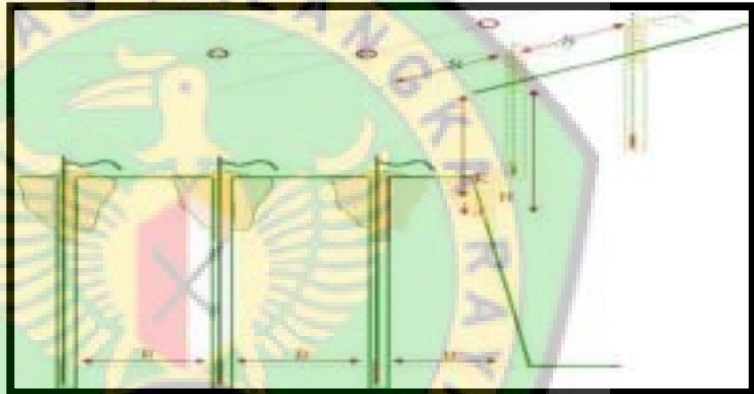
Dimana : Ks = *spasing ratio* (1,00 -2,00)

B = *burden*

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

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

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



Sumber : *Miningforce.blogspot(Analisa Produktifitas Peledakan untuk Mencapai Target Produksi Peledakan,2011)*

**Gambar 2.3 Burden dan Spasing**

- **Stemming (T)**

*Stemming* adalah lubang ledak bagian atas yang tidak diisi bahan peledak, tetapi biasanya diisi oleh abu hasil pengeboran atau material berukuran kerikil dan dipadatkan di atas bahan peledak.

*Stemming* berfungsi untuk :

- ✓ Menyeimbangkan tekanan di daerah *stemming*.
- ✓ mengurangi gas hasil proses kimia bahan peledak

- ✓ mengontrol kemungkinan terjadinya *air blast* dan *flyrock*
- ✓ meningkatkan *confining pressure* dan akumulasi gas hasil ledakan

Untuk menghitung panjang *stemming* perlu ditentukan dulu *stemming ratio* (Kt) yaitu perbandingan panjang *stemming* dan *burden*. Biasanya Kt standar yang dipakai 0,70 dan ini cukup untuk mengontrol *air blast*, *flyrock*, dan *stress balance*.

Apabila  $Kt < 1$  maka akan terjadi *cratering* atau *backbreaks*. Untuk menghitung *stemming* dipakai persamaan :

$$T = Kt \times B \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan : Kt = *stemming ratio* (0,75-1)

T = *stemming* (m)

- **Kedalaman Lubang Ledak (H)**

Kedalaman lubang ledak tidak boleh lebih kecil dari ukuran *burden* untuk menghindari terjadinya *overbreaks* dan *cratering*. Kedalaman lubang ledak biasanya disesuaikan dengan tingkat produksi (kapasitas alat muat) dan pertimbangan geoteknik. Menurut R.L.Ash , kedalaman lubang ledak berdasarkan pada *hole depth ratio* (Kh) yang nilainya antara 1,50-4,00.

Hubungan kedalaman lubang ledak dengan burden adalah sebagai berikut :

$$K_h = H/B \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :  $K_h = \text{hole depth ratio}$

$H$  = kedalaman lubang ledak

• **Subdrilling(J)**

*Subdrilling* adalah lubang ledak yang dibor sampai melebihi batas lantai jenjang bagian bawah supaya batuan dapat meledak secara *fullpace* dan untuk menghindari kemungkinan adanya tonjolan-tonjolan (*toe*) pada lantai jenjang lantai bagian bawah. Tambahan kedalaman dari lubang tembak di bawah rencana lantai jenjang. Tonjolan yang terjadi akan menyulitkan peledakan berikutnya dan pada waktu pemuatan dan pengangkutan.

Panjang *subdrilling* diperoleh dengan menentukan harga *subdrilling ratio* ( $K_j$ ) yang besarnya tidak melebihi dari 0,20. Untuk batuan masif biasanya dipakai  $K_j$  sebesar 0,30. Hubungan  $K_j$  dengan *burden* diekspresikan dengan persamaan sebagai berikut :

$$J = K_j \times B \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :  $K_j = \text{subdrilling ratio}$

$J$  = *subdrilling* (m)

- **Charge Length (PC)**

*Charge length* merupakan panjang kolom isian bahan peledak dalam satu lubang tembak. Adapun rumus perhitungannya sebagai berikut :

$$PC = H - T \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan : PC = panjang kolom isian (m)

H = kedalaman lubang ledak (m)

T = *stemming* (m)

- **Loading Density (de)**

*Loading Density* adalah jumlah isian bahan peledak per meter panjang kolom isian.

$$de = 0,508 \times De^2 \times (SG) \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan : de = *loading density* (kg/m)

De = diameter lubang ledak (inchi)

SG = berat jenis bahan peledak

## b. Geometri peledakan menurut C.J.Konya

- **Burden (B)**

*Burden* yaitu jarak tegak lurus terpendek antara muatan bahan peledak dengan bidang bebas terdekat atau ke arah mana pelemparan batuan akan terjadi.

Jarak *burden* yang terlalu kecil akan menghasilkan bongkaran yang terlalu hancur dan tergeser jauh dari dinding jenjang dan kemungkinan

besar terjadi *flyrock* yang sangat besar. Sedangkan jika jarak *burden* terlalu besar akan menghasilkan fragmentasi produk yang kurang baik, karena gelombang tekanan yang mencapai bidang bebas menghasilkan gelombang tarik yang sangat lemah di bawah kuat tarik batuan sehingga batuan tidak hancur.

Secara sistematis besarnya *burden* bisa ditentukan sebagai berikut :

$$1.B = 3,15 De \left( \frac{SG_e}{SG_r} \right)^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots(2.12)$$

$$2.B = \left[ \left( \frac{2 \times SG_e}{SG_r} \right) + 1,5 \right] \times De \dots\dots\dots(2.13)$$

$$3.B = 0,67 \times De \times \left( \frac{Stv}{SG_r} \right)^{0,33} \dots\dots\dots(2.14)$$

Keterangan : B = *burden*

De = diameter lubang ledak (inchi)

SGe= berat jenis bahan peledak yang dipakai

SGr= berat jenis batu yang akan dibongkar

Stv = *relative bulkt strength* (ANFO=100)

Setelah diketahui nilai *burden*, maka harus dikoreksi terhadap beberapa faktor penentu, yaitu faktor jumlah baris lubang ledak (Kr), faktor posisi lapisan batuan (Kd), dan faktor kondisi dari struktur geologinya (Ks).

$$BC = B \times Kr \times Kd \times Ks \dots\dots\dots(2.15)$$

**Tabel 2.3**  
**Faktor Koreksi Terhadap Jumlah Baris Dalam Lubang Ledak**

<i>Correction of number of row</i>	Kr
<i>One or two rows of holes</i>	1,00
<i>Third and subseqent rows or buffer blast</i>	0,90

Sumber :Teknik Pertambangan UPN, (2006), Teknik Peledakan

**Tabel 2.4**  
**Faktor Koreksi Terhadap Posisi Lapisan Batuan**

<i>Correction for rock deposition</i>	Kd
<i>Bedding steeply dipping into cut</i>	1,18
<i>Bedding steeply dipping into face</i>	0,95
<i>Other cases of deposition</i>	1,00

Sumber :Singgih Saptono (Teknik Peledakan, 2006)

**Tabel 2.5**  
**Faktor Koreksi Terhadap Struktur Geologi**

<i>Correction for rock geologic structure</i>	Ks
<i>Heavy cracked, frequent with joint, weakly cemented layers</i>	1,30
<i>Thin well cemented layers with tight joint</i>	1,10
<i>Massive intact rock</i>	0,95

Sumber :Singgih Saptono (Teknik Peledakan, 2006)

- **Spasing (S)**

*Spasing* adalah jarak diantara lubang ledak dalam satu garis yang sejajar dengan bidang bebas.

*Spasing* yang terlalu besar akan menghasilkan fragmentasi yang tidak baik dan dinding akhir yang relatif tidak rata, sedangkan *spasing* yang terlalu sempit akan menghasilkan kebisingan (*noise*) dikarenakan tekanan sekitar *stemming* yang lebih mengakibatkan gas hasil ledakan dihamburkan ke atmosfer.

Menentukan jarak *spacing* didasarkan pada jenis detonator listrik yang digunakan dan berapa besar perbandingan antara tinggi jenjang dengan jarak burden. Bila perbandingan antara L/B lebih kecil dari 4 maka digolongkan jenjang rendah dan bila lebih besar dari 4 maka digolongkan jenjang tinggi (tabel 2.5).

**Tabel 2.6**  
**Persamaan Untuk Menentukan Jarak *Spacing***

<b>Type Detonator</b>	<b>L/B &lt; 4</b>	<b>L/B &gt; 4</b>
<i>Instantaneous</i>	$S = (L + 2B) / 3$	$S = 2B$
<i>Delay</i>	$S = (L + 7B) / 8$	$S = 1,4B$

Sumber : Singgih Saptono (*Teknik Peledakan*, 2006)

- ***Stemming* (T)**

*Stemming* merupakan kolom material penutup lubang ledak di atas kolom isian bahan peledak. *Stemming* yang terlalu pendek dapat mengakibatkan batu terbang dan suara ledakan yang keras, sedangkan *stemming* yang terlalu panjang akan mengakibatkan retakan ke belakang jenjang (*back break*) dan bongkah disekitar dinding jenjang.

$$T = 0,70 \times B \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan : T = *stemming*

B = *burden*

- ***Subdrilling* (J)**

*Subdrilling* merupakan panjang lubang ledak yang berada di bawah garis lantai jenjang, dimana berfungsi untuk membuat lantai jenjang relatif rata setelah peledakan.

$$J = 0,30 \times B \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan : B = *burden* (m)

J = *subdrilling* (m)

- **Kedalaman Lubang Ledak (H)**

Kedalaman lubang ledak dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = \frac{(L+J)}{\sin a} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan : H = kedalaman lubang ledak (m)

L = tinggi jenjang (m)

J = *subdrilling* (m)

a = sudut kemiringan lubang ledak

- **Charge Length (PC)**

*Charge length* merupakan panjang kolom isian bahan peledak.

$$PC = H - T \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan : PC = Panjang kolom isian (m)

H = kedalaman lubang ledak (m)

T = *stemming* (m)

- **Loading Density (de)**

Menentukan jumlah bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak, maka terlebih dahulu ditentukan *loading density*.

$$de = 0,34 \times SGe \times De^2 \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan : *de* = *loading density* (lb/ft)

*De* = diameter lubang ledak (inchi)

*SGe* = berat jenis bahan peledak yang dipakai

• **Powder Factor (PF)**

*Powder factor* adalah suatu bilangan yang menyatakan perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap jumlah material yang diledakkan atau dibongkar dalam  $kg/m^3$ .

$$PF = \frac{E}{V} = \frac{de \times PC \times n}{V} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan : *PF* = *powder factor* ( $kg/m^3$ )

*V* = volume batuan yang diledakkan ( $m^3$ )

*n* = jumlah lubang ledak (m)

*PC* = panjang muatan per lubang ledak (m)

*de* = *loading density* (kg/m)

**Tabel 2.7 Hubungan Nilai *Powder Factor* dengan Tipe Batuan**

<i>Types of rock</i>	<i>Powder factor</i> ( $kg/m^3$ )
<i>Massive high strength rock</i>	0.60-1.5
<i>Medium strength rock</i>	0.30-0.60
<i>Highly fissured rock, weathered or soft</i>	0.10-0.30

Sumber : Jimeno, 1995

• **Waktu Tunda (*delay*)**

Pemakaian *delay detonator* sebagai waktu tunda untuk peledakan secara beruntun. Keuntungan dari peledakan dengan memakai *delay detonator* adalah :

- Dapat menghasilkan fragmentasi yang lebih baik
- Dapat mengurangi timbulnya getaran tanah
- Dapat menyediakan bidang bebas untuk baris berikutnya

Untuk menentukan interval tunda antar baris tidak kurang dari 2 ms/ft dan tidak lebih dari 6 ms/ft dari ukuran *burden*.

$$tr = Tr \times B \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan : *tr* = interval waktu antar baris (ms)

*Tr* = konstantan waktu antar baris

*B* = *burden* (m)

**Tabel 2.8 Interval waktu antar baris**

<b>T<sub>R</sub> Constant ( ms / m )</b>	<b>Result</b>
6,5	Violet, excessive air blast, backbreak,etc.
8,0	High pile close to face, moderate air blast, backbreak
11,5	Average pile height, average air blast and backbreak
16,5	Scattered pile with minimum backbreak

*Sumber : Singgih Saptono (Teknik Peledakan, 2006)*

### c. Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang – lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan.

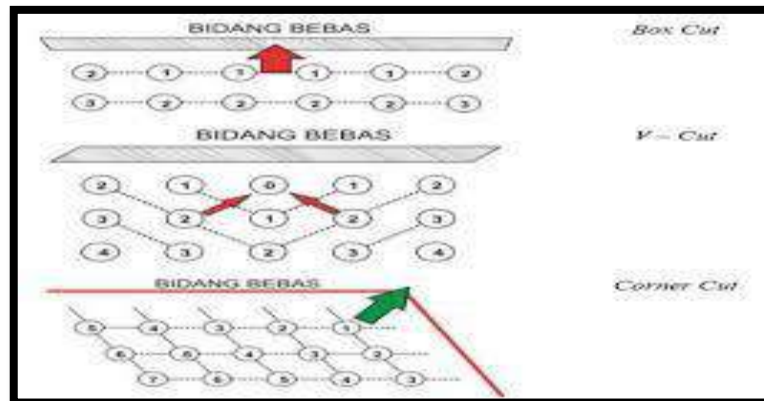
Urutan peledakan pada tambang terbuka haruslah logis. Urutan peledakan yang tidak logis dapat disebabkan oleh :

1. Penentuan waktu tunda yang terlalu dekat.
2. Penentuan urutan ledakan yang salah.
3. Dimensi geometri peledakan tidak tepat.
4. Bahan peledaknya kurang atau tidak sesuai dengan perhitungan.

Terdapat beberapa kemungkinan sebagai acuan dasar penentuan pola peledakan pada tambang terbuka, yaitu sebagai berikut :

- 1) Peledakan tunda antar baris
- 2) Peledakan tunda antar beberapa lubang
- 3) Peledakan tunda antar lubang

Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:



Sumber : Aulia Defriansyah dan Dedi Yulhendra (Jurnal Bina Tam bang,2018)

**Gambar 2.4 Pola Rangkaian Peledakan**

a. *Box Cut*

Pola peledakan ini diterapkan untuk lokasi peledakan yang hanya mempunyai satu bidang bebas (*free face*) yakni permukaan yang bersentuhan langsung dengan udara ke arah vertikal.

- *Corner cut (echelon cut)*

Pola peledakan ini diterapkan untuk lokasi peledakan yang memiliki tiga bidang bebas (*free face*), arah lemparan hasil peledakan dengan menggunakan pola peledakan ini adalah ke arah pojok (*corner*).

- “V” *cut*

Pola peledakan ini diterapkan untuk lokasi peledakan yang memiliki dua bidang bebas (*free face*), arah lemparan hasil peledakan dengan menggunakan

pola ini adalah ke arah tengah dengan pola peledakan menyerupai huruf V yaitu pola peledakan yang arah runtuhnya ke depan dan membentuk huruf V.

Berdasarkan urutan waktu peledakan, maka pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut :

- 1) Pola peledakan serentak, yaitu suatu pola yang menerapkan peledakan secara serentak untuk semua lubang tembak.
- 2) Pola peledakan beruntun, yaitu suatu pola yang menerapkan peledakan dengan waktu tunda antara baris yang satu dengan baris lainnya.

## 2.4 Mekanisme Pecahnya Batuan

Suatu batuan yang pecah akibat dari bahan peledak akan mengalami beberapa tingkat dalam prosesnya. Dimana proses tersebut dibagi menjadi 3 tingkat, yaitu:

### 1. Proses Pemecahan Tingkat 1

Ketika bahan peledak yang berada di dalam lubang ledak meledak, maka akan menimbulkan tekanan yang tinggi di sekitar lubang ledak. Gelombang kejut yang dihasilkan dari peledakan tersebut akan merambat dengan kecepatan 5000 – 5400 m/s, sehingga akan mengakibatkan

tegangan yang memiliki arah tegak lurus dengan dinding lubang ledak. Dari tegangan tersebut maka akan menimbulkan rekahan radial yang merambat di sekitar lubang tembak. Rekahan menjari pertama terjadi dalam waktu 1 – 2 ms.

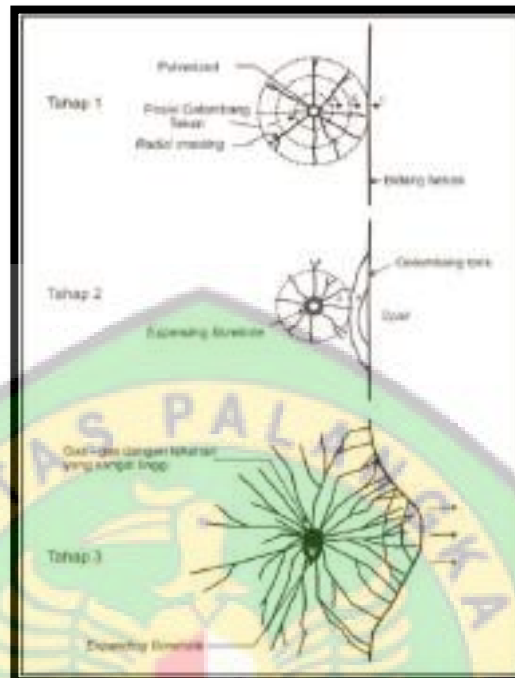
## 2. Proses Pemecahan Tingkat II

Tekanan yang dihasilkan dari proses pemecahan tingkat I akan menimbulkan gelombang kejut dan akan bernilai positif. Bila gelombang kejut tersebut akan mencapai bidang bebas, maka akan dipantulkan kembali sehingga tekanan akan turun dan bernilai negatif kemudian akan menimbulkan gelombang tarik. Gelombang tarik yang terjadi ini akan merambat kembali ke dalam batuan. Suatu batuan akan memiliki ketahanan lebih tinggi terhadap tekanan daripada tarikan, sehingga dari gelombang tarik tersebut akan menimbulkan suatu rekahan-rekahan di dalam batuan.

## 3. Proses Pemecahan Tingkat III

Akibat tekanan yang sangat tinggi dari gas-gas hasil peledakan tersebut maka rekahan-rekahan yang telah terbentuk pada tingkat I dan II akan semakin cepat melebar. Apabila suatu massa batuan di depan lubang ledak gagal dalam mempertahankan posisinya bergerak ke depan maka tegangan tekan tinggi yang berada di dalam batuan akan dilepas. Efek dari terlepasnya batuan tersebut akan menimbulkan tegangan tarik tinggi sebagai kelanjutan dari proses tingkat II. Rekahan yang terbentuk akibat

proses tingkat II akan menyebabkan bidang-bidang lemah untuk memulai reaksi-reaksi utama pada proses peledakan.



Sumber : *Miningforce.blogspot(Analisa Produktifitas Peledakan untuk Mencapai Target Produksi Peledakan,2011)*

**Gambar 2.5 Proses Pecahnya Batuan akibat Peledakan**

## 2.5 Target Produksi Peledakan

Produksi merupakan hasil yang diharapkan dari suatu kegiatan atau operasi. Dalam dunia pertambangan, produksi diartikan dengan bahan galian yang diperoleh mempunyai keuntungan besar dengan biaya yang ekonomis.

Produksi sangat berperan terhadap produktivitas yang dihasilkan, yang membedakan antara produksi dengan produktivitas adalah hasil akhir yang diperoleh. Produksi memiliki hasil material dengan satuan berat/bcm sedangkan produktivitas menghasilkan material dengan satuan berat/waktu atau bcm/jam.

Selama beberapa dekade terakhir, industri pertambangan telah difokuskan pada pemanfaatan ukuran, kapasitas tinggi peralatan otomatis yang besar untuk mendapatkan produksi yang lebih besar untuk memenuhi tuntutan pasar internasional.

Target produksi memiliki pertimbangan dengan beberapa parameter seperti alokasi alat gali muat, data curah hujan, faktor ketersediaan alat dan rencana akses baru. Dalam kegiatan pembongkaran dan pemindahan *overburden*, dibutuhkan sejumlah alat berat, berupa alat angkut dan alat muat serta alat *support*.

Target produksi merupakan jumlah batuan yang akan diledakkan yang dihitung dari luas area dan kedalaman lubang ledaknya. Persamaan umum yang digunakan untuk menentukan target produksi peledakan adalah:

$$W = A \times L \times dr \dots\dots\dots (2.26)$$

Dimana: W = Jumlah batuan yang diledakkan

A = Luas daerah yang diledakkan

L = Tinggi jenjang

dr = Bobot isi batuan ton/m<sup>3</sup>

### 2.5.1 Fragmentasi

Suatu metode pembongkaran batuan dapat dilakukan dengan cara peledakan berdasarkan pendekatan dari pengukuran sifat karakteristik massa batuan sebagai acuan diberlakukannya metode pembongkaran batuan dengan metode tersebut. Hasil akhir dari peledakan batuan adalah fragmentasi.

Fragmentasi adalah istilah yang digunakan sebagai petunjuk ukuran setiap bongkah batuan setelah peledakan. Keberhasilan suatu proses peledakan dapat dilakukan dengan menganalisis distribusi ukuran fragmentasi bongkah batuan. Fragmentasi yang optimal berkaitan dengan peningkatan produktivitas, berkurangnya tingkat keausan alat muat dan berkurangnya perbaikan alat mesin pengolahan di pabrik. Disamping itu, menginginkan fragmen hasil peledakan yang optimal juga memerlukan biaya dalam Pengeboran dan peledakan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembongkaran batuan dalam bentuk bongkah-bongkahan.

Dalam mengontrol ukuran fragmentasi berkaitan dengan bahan peledak yang digunakan, geometri lubang peledakan serta perencanaan peledakan yang akan dilakukan. Ritinger berpendapat bahwa energi yang dibutuhkan pada fragmentasi berhubungan dengan sejumlah area permukaan baru yang diledakkan (energi adalah fungsi area). Perencanaan peledakan meliputi peletakkan bahan peledak yang sesuai dengan konfigurasi geometri lubang ledak serta perhitungan *delay* dari tiap masing-masing lubang ledak. Berdasarkan studi Beattie dan Grant (1988), Konig (1991), Norell (1985 ) berpendapat jika penggunaan *delay* yang tepat akan memungkinkan tercapainya fragmentasi yang optimal. Fragmentasi yang dihasilkan pada proses peledakan terjadi akibat gelombang kejut yang dihasilkan dari pemantulan gelombang tekan pada bidang bebas, tegangan tarik yang dihasilkan dalam massa

batuan di sekeliling lubang ledak oleh tekanan gas-gas peledakan dan benturan antar fragmen batuan yang terlempar antara fragmen di dinding batuan yang menyebabkan energy dari suatu fragmen tersampaikan akibat saling tumbukan antar partikel.

Diameter lubang ledak sangat berpengaruh terhadap proses peledakan, ketika diameter lubang bor ditingkatkan maka akan menambah produktivitas dan hasil fragmentasi. Variasi dalam peningkatan diameter lubang ledak mempunyai keuntungan diantaranya adalah peningkatan kecepatan peledakan dari bahan peledak yang juga meningkatkan energi gelombang regangan. Tetapi juga terdapat kekurangan, antara lain :

1. *Powder factor* yang diperlukan besar untuk mendapatkan distribusi ukuran yang sama.
2. Sistem inisiasi harus lebih akurat.
3. Tingginya tingkat getaran.
4. Resiko terjadinya batuan terbang (*flyrock*) lebih tinggi.
5. Tingginya tingkat kebisingan yang akan muncul setelah dari proses peledakan yang dilakukan.

Adapun keuntungan dengan meningkatkan besar ukuran diameter lubang ledak antara lain:

1. Tingkat produksinya tinggi.
2. Tidak ada keterbatasan dalam kapasitas pemuatan, pengangkutan, dan alat peremuk.

3. Tidak ada masalah *toe* dan *backbreak*.
4. Tidak ada masalah lingkungan, seperti getaran tanah dan *airblast*.

Suatu fragmentasi hasil peledakan dapat dikatakan optimal apabila mudah digali, didapatkan bentuk *muckpile* hasil peledakan tidak rata, melainkan menumpuk ke atas, didapatkan distribusi ukuran material yang rata, dan tidak terdapat material berukuran besar.

#### A. Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Fragmentasi

Kegiatan peledakan dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu factor rancangan yang dapat dikendalikan dan faktor rancangan yang tidak dapat dikendalikan.

Faktor rancangan yang dapat dikendalikan sebagai berikut :

- a. Geometri Pengeboran: diameter, kedalaman, kemiringan, tinggi jenjang.
- b. Pola Pengeboran : *parallel pattern* dan *staggerd pattern*.
- c. Geometri peledakan : *burden*, *spasi*, *stemming*, *subdrill*, kolomisian, kedalaman lubang.
- d. Pola peledakan : *box cut*, *corner cut*, *V-cut*.
- e. Bahan peledak : macam-macam bahan peledak, kekuatan, detonasi, densitas, sumbu ledak, ketahanan terhadap air.

Tingkat ukuran fragmentasi diukur berdasarkan batuan hasil pembongkaran yang akan di tambang. Hal tersebut berkaitan dengan tingkat ke ekonomian baik dalam penggunaan alat angkut

serta perawatan yang digunakan dalam mengangkut material hasil peledakan. Hal tersebut berkaitan dengan seberapa berhasilnya proses peledakan yang dilakukan sehingga mendapatkan ukuran fragmentasi dengan perencanaan peledakan baik berdasarkan geometri lubang ledak, hingga bahan peledak yang akan digunakan. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi fragmentasi adalah karakteristik batuan, kelurusan lubang ledak, properti bahan peledak, pemuatan lubang ledak, spesifikasi isian, sistem pembakaran.

## **B. Metode Pengukuran Fragmentasi**

Metode pengukuran fragmentasi hasil peledakan dapat dilakukan dengan berbagai cara meliputi :

### **1. Metode Fotometrik**

Pada umumnya metode ini hanya mengamati fragmentasi hasil peledakan berdasarkan karakteristik bentuk fragmen yang terbentuk, pusat gravitasi dari *muckpile*, perpindahan batuan yang terbongkar akibat proses peledakan, dan *flyrock*. Dilakukan pengamatan dan pengukuran secara manual di lapangan, dalam satuan luas tertentu yang dianggap mewakili (representatif).

## 2. Bentuk Profil *Muckpile*

Sudut untuk profil tumpukan dari horizontal sebesar  $\alpha$  43° - 45° untuk batubara sedangkan untuk batuan keras dan kuat dari 45° - 60°.

## 3. Metode Perhitungan *Boulder*

Hasil pembongkaran batuan terkadang menghasilkan *oversize* atau *boulder* yang tidak menguntungkan dalam proses produksi selanjutnya terutama mempengaruhi spesifikasi alat muat yang digunakan dan khususnya alat-alat peremuk. Selain itu semakin banyak *boulder* yang terbentuk akan membuat penambahan biaya perbaikan alat-alat produksi yang digunakan seperti alat-alat peremuk dan resiko kecelakaan dalam proses pemuatan hingga proses pengangkutan menuju ke area pengolahan untuk melalui tahapan proses pengolahan lebih lanjut.

Metode ini mengukur hasil peledakan melalui proses berikutnya, apakah terdapat kendala dalam proses tersebut, misalnya melalui pengamatan yang dapat dilakukan dengan pemantauan alat muat dan angkut dengan mengamati *digging rate*, *secondary breakage* dan produktivitas *crusher*.

#### 4. Peledakan Sekunder

Penggunaan peledakan sekunder seharusnya tidak boleh lebih 2% dari peledakan primer karena secara tidak langsung akan mencerminkan fragmentasi yang dicapai.

#### 5. *Monitoring* Alat Muat dan *Excavator*

Pengawasan dan pengamatan secara bertahap terhadap alat muat dan *excavator* ini akan menentukan indeks penggalian (*dig ability index*) sebagai perhitungan fragmentasi batuan yang terbongkar.

#### 6. Analisis Fotografi

Menganalisis tumpukan material hasil pembongkaran batuan dapat dengan menggunakan foto yang sudah didigitasi dan di simpan di dalam komputer. Digitasi foto merupakan proses dalam komputer dengan menggunakan bantuan *software split-dekstop* untuk menganalisis ukuran fragmen dari tumpukan material hasil pembongkaran batuan. Data foto yang di ambil haruslah mewakili material yang akan diukur ukuran fragmennya. *Software* tersebut antara lain *Frag size*, *Split Engineering*, *gold size*, *power sieve*, *frag scan*, dan *wip frag*.

### C. Fragmentasi Model *KUZ -RAM*

Tingkat fragmentasi batuan yang diharapkan dapat diperoleh dari percobaan peledakan di lapangan dengan melakukan evaluasi terhadap perubahan variabel peledakan.

Variabel yang dapat dikaji dalam usaha memperoleh fragmentasi batuan adalah sebagai berikut:

- a. Struktur geologi batuan
- b. Jenis bahan peledak yang digunakan
- c. Geometri peledakan bahan peledak
- d. *Powder Factor*

Untuk memperkirakan tingkat fragmentasi hasil peledakan dapat digunakan model *Kuz-Ram* yang merupakan gabungan dari dua persamaan yaitu : persamaan *Kuznetsov* untuk memperkirakan ukuran fragmentasi rata-rata dan persamaan *Rossin Ramler* untuk menentukan persentase material yang lolos di peremuk batuan. Dengan memasukkan parameter kajian di atas kedalam persamaan *Kuznetsov-ramler* maka dapat ditentukan ukuran fragmetasi rata rata, karakteristik *boulder*, indeks keseragaman dan proporsi material yang tertahan ayakan pada ukuran tertentu. Menurut Kuznetsov, rata-rata ukuran *fragmentasi* dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut :

$$X = A_0 \times \left(\frac{V}{Q_e}\right)^{0,8} \times Q_e^{1/6} \times (E/115)^{-19/30} \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

X = Rata-rata ukuran *fragmentasi* (cm)

A<sub>0</sub> = Faktor batuan (*Rock factor* = RF)

V = Volume batuan pada setiap lubang ledak (kg)

E = RWF( *Relative Weigth Strength* ), untuk ANFO = 100

$Q_e$  =Berat bahan peledak tiap lubang (kg)

Lily (1986) memberikan suatu cara penentuan *factor* batuan (*rock factor*) yang relatif lebih persis dari pada penggolongan factor batuan di atas. Nilai faktor batuan didapatkan dari Indeks kemampuledakkan (*blastability index-BI*) batuan bersangkutan. Persamaan yang memberikan hubungan antara faktor batuan dengan indeks kemampuledakkan suatu batuan menurut Lilly (1986) adalah :

$$RF = 0,12 \times BI \dots\dots\dots (2.24)$$

Nilai dari *blastability index* ditentukan dari penjumlahan bobot nilai lima parameter utama yang diberikan oleh Lilly (1986) yaitu *Rock Mass Description (RMD)*, *Joint Plane Spasing (JPS)*, *Joint Plane Orientation (JPO)*, *Specific Gravity Influence (SGI)* dan *Hardness (H)*.

$$BI = 0,5 \times (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \dots\dots\dots (2.25)$$

Bobot nilai masing-masing parameter di atas ditentukan dari tabel yang diberikan oleh Lilly (1986) seperti berikut :

**Table 2.9 Parameter penentuan *Blastability Index***

Rock Mass Description (RMD)	Rating
1. Rock Mass Description (RMD)	
1.1. Powdery Friable	10
1.2. Blocky	20
1.3. Totally massive	50
2. Joint Plane Spacing (JPS)	
2.1. Close (Spasi < 0,1 m)	10
2.2. Intermediate (Spasi 0,1 - 1m)	20
2.3. Wide (Spasi > 1m)	50
3. Joint Plane Orientation (JPO)	
3.1. Horizontal	10
3.2. Dip Out of Face	20
3.3. Strike Normal to face	30
3.4. Dip Into Face	40
4. Specific Gravity Influence (SGI)	SGI = 25 x SG – 50
SGI = 25 x SG – 50	
5. Hardness (H)	Skala Mohs 1-10

Sumber : Lilly 1986 (*rock fragmentation by blasting*, B.Mohanty 1996)

#### **D. Analisis Fragmentasi dengan Menggunakan Software *Split-Desktop***

Program *Split Desktop* merupakan program yang berfungsi untuk menganalisa ukuran fragmen batuan. *Split Desktop* adalah program penganalisaan gambar yang dikembangkan oleh Universitas Arizona, Amerika Serikat. Pada penelitian ini program *Split Desktop* digunakan untuk membantu menganalisis gambar fragmen material hasil peledakan, hasilnya berupa grafik presentase lolos material dan ukuran fragmen rata-rata yang dihasilkan dalam suatu peledakan.

Kelebihan program *Split Desktop* adalah sebagai berikut :

1. Dapat membaca *file* gambar dengan format :*TIF, JPEG* atau *Windows BMP*.
2. Mengambil gambar dari video (*video capture*) dengan *Scion Framegrabber*.
3. *Digital Video Capture* dengan IEEE 1394 (*fireware*).
4. Kelebihan proses gambar standar (*Scaling, filtering, dan sebagainya*).
5. Peralatan edit gambar (*image editing tools*).
6. Digitasi automatic partikel batuan.
7. Identifikasi automatic partikel halus.
8. Menggunakan ukuran ayakan yang bias disesuaikan (standar ISO, US, UK).
9. Hasil berupag rafik distribusi ukuran butir yang bias disesuaikan.
10. Basis pelaporan dalam *HTML* dan *Text*.
11. Menggunakan perhitungan algoritma untuk menggabung dua gambar yang berbeda skala.
12. Kalkulasi automatic parameter dengan pendekatan metode distribusi *Rossin-Ramler* atau *Schumann*.

*Split Desktop* merupakan program pemrosesan gambar (*image analysis*) untuk menentukandistribusi ukuran dari fragmen batuan pada proses penghancuran batuan yang terjadi pada proses penambangan. Program *Split Desktop* dijalankan oleh insinyur

tambang atau teknisi di lokasi tambang dengan mengambil input data berupa foto digital fragmentasi. Sistem *Split Desktop* terdiri dari *software*, *computer*, *keyboard* dan monitor. Terdapat mekanisme untuk mengunduh gambar dari kamera digital ke dalam komputer.

### 2.5.2 Penggalian Material

Penggalian material merupakan kegiatan utama dalam industri pertambangan. Beragam jenis material menyebabkan diperlukannya pemilihan alat gali yang sesuai kebutuhan. Ketidak tepatan pemilihan alat gali berpengaruh besar terhadap performa dan efisiensi penggalian serta berdampak secara langsung pada rendahnya tingkat produksi yang dicapai oleh alat dan meningkatnya biaya operasi akibat perbaikan dan pembelian suku cadang alat. Alat gali muat yang umum digunakan pada dunia pertambangan khususnya industri tambang di Indonesia adalah *excavator*. *Excavator* adalah alat berat serbaguna yang dapat digunakan untuk menggali, memuat dan mengangkat material. Menurut cara kerjanya, *excavator* dibagi menjadi dua yaitu *shovel* dan *backhoe*. *Power Shovel* merupakan *excavator* yang prinsip kerjanya menyerupai sekop sedangkan *backhoe* prinsip kerjanya menyerupai cangkul mekanis.

#### A. *Digging Time*

Waktu penggalian (*Digging Time*) yaitu merupakan waktu pengisian material dalam *bucket* alat gali. Hal tersebut dihitung

sejak *bucket* dari *excavator* menyentuh permukaan material yang akan digali kemudian dilakukan pengisian *bucket* dengan cara menggali, lalu memuatnya ke alat angkut hingga *bucket* kosong dan kembali menyentuh material yang akan digali.

$$CT = T1 + T2 + T3 + T4$$

CT = *Cycle Time*/ Waktu Edar

T1 = Waktu Menggali Material (detik)

T2 = Waktu putar dengan *bucket* terisi (detik)

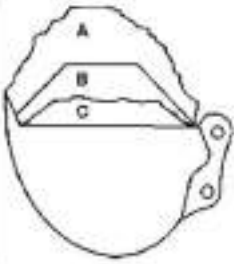
T3 = Waktu menumpahkan material

T4 = Waktu Putar dengan *bucket* kosong

Ukuran fragmentasi yang baik dapat ditentukan oleh dimensi mangkok alat gali yang akan memuatnya ke dalam alat angkut. Berdasarkan kapasitas alat gali, dapat diketahui parameter target fragmentasi yang dimuat oleh alat gali untuk menentukan ukuran maksimal fragmentasi hasil peledakan, yaitu ukuran fragmentasi optimal yang dapat diangkut *bucket* alat gali.

Salah satu cara untuk mencapai ukuran fragmentasi hasil peledakan yang sesuai dengan kapasitas *bucket* alat gali, sehingga akan meningkatkan atau mengoptimalkan faktor isian *bucket* alat gali.

Average Bucket Payload = Heaped Bucket Capacity x Material Fill Factor	
Material	Fill Factor Range (Percent of heaped bucket capacity)
Moist Loam or Sandy Clay	A — 100-110%
Sand and Gravel	B — 95-110%
Hard Tough Clay	C — 80-90%
Rock — Well Blasted	60-75%
Rock — Poorly Blasted	40-50%



**Gambar 2.6** *Bucket Fill Factor Range*

Faktor pengisian adalah perbandingan antara kapasitas nyata muat dengan kapasitas baku alat gali yang dinyatakan dalam persen. Semakin besar faktor pengisian, maka semakin besar pula kemampuan nyata dari alat tersebut. Faktor pengisian mangkuk disebut juga *bucket fill factor*.

$$Fp = \frac{Vb}{Vd} \times 100 \%$$

Keterangan : Fp : Faktor Pengisian (%)

Vb : Kapasitas *Bucket* nyata alat gali (m<sup>3</sup>)

Vd : Kapasitas *Bucket* teoritis alat gali (m<sup>3</sup>)

## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

##### 3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim mengawali kegiatan eksplorasi pada tahun 1915 sampai tahun 1918 dan mulai memproduksi pada tahun 1919 dengan menggunakan metode penambangan terbuka (*open pit*) di wilayah operasi pertama, yaitu di TAL (Tambang Air Laya). PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, adalah Badan Usaha Milik Negara yang didirikan pada tanggal 2 Maret 1981 berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 42 Tahun 1980 dengan Kantor Pusat di Tanjung Enim, Sumatera Selatan.

Pengelolaan tambang batubara di Tanjung Enim telah mengalami beberapa kali perubahan pengurus, lembaga-lembaga yang mengurus adalah:

1. Tahun 1919-1942 oleh Pemerintah Hindia Belanda.
2. Tahun 1942-1945 oleh Pemerintah Militer Jepang.
3. Tahun 1945-1947 oleh Pemerintah Republik Indonesia.
4. Tahun 1947-1949 oleh Pemerintah Belanda (Agresi II).
5. Tahun 1949-sekarang oleh Pemerintah Republik Indonesia.
6. Tahun 1959-1960 oleh Biro Urusan Perusahaan Tambang Negara (BUPTAN).

7. Tahun 1961-1967 oleh Badan Pimpinan Umum (BPU) Perusahaan Tambang Batubara.
8. Tahun 1968-1980 oleh PN. Tambang Batubara.
9. Tahun 1981 – 26 November 2018 oleh PT. Bukit Asam (Persero).
10. 27 November 2018 – sekarang karena PT. BA melakukan *holding* dengan PT. Antam, PT. Timah, PT. Inalum sehingga berganti nama menjadi PT. Bukit Asam, Tbk.

Tahun 1981- sekarang oleh PT. Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim dalam Repelita III Pemerintah Indonesia membuat Proyek Pengembangan Pertambangan dan Pengangkutan Batubara, yang meliputi kegiatan:

1. Pengembangan Tambang Batubara Bukit Asam (PTBA).
2. Pengembangan Pelabuhan Batubara (PTBA).
3. Pengembangan Angkutan Darat (Perumka).
4. Pengembangan Angkutan Laut (PT. PANN / PT. Pelayaran Bahtera Adhiguna).

Maka sesuai dengan program pengembangan ketahanan energi nasional, pada 1993 Pemerintah menugaskan Perseroan untuk mengembangkan usaha briket batubara, dan pada Desember 2002, Perseroan mencatatkan diri sebagai perusahaan public di Bursa Efek Indonesia dengan kode “PTBA”.

Tujuan proyek ini terutama untuk memasok kebutuhan batubara bagi PLTU Suralaya Jawa Barat. Selain itu juga untuk memenuhi industri lainnya baik di dalam negeri maupun luar negeri.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan tersebut, maka dikembangkan beberapa *site* di wilayah IUP PT. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim, antara lain :

#### 1. Tambang Air Laya (TAL)

Tambang Air Laya (TAL) merupakan *site* terbesar pada UPTE PT. BA, dengan luas WIUP 7621 Ha. Pada lokasi tambang air laya (TAL), PT Bukit Asam (Persero) Tbk. Tanjung Enim menggunakan dua metode penambangan utama yaitu *continous mining* menggunakan *BWE System (Bucket wheel excavator)* dan metode *shovel and truck* (menggunakan *excavator* dan *dump truck*). Pada metode *BWE system* ini sepenuhnya dilaksanakan oleh pihak PT. Bukit Asam sedangkan pada metode *shovel and truck* dilaksanakan oleh pihak ketiga (kontraktor) yaitu PT. Pama Persada Nusantara.

Metode *continuous mining* menggunakan *BWE system* ini merupakan metode andalan PT. Bukit Asam karena yang memiliki alat ini di Indonesia hanyalah PT.BA yang di beli dari Jerman. Semua hasil penggalian batubara dari TAL dan MTB akan di tampung di *stockpile* dan kemudian dikirim ke TLS (*Train Loading Station*) 1 dan TLS (*Train Loading Station*) 2. Melalui TLS ini kemudian batubara di muat kegerbong untuk kemudian di pasarkan melalui pelabuhan Tarahan

(Lampung) dan dermaga Kertapati (Palembang) menggunakan kereta api dengan rangkaian 50 gerbong ke Tarahan dan 35 gerbong ke Kertapati. Tetapi pada saat ini *BWE system* pada lokasi Tambang Air Laya hanya berfungsi sebagai *reclaimer* saja.

## 2. Muara Tiga Besar (MTB)

MTB memiliki luas area 3300 Ha. Pada tambang ini, operasi penambangan dilakukan dengan menggunakan metode *shovel-truck* dan *BWE system*. Pada Muara Tiga Besar dibagi menjadi dua yaitu Muara Tiga Besar Utara dan Muara Tiga Besar Selatan, dimana pada Muara Tiga Besar Utara penambangan dikerjakan oleh PT. Bukit Asam menggunakan peralatan *BWE system* dan pada Muara Tiga Besar Selatan dikelola oleh PT. Pama Persada Nusantara yang diawasi oleh PT. Bukit Asam.

## 3. Banko Barat

Tambang Banko Barat memiliki Luas WIUP 4500 Ha. Tambang Banko Barat saat ini terdiri atas dua lokasi penambangan, yaitu Pit-1 dan Pit-3 dimana penambangan pada Pit-3 barat dan Pit-1 baik pada bagian barat maupun bagian timur dikelola sendiri (swakelola) dengan menggunakan jasa PT. Bangun Karya Pratama Lestari (PT. BKPL) dalam hal peminjaman alat berat dengan sistem sewa per jam. Sedangkan pada Pit-3 timur pekerjaan penambangan batubara dilakukan dengan menggunakan jasa kontraktor PT. Sumber Mitra Jaya (PT. SMJ) dengan sistem *contract mining* yang diawasi

oleh PT. Bukit Asam. Proses penambangan yang dilakukan menggunakan metode kombinasi antara *shovel and truck*. Nilai kalori batubara yang terdapat di Banko Barat berkisar antara 5.900-6.300 kkal/kg (adb).

Pada tambang Banko Barat memiliki peralatan untuk penanganan batubara tersendiri seperti pada tambang MTB, fasilitas tersebut digunakan untuk mengangkut batubara dari lokasi penambangan hingga stasiun pemuatan batubara atau TLS 3. Adapun batubara dari lokasi penggalian diangkut dengan menggunakan *dump truck* ke *dump hopper*.

### **3.1.2 Sumber Daya dan Klasifikasi Batubara**

Jumlah sumber daya yang terdapat di lokasi Kuasa Pertambangan PT. Bukit Asam (Persero), Tbk. Tanjung Enim adalah sebesar 4884,15 juta ton. Dengan rincian untuk cadangan terukur sebesar 3126,94 juta ton. Sedangkan cadangan tertunjuk sebesar 1422,21 juta ton dan cadangan tereka sebesar 335,00 juta ton. Cadangan batubara dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 3.1 Sumber Daya Batubara di PT. Bukit Asam (Persero), Tbk.**

Daerah	Sumber Daya (Juta ton)			
	Terukur (Measured)	Terunjuk (Indicated)	Tereka (Inferred)	Jumlah
Air Laya	236,74	12,62	0,00	249,36
Arahan Utara	180,00	40,00	10,00	230,00
Arahan Selatan	272,00	86,00	0,00	358,00
Air Serelo	49,04	0,69	0,00	49,73
Banko Barat	554,75	116,35	0,00	671,10
Banko Tengah	480,39	308,91	0,00	789,30
Banko Selatan	273,41	184,40	0,00	457,81
Bnajar Sari	242,14	42,90	0,00	285,04
Bunian Suka Merindu	20,67	0,00	0,00	20,67
Bukit Kendi	14,67	30,77	0,00	45,44
Kungkulan	105,20	41,19	0,00	146,39
MuaraTiga Besar Utara	308,40	23,00	0,00	331,40
MTBS Barat	215,36	33,38	0,00	248,74
MTBS Timur	174,17	0,00	0,00	174,17
Suban Jeriji Selatan	0,00	0,00	325,00	325,00
Suban Jeriji Utara	0,00	502,00	0,00	502,00
<b>Total</b>	<b>3126,94</b>	<b>1422,21</b>	<b>335,00</b>	<b>4884,15</b>

Satuan Kerja Eksplorasi Rinci PT. Bukit Asam (Persero), Tbk,

### 3.1.3 Lokasi Wilayah Izin Usaha Pertambangan

Lokasi Penambangan PT. Bukit Asam, Tbk terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Propinsi Sumatera Selatan dengan jarak kurang lebih 186 km Barat Daya dari pusat kota Palembang .

Daerah operasional penambangan Banko Barat adalah salah satu wilayah operasional PT Bukit Asam, yaitu sekitar 7 km dari Tanjung Enim ke arah timur. Secara administratif daerah Banko Barat termasuk daerah lokasi kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan.

Pada umumnya kondisi topografi di daerah Banko Barat umumnya bergelombang dengan ketinggian 60 m sampai 110 m di atas permukaan air laut, terdiri atas sungai, hutan, lembah dan beberapa area pertanian, perkebunan karet dan daerah perumahan penduduk.

Wilayah Izin Usaha Pertambangan ( WIUP ) PT Bukit Asam terletak di Tanjung Enim, Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan dengan ketercapaian jarak kurang lebih 186 km Barat Daya dari pusat kota Palembang (Gambar 2.2). Wilayah IUP PT Bukit Asam terletak pada posisi  $103^{\circ}45'$  BT –  $103^{\circ} 50'$  BT dan  $3^{\circ} 42' 30''$  LS –  $4^{\circ} 47' 30''$  atau garis bujur 9.583.200 – 9.593.200 dan lintang 360.600 - 367.000 dalam sistem koordinat internasional.

Aliran sungai Muara Enim melalui daerah penambangan yang berbukit dan landai. Dasar sungai mempunyai elevasi terendah kurang lebih 40 m dari permukaan air laut dan elevasi tertinggi berada pada puncak Bukit Asam dengan elevasi kurang lebih 282 m di atas permukaan air laut.

## **3.2 Keadaan Geologi**

### **3.2.1 Geologi Regional**

Secara regional wilayah penambangan PT. Bukit Asam, Tbk termasuk dalam sub cekungan Palembang yang merupakan bagian dari cekungan Sumatera Selatan dan terbentuk pada zaman tersier. Cekungan Sub Sumatera Selatan merupakan tempat terendapkannya batuan sedimen pembawa batubara berumur Tersier Akhir yaitu Formasi Muara Enim. Pada akhir Tersier sampai Kuartar, kegiatan tektonik berlanjut dan menyebabkan sedimen yang berada di Sumatera terangkat, tersebarkan, dan terlipat. Pada saat itu terbentuklah Antiklinorium Muara Enim.

Cekungan sub Sumatera Selatan secara struktural dapat dibagi menjadi Sub-Cekungan Jambi dan Sub-Cekungan Palembang yang diantara keduanya dipisahkan oleh sesar-sesar utama yang berhubungan dengan batuan dasar.

#### **A. Fisiografi**

Secara fisiografis daerah penelitian termasuk dalam Sub cekungan Sumatera Selatan dimana Cekungan yang terletak di

sebelah timur Pegunungan Barisan yang meluas ke daerah lepas pantai dan dianggap sebagai suatu Cekungan *Foreland* atau *back arc*. Berbatasan dengan Pegunungan Tiga Puluh dan Pegunungan Duabelas di bagian utara. Pada bagian Timur berbatasan dengan Paparan Sunda serta dengan Tinggian Lampung di bagian Selatan, sedangkan sebelah Barat berbatasan dengan Bukit Barisan.

## B. Stratigrafi

Sub cekungan Sumatera Selatan yang memiliki urutan litologi terdiri atas dua kelompok besar, yaitu kelompok telisa dan kelompok Palembang. Kelompok Telisa terdiri dari formasi lahat, formasi talangakar, formasi batu raja dan formasi gumai. Kelompok Palembang terdiri dari formasi Air Benakat, formasi Muara Enim dan Formasi Kasai. Dari kedua kelompok litologi yang ada di daerah penambangan PT. Bukit Asam, Tbk, formasi kasai, formasi Muara Enim, formasi Air Benakat ada pada geologi daerah penelitian Banko Barat.

### 1. Satuan Gunung Api Muda

Satuan Gunung api muda terdiri dari breksi dan tuf, sebarannya menempati bagian selatan daerah Kabupaten Muara Enim dengan membentuk morfologi perbukitan tinggi dan menyatu dengan deretan Pegunungan Bukit barisan.

## 2. Andesit

Intrusi Andesit di Bukit Asam diperkirakan terjadi sesudah orogenesis Plio-Plistosen, dimana struktur geologi di daerah Bukit Asam berbentuk seperti kubah/*antiform* karena telah berasosiasi dengan dengan batuan beku (andesit).

## 3. Formasi Kasai

Formasi Kasai diendapkan selaras diatas formasi Muara Enim. Formasi ini tersusun oleh batu tufaan yang dicirikan berwarna putih, batulempung dan sisipan batubara tipis seperti yang tersingkap di daerah Suban. Lingkungan pengendapan formasi ini adalah darat sampai transisi.

## 4. Formasi Muara Enim

Formasi Muara Enim diendapkan selaras di atas Formasi Benakat. Formasi ini berumur Miosen atas yang tersusun oleh batupasir, batulanau, batulempung, dan batubara.. Formasi ini merupakan pengendapan lingkungan laut neritik sampai rawa, dengan ketebalan berkisar antara 150-750 m. Formasi Muara Enim dicirikan oleh batuan yang berupa batupasir, batulanau, batulempung, dan batubara. Pada bagian atas formasi ini sering terdapat tufa atau lempung tufaan. Formasi ini juga merupakan formasi pembawa batubara.

## 5. Formasi Air Benakat

Formasi Air Benakat diendapkan selaras di atas Formasi Gumai yang berumur Miosen tengah tersusun oleh batulempung pasiran dan batupasir Glaukonitan. Formasi Air Benakat diendapkan pada lingkungan laut neritik dan berangsur menjadi laut dangkal, dengan ketebalan antara 100-800 m.

### C. Struktur Geologi

Struktur geologi regional di pulau Sumatera terutama Sumatera Selatan merupakan bagian dari pola struktur geologi yang dikontrol oleh pergerakan lempeng Samudra Hindia-Australia dan salah satu pengaruh dari tumbukan itu adalah terbentuknya cekungan-cekungan di pulau Sumatera.

Pada cekungan Sumatera Selatan ada struktur perlipatan akibat Orogenesa Plio-Plistosen yang terbagi atas 3 yaitu, Antiklinorium utama dari selatan ke utara, Antiklinorium Muara Enim dan Antiklinorium Pendop-Benakat. Di Tanjung Enim terdapat Antiklinorium Pendop-Benakat dan Antiklinorium Muara Enim dengan struktur agak curam dan asimetris juga sesar naik yang mempengaruhi penyebaran lapisan batubara.

### 3.2.2 Geologi Daerah Penelitian

Sebagian besar daerah penelitian merupakan daerah yang telah mengalami perubahan morfologi yang disebabkan oleh kegiatan penambangan dan penimbunan sementara material sisa penambangan.

### **A. Morfologi**

Secara umum daerah tambang PT. Bukit Asam, Tbk mempunyai bentuk permukaan yang bervariasi mulai dari dataran rendah hingga perbukitan. Pada bagian selatan tambang terdapat dataran rendah, yaitu daerah yang terdapat aliran sungai-sungai kecil yang bermuara di sungai Enim dan sungai Lematan dengan ketinggian  $\pm 50$  m di atas permukaan laut. Sedangkan daerah perbukitan terdapat di bagian barat dengan elevasi tertinggi  $\pm 282$  m di atas permukaan laut juga terdapat sungai lawai. Pada kedua daerah ini banyak dijumpai vegetasi yang sebagian besar merupakan tumbuhan hutan tropika dan semak belukar.

### **B. Litologi**

Litologi yang dijumpai di daerah penambangan Banko Barat umumnya berada di formasi Muara Enim. Perlapisan di tambang Banko Barat terdiri dari tiga lapisan batubara, yaitu Manggus, Suban, dan Petai. Penampang litologi daerah Tambang Banko Barat:

Batubara yang berada di daerah Tanjung Enim dan sekitarnya yang memiliki potensi untuk ditambang yaitu berada pada formasi Muara Enim yang merupakan pembawa batubara.

### 1. Lapisan Tanah Penutup

Lapisan ini dicirikan dengan adanya pasir, lanau, dan lempung. Pada lapisan ini ditemukan lapisan batubara gantung (*hanging coal*) dengan ketebalan 0,3-3 meter.

### 2. Lapisan Batubara A1

Lapisan batubara ini memiliki lapisan pengotor sebanyak 2-3 lapis dan ketebalan lapisan batubara A1 ini adalah 7,3 m.

### 3. Lapisan Interburden A1-A2

Lapisan ini terdiri dari batulempung, betonit dan batupasir taufaan dengan ketebalan berkisar antara 4 m.

### 4. Lapisan Batubara A2

Lapisan ini dicirikan oleh adanya lapisan silikan dibagian atas 20-40 cm dan ketebalannya berkisar 9,8 m.

### 5. Lapisan Interburden A2-B

Lapisan ini terdiri dari batu lanau, lempung dan batu pasir, dikenal dengan nama Suban *Marker Seam*. Ketebalan lapisan ini berkisar 18 m.

### 6. Lapisan Batubara B1

Lapisan batubara B1 biasanya terdapat dua sampai tiga lapisan pengotor yaitu lapisan lempung. Ketebalan lapisan ini berkisar 12,7m.

### 7. Lapisan Interburden B1-B2

Lapisan ini terdiri dari lempungan. Ketebalannya berkisar 3 meter.

#### 8. Lapisan Batubara B2

Lapisan batubara dengan pengotor lempung dan dijumpai lensa-lensa batu lanau dengan ketebalan batubara berkisar 4,5 m.

#### 9. Lapisan Interburden B2-C

Lapisan ini terdiri dari batu pasir dengan ketebalannya berkisar 38 meter.

#### 10. Lapisan Batubara C/C1

Lapisan ini merupakan lapisan yang umumnya sedikit memiliki lapisan pengotor seperti *siltstone*. Ketebalan sekitar 5,1 meter.

#### 11. Lapisan pengotor di bawah C

Lapisan ini terdiri dari batu pasir dengan ketebalan 2 meter.

### C. Struktur Geologi

Berdasarkan survei lapangan, lapisan batuan yang berada pada daerah penelitian memiliki jurus perlapisannya berorientasi barat laut-tenggara dengan kemiringan lapisan relatif ke utara dan selatan, dari data tersebut diproyeksikan ke geologi regional sehingga didapatkan bahwa di daerah penelitian ada kontrol struktur antiklin.

## 3.3 Alat dan Bahan

### 3.3.1 Alat dan Bahan Pengambilan Data Lapangan

Alat dan Bahan yang digunakan dalam pelaksanaan pengambilan data Skripsi ini adalah :

- HP
- Alat Ukur (meteran, penggaris)

- Buku Tulis
- Alat Tulis
- Alat Pelindung Diri (APD)
- Tabel Pengamatan
- Kalkulator
- Aksesoris Peledakan (*In Hole Delay, Surface Delay, Power Gel, Electric Detonator*)
- Bahan Peledak (ANFO)

### 3.3.2 Alat dan Bahan Pengolahan Data

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengolahan data penelitian Skripsi ini adalah :

- Laptop
- Kalkulator
- Buku Tulis
- Alat Tulis
- Data Penggunaan Bahan Peledak
- Foto-foto di lapangan
- Produksi *blasting*

## 3.4 Tata Laksana Penelitian

### 3.4.1 Langkah Kerja

Adapun langkah kerja yang dilakukan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut:

## 1. Tahapan Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan *Time frame* selama melakukan tugas akhir dengan mempelajari buku-buku literatur dan hasil Skripsi penulis terdahulu yang berkaitan dengan produksi *overburden* dari hasil peledakan, optimalisasi nilai PF, *digging time*, *productivity*, distribusi fragmentasi dari hasil peledakan.

## 2. Tahap Pengambilan data

Melakukan observasi langsung di lapangan tentang kegiatan peledakan dengan melihat geometri dari peledakan terutama untuk *Spasing*, *Burden* dan kedalaman lubang ledaknya beserta data penggunaan bahan peledaknya. Salah satu ukuran keberhasilan peledakan dapat dilihat dari ukuran distribusi fragmentasi. Ukuran dari fragmentasi hasil peledakan di foto kemudian dihubungkan dengan data *digging time* dan *productivity* alat muat. Data yang didapatkan di lapangan dibedakan atas data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapat dari hasil orientasi di lapangan. Sedangkan data sekunder merupakan dokumen-dokumen penunjang dalam menulis laporan ini.

### a. Data Primer

- 1) Mengambil data tahapan-tahapan proses kegiatan peledakan dimulai dari Pengeboran.

- 2) Mengambil data geometri peledakan yang dipakai saat ini oleh perusahaan.
- 3) Menghitung penggunaan bahan peledak yang dipakai.
- 4) Mengambil data hasil peledakan berupa fragmentasi di area lokasi yang diledakkan.
- 5) Menghitung *digging time* alat muat yang *me-loading* material yang diledakkan.
- 6) Mengambil data *productivity* alat muat yang *me-loading* material yang diledakkan.

b. Data Sekunder

- 1) Peta lokasi penambangan PT. Bukit Asam, Tbk
- 2) Peta kesampaian daerah
- 3) Peta Geologi
- 4) Data geoteknik penunjang untuk faktor batuan.
- 5) Target Produksi *overburden* dari hasil peledakan

### 3.4.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode kuantitatif, kualitatif, objektif dan diperoleh berupa angka-angka atau pernyataan yang dinilai. Penelitian dilaksanakan melalui prosedur sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Yaitu melakukan studi atau mencari referensi di perpustakaan dengan membaca literatur yang berkaitan dengan kegiatan

peledakan pada tambang. Literatur yang digunakan berasal dari buku, jurnal penelitian, laporan, internet serta makalah-makalah yang berhubungan dengan penelitian.

## 2. Kegiatan Studi Lapangan

Merupakan pengamatan langsung di lapangan terhadap operasional *blasting* serta lokasi rencana peledakan. Pengambilan data langsung di lapangan meliputi data proses kegiatan *blasting*, melakukan tanya jawab dengan para pekerja dan pencatatan hasil tanya-jawab/diskusi di lapangan dengan pihak-pihak terkait di PT. Bukit Asam, Tbk yang berkenaan dengan topik penelitian.

## 3. Pengelompokan Data

Data yang diperoleh dari hasil studi literatur dan studi lapangan, kemudian dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil peneliti di lapangan dan diolah peneliti. Sedangkan data sekunder adalah data penunjang yang didapat peneliti dari pihak perusahaan, instansi yang terkait dengan penelitian.

## 4. Pengolahan Data

Geometri peledakan yang dipakai saat ini dimasukkan ke rumus *KUZ-RAM* sehingga didapatkan ukuran distribusi fragmentasi untuk *plan* yang disajikan dalam bentuk grafik-grafik atau rangkaian perhitungan. Hasil dari perhitungan *KUZ-RAM* tersebut dibandingkan dengan ukuran distribusi fragmentasi yang aktual yang diolah dengan menggunakan aplikasi *Split Dekstop 2.0*.

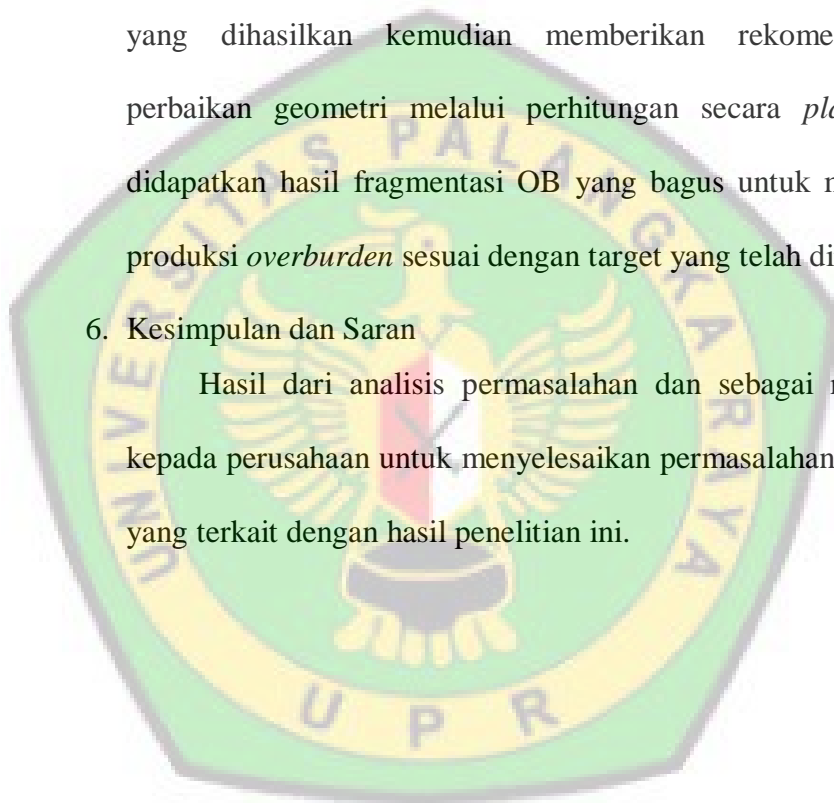
Kemudian hasil distribusi ukuran fragmentasi material peledakan dibandingkan dengan nilai *digging time* dan *productivity* yang dicapai untuk melihat ketercapain OB telah terpenuhi atau belum.

#### 5. Pembahasan

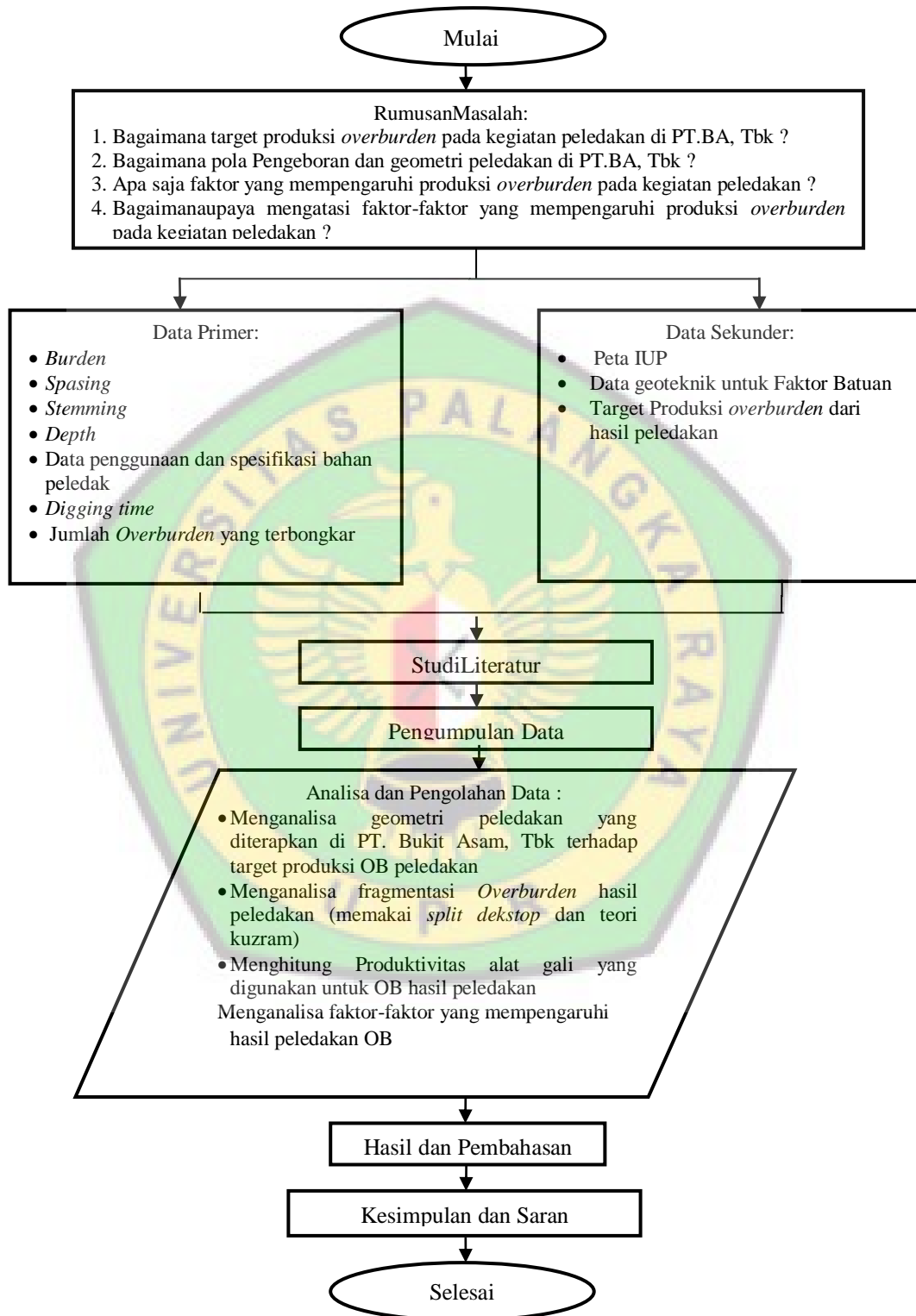
Melakukan analisa terhadap geometri peledakan yang telah ada, distribusi ukuran fragmentasi, *digging time* dan *productivity* yang dihasilkan kemudian memberikan rekomendasi/usulan perbaikan geometri melalui perhitungan secara *plan* sehingga didapatkan hasil fragmentasi OB yang bagus untuk mendapatkan produksi *overburden* sesuai dengan target yang telah direncanakan.

#### 6. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari analisis permasalahan dan sebagai rekomendasi kepada perusahaan untuk menyelesaikan permasalahan di lapangan yang terkait dengan hasil penelitian ini.



### 3.5 Bagan Alir



**Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian**



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk

Geometri peledakan merupakan desain awal sebelum melakukan peledakan yang meliputi *burden*, *spacing*, *stemming*, *powder column*, *subdrilling*, diameter lubang, dan kedalaman lubang. Akan tetapi, sebelum adanya geometri peledakan, target produksi merupakan hal yang lebih dahulu diperhatikan. Target produksi pada PIT 2 dengan PIT 3 berbeda karena pada PIT 2 tidak bisa terlalu membongkar material *overburden* dalam waktu yang cepat dikarenakan PIT 2 berada dekat dengan kawasan warga, sehingga peledakan yang dilakukan harus bisa mengurangi getaran yang dihasilkan.

**Tabel 4.1 Target Produksi PIT 2 dan PIT 3 di Bulan Oktober**

Lokasi	Target Volume Peledakan (BCM)	Ketercapaian Volume Peledakan (BCM)	
		Rencana	Aktual
Pit 2 Elektrifikasi Banko Barat	200.000	200.000	286.468
Pit 3 Elektrifikasi Banko Barat	500.000	500.000	515.455

Target Produksi OB PIT 2 Banko Barat = 200.000 BCM

Peledakan yang dilakukan di PIT 2 pada bulan oktober sebanyak 13 kali.

$$\text{Maka didapat target produksi harian} = \frac{200.000}{13}$$

$$= 15.384 \text{ BCM/hari}$$

Target Produksi OB di PIT 3 Banko Barat = 500.000 BCM

Peledakan yang dilakukan di PIT 3 pada bulan oktober sebanyak 15 kali.

$$\text{Maka didapat target produksi harian} = \frac{500.000}{15}$$

$$= 33.333 \text{ BCM/hari}$$

Dalam pengamatan yang dilakukan dilapangan, geometri berpengaruh terhadap hasil produksi *overburden* juga berpengaruh terhadap akibat yang dimunculkan dari kegiatan peledakan. Geometri aktual yang diamati di lapangan dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

**Tabel 4.2 Geometri Peledakan Aktual di PIT 2 Banko Barat**

Tanggal	Geometri Peledakan PIT 2 Banko Barat						Jumlah Lubang Ledak
	B(m)	S(m)	H(m)	T(m)	PC(m)	V (bcm)	
08/10/18	6,12	7,06	7,13	4,59	2,5	16.967	55
10/10/18	6,16	6,96	7,05	4,09	2,96	18.158,82	60
12/10/18	6,25	7,15	6,03	4,13	1,9	12.109,05	45
15/10/18	6,09	7,21	6,55	4,16	2,38	14.047,94	50
16/10/18	6,19	7,09	6,48	4,01	2,47	14.219,42	50
17/10/18	6,33	7,21	6,80	4,27	2,52	18.651,82	60
18/10/18	6,28	6,98	6,91	4,40	2,50	15.144,78	50

**Tabel 4.3 Geometri Peledakan Aktual di PIT 3 Banko Barat**

Tanggal	Geometri Peledakan PIT 3 Banko Barat						Jumlah Lubang Ledak
	B(m)	S(m)	H(m)	T(m)	PC(m)	V (bcm)	
22/10/18	8,10	9,11	7,10	3,77	3,33	36.674,13	70
23/10/18	8,02	8,93	7,42	3,8	3,62	31.884,60	60
25/10/18	8,2	9,13	7,57	4,19	3,37	34.004,13	60
26/10/18	7,55	9,14	7,66	3,76	3,9	20.748,00	40
27/10/18	7,88	9,08	6,74	3,59	3,15	42.330,60	90
29/10/18	8,12	8,91	6,9	3,52	3,38	24.960,47	50
30/10/18	7,90	8,79	7,3	3,73	3,56	25.374,80	50
06/11/18	8,11	8,86	7,4	3,35	4,05	25.301,40	50

Geometri yang ada di PT. BA, Tbk setiap peledakannya memiliki nilai yang berbeda-beda dengan menggunakan alat bor *Sandvik 245S* diameter *klawbit* 200 mm atau 7,875 inch.

Selain geometri peledakan, *Powder Factor* juga mempengaruhi hasil peledakan berupa fragmentasi. *Powder Factor* adalah perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap jumlah material yang diledakkan atau dibongkar dalam satuan  $\text{kg/m}^3$ . Pemanfaatan dari PF itu sendiri cenderung mengarah pada nilai ekonomis kegiatan peledakan karena berkaitan dengan harga bahan peledak yang digunakan dan perolehan fragmentasi peledakan yang akan dijual. Nilai PF yang dihasilkan dari pengamatan di lapangan dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

**Tabel 4.4 Data aktual *Powder Factor* PIT 2 Banko**

Tanggal	Jumlah lubang	Volume (bcm)	AN (kg)	FO (kg)	ANFO (kg)	PF (kg/bcm)
8/10/18	55	16.967	45	2,61	47,61	0,15
10/10/18	60	18.158,82	50	2,91	52,91	0,18
12/10/18	45	12.109,05	45	2,61	47,61	0,13
15/10/18	50	14.047,94	45	2,61	47,61	0,16
16/10/18	50	14.219,42	45	2,61	47,61	0,15
17/10/18	60	18.651,82	45	2,61	47,61	0,15
18/10/18	50	15.144,78	50	2,91	52,91	0,16

**Tabel 4.5 Data aktual Powder Factor PIT 3 Banko**

Tanggal	Jumlah Lubang	Volume (bcm)	AN (kg)	FO (kg)	ANFO (kg)	PF (kg/bcm)
22/10/18	70	36.674,13	90	5,23	95,23	0,15
23/10/18	60	31.884,60	90	5,23	95,23	0,18
25/10/18	60	34.004,13	85	4,94	89,94	0,15
26/10/18	40	20.748,00	90	5,23	95,23	0,19
27/10/18	90	42.330,60	88,8	5,16	93,96	0,17
29/10/18	50	24.960,47	90	5,23	95,23	0,17
30/10/18	50	25.374,80	87	5,06	92,06	0,18
06/11/18	50	25.301,40	90	5,23	95,23	0,17

Dari geometri aktual pada Pit 2 dan Pit 3 di atas, dilakukanlah proses kegiatan peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk yang meliputi persiapan areal peledakan, pemasangan titik bor, Pengeboran, pengukuran kedalaman lubang, pemasangan *Daya Gel* dan *In Hole Delay*, pengisian bahan peledak, *stemming*, perangkaian, *final check*, evakuasi unit dan peledakan.



**Gambar 4.1 Area sebelum Peledakan PIT 2 di Tanggal 15 Oktober 2018**



**Gambar 4.2 Area Hasil Peledakan di PIT 2 Banko Barat di tanggal 15 Oktober 2018**



**Gambar 4.3 Area sebelum Peledakan PIT 3 di Tanggal 22 Oktober 2018**



**Gambar 4.4 Area Hasil Peledakan di PIT 3 Banko Barat di tanggal 22 Oktober 2018**

#### **4.1.2 Faktor yang mempengaruhi Produksi *Overburden* dari Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk**

Geometri peledakan yang meliputi *burden*, *spacing*, *stemming*, kedalaman lubang dan juga PC memiliki nilai yang berbeda setiap harinya secara aktual, hal tersebut adalah salah satu faktor yang mempengaruhi hasil peledakan, yang dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Fragmentasi yang dihasilkan dari kegiatan peledakan memiliki ukuran *boulder* harus  $< 15\%$ . Ukuran fragmentasi yang telah ditetapkan oleh PT.BA, Tbk adalah ketika batuan yang telah terbongkar tidak bisa diambil atau masuk ke dalam *bucket Power Shovel PC.3000*. Akan tetapi batuan yang berukuran  $1/3$  dari ukuran *bucket* sudah bisa dikatakan bongkah /*boulder* yaitu berukuran 1,1 m.

Dari geometri aktual yang telah diukur dilapangan, didapat fragmentasi yang dihasilkan. Fragmentasi yang dihasilkan diketahui dari teori *Kuz-Ram* juga menurut *Software Split Dekstop 2.0*

##### **Fragmentasi batuan berdasarkan *Kuz-Ram***

Penentuan ukuran fragmentasi menggunakan teori *Kuz-Ram* menggunakan data-data desain geometri peledakan. Kemudian dilakukan perhitungan prediksi ukuran rata-rata fragmentasi menggunakan rumus *Kuznetsov* (1973) dan distribusi fragmentasi batuan menggunakan rumus *Rossin-Ramler*.

**Tabel 4.6 Distribusi Fragmentasi dengan Metode *Kuz-Ram* pada PIT 2 Banko Barat**

Ukuran (mm)	Persentase Lolos (%)						
	08 Okt	10 Okt	12 Okt	15 Okt	16 Okt	17 Okt	18 Okt
100	89,43	85,24	90,17	88,02	87,46	88,85	88,51
200	61,89	58,68	58,72	61,30	61,38	62,45	60,33
300	53,30	48,64	50,78	52,16	51,99	53,56	51,49
400	46,64	40,96	44,74	45,07	44,70	46,64	44,69
500	41,25	32,42	34,87	39,36	38,83	41,03	39,23
600	36,77	26,77	29,92	34,64	33,99	36,36	34,72
700	32,99	22,20	25,85	30,68	29,93	32,43	30,94
800	29,74	18,48	22,44	27,31	26,49	29,06	27,71
900	26,92	15,43	19,57	24,41	23,54	26,14	24,93
1000	24,46	12,92	17,14	21,90	20,99	23,60	22,51
1100	22,30	10,84	15,06	19,711	18,78	21,38	20,39

**Tabel 4.7 Distribusi Fragmentasi dengan Metode *Kuz-Ram* pada PIT 3 Banko Barat**

Ukuran (mm)	Persentase Lolos (%)							
	22 Okt	23 Okt	25 Okt	26 Okt	27 Okt	29 Okt	30 Okt	06 Nov
100	86,15	85,55	88,36	83,33	84,98	85,02	82,25	86,76
200	64,21	64,99	65,61	66,35	63,10	63,69	64,65	64,16
300	54,02	54,50	56,29	54,85	52,50	53,06	54,05	54,24
400	45,94	46,12	48,86	45,51	44,13	44,64	45,60	46,38
500	39,37	39,27	42,76	37,87	37,37	37,82	38,72	39,99
600	33,93	33,61	37,66	31,58	31,83	32,21	33,03	34,68
700	29,37	28,88	33,33	26,38	27,23	27,55	28,30	30,23
800	25,53	24,90	29,61	22,07	23,38	23,65	24,32	26,45
900	22,26	21,53	26,40	18,49	20,14	20,37	20,96	23,23
1000	19,47	18,66	23,61	15,51	17,40	17,58	18,11	20,46
1100	17,06	16,21	21,17	13,02	15,07	15,22	15,68	18,07

### **Fragmentasi Batuan Berdasarkan *Split Dekstop***

*Split Dekstop* merupakan *software* yang digunakan untuk mendistribusi fragmentasi dari batuan melalui analisis gambar digital *gray scale* yang didapat langsung dari tumpukan hasil peledakan (*muckpile*) di lapangan.

Dari pengolahan distribusi fragmentasi hasil peledakan menggunakan *Split Dekstop*, maka diperoleh hasil pengukuran fragmentasi pada tabel di bawah :

**Tabel 4.8 Distribusi Fragmentasi berdasarkan SD pada PIT 2 Banko Barat**

Tanggal	Ukuran fragmentasi PIT 2 (mm)									
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
08/10/18	57,25%	77,42%	96,14%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10/10/18	46,40%	64,27%	81,36%	93,47%	99,52%	100%	100%	100%	100%	100%
12/10/18	79,86%	96,36%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
15/10/18	50,87%	73,23%	91,18%	99,24%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
16/10/18	60,66%	86,14%	97,36%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
17/10/18	47,11%	57,44%	72,48%	88,02%	97,63%	100%	100%	100%	100%	100%
18/10/18	57,25%	77,42%	96,14%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

**Tabel 4.9 Distribusi Fragmentasi Berdasarkan SD PIT 3 Banko Barat**

Tanggal	Ukuran fragmentasi PIT 3 (mm)										
	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
22/10/18	51,31%	82,36%	99,33%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
23/10/18	39,40%	51,44%	56,93%	62,50%	69,34%	77,23%	84,73%	90,28%	95,29%	99,40%	100%
25/10/18	29,88%	46,03%	53,39%	60,94%	69,52%	78,69%	86,11%	91,03%	94,36%	96,72%	98,81%
26/10/18	38,69%	54,62%	65,99%	73,69%	81,76%	89,26%	95,67%	99,01%	100%	100%	100%
27/10/18	33,59%	48,64%	55,39%	61,30%	67,93%	75,26%	81,70%	87,52%	92,64%	96,63%	99,75%
29/10/18	43,57%	62,31%	80,73%	93,89%	99,23%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
30/10/18	35,56%	45,74%	51,67%	57,75%	63,15%	67,81%	71,81%	75,25%	78,36%	81,78%	85,36%
06/11/18	40,07%	52,04%	61,25%	68,08%	72,45%	77,34%	82,40%	87,62%	92,59%	97,02%	99,76%

### **Fragmentasi menurut hubungan *Digging Time* dengan *Powder Factor***

Volume material yang diledakkan menggunakan ANFO berpengaruh terhadap fragmentasi yang dihasilkan, juga berpengaruh terhadap getaran yang ditimbulkan. Semakin banyak ANFO yang digunakan, semakin tinggi nilai dari PF maka semakin besar getaran yang ditimbulkan tetapi volume

material yang terbongkar akan semakin banyak pula. Fragmentasi yang dihasilkan juga berpengaruh terhadap waktu produktivitas alat gali (*Shovel* PC 3000), terutama pada waktu galinya/*digging*.

**Tabel 4.10 Hubungan *Digging Time* dengan *Powder Factor* di PIT 2 Banko**

Tanggal	Volume(BCM)	<i>Digging</i> (s)	PF
08/10/2018	16.967	10,2	0,15
12/10/2018	12.109,05	12,42	0,13
15/10/2018	14.047,94	11,3	0,16
18/10/2018	15.144,78	12,51	0,16

**Tabel 4.11 Hubungan *Digging Time* dengan *Powder Factor* di PIT 3 Banko**

Tanggal	Volume(BCM)	<i>Digging</i> (s)	PF
22/10/2018	36.674,13	13,67	0,16
23/10/2018	31.884,60	11,08	0,18
25/10/2018	34.004,13	13,6	0,15
26/10/2018	20.748,00	11,08	0,19

#### **4.1.3 Upaya mengatasi geometri yang berpengaruh terhadap produksi *overburden* di PT. Bukit Asam, Tbk**

Geometri yang ada di PT. Bukit Asam, Tbk merupakan hasil perhitungan trial and eror atau coba-coba dan menghasilkan OB yang terbongkar melewati target produksi. akan tetapi jika dihitung kembali menurut teori R.L.Ash, dan C.J.Konya memiliki nilai geometri yang berbeda lagi dengan geometri yang ada di PT. Bukit Asam, Tbk.

Geometri peledakan menurut R.L.Ash (1967) membuat pedoman peledakan jenjang berdasarkan pengalaman empirik yang diperoleh di berbagai tempat dengan berbagai jenis batuan yang berbeda-beda. Sedangkan menurut C.J.Konya (1990) untuk memperoleh hasil fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu suatu perencanaan ledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri peledakan.

Dari tabel di bawah, dapat dilihat perbandingan geometri aktual dengan teori R.L.Ash dan C.J.Konya :

**Tabel 4.12 Geometri Aktual dengan Teori R.L.Ash dan C.J.Konya**

Geometri	Aktual	R.L.Ash	C.J.Konya
B	7,95	5,7	5,6
S	9	8,5	7,8
H	7,3	8,5	8
T	3,9	4,3	3,92
PC	3,4	4,2	4,08
AN	90	111	108
FO	5,23	6,4	6,2
V	30000	30000	30000
Jumlah Lubang	57	72	85
pf	0,17	0,26	0,30

**Tabel 4.13 Distribusi Fragmentasi menggunakan Geometri Aktual, R.L.Ash Dan C.J.Konya**

Ukuran Fragmentasi (mm)	Persentase Lolos Ayakan (%)		
	Aktual	R.L.Ash	C.J.Konya
100	77,54	84,36	74,85
200	63,91	69,30	53,66
300	53,61	56,28	37,77
400	45,46	45,35	26,26
500	38,84	36,32	18,08
600	33,37	28,95	12,35
700	28,81	22,98	8,38
800	24,96	18,17	5,65
900	21,7	14,33	3,80
1000	18,92	11,26	2,54

Dari tabel di atas, penulis merancang geometri yang bisa digunakan untuk peledakan selanjutnya di PT. Bukit Asam, Tbk . Rancangan ini merupakan rancangan yang biasa dipakai di perusahaan-perusahaan yang menerapkan peledakan dalam kegiatan penambangannya karena teori ini merancang geometri peledakan dengan coba-coba atau *trial and error* dari *Dyno Nobel Explosive (DNX)*. Tinggi jenjang juga diameter lubang menjadi pertimbangan dari rancangan ini.

**Tabel 4.14 Geometri Usulan menurut *Rules Of Thumb***

Geometri	<i>Rules Of Thumb</i>
B	8
S	9,2
H	8
T	4
PC	4
AN	106
FO	6,16
V	30000
Jumlah Lubang	50
Pf	0,18

**Tabel 4.15 Hasil Distribusi Fragmentasi menurut *Rules Of Thumb***

Ukuran Fragmentasi (mm)	Persentase Lolos (%)
100	78,95
200	64,7
300	53,66
400	44,84
500	37,66
600	31,77
700	26,88
800	22,81
900	19,41
1000	16,55
1100	14,13

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Geometri peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk

Peneliti mengamati kegiatan peledakan di PT.BA mencakup 2 PIT yaitu PIT 2 dan PIT 3 pada daerah Banko Barat Tanjung Enim. Dalam kegiatan peledakan di PIT 2 dan PIT 3 pihak PT.BA bekerja sama dengan PT.Dahana sebagai kontraktor peledakan.

Sebelum mengukur langsung geometri peledakan secara aktual di lapangan, target produksi yang ditentukan di bulan Oktober terbagi atas 2 target produksi dimana pada Pit 2 adalah 200.00 BCM/13 hari dengan target produksi /hari nya adalah sebanyak 15.384 BCM dan pada Pit 3 500.000 BCM/15 hari, target produksi OB/harinya adalah 33.333 BCM.

Dari target produksi OB yang ada, geometri yang digunakan di PT. Bukit Asam,Tbk agar memenuhi ketercapaian produksi OB dapat dilihat pada tabel 4.2 dan tabel 4.3.

Desain geometri peledakan di PIT 2 dan PIT 3 berbeda. Alasan perbedaan geometri pada PIT 2 dan PIT 3 adalah jarak antar kawasan warga dengan PIT.

Pada PIT 2 yang dekat dengan kawasan warga dengan jarak 1,2 km membuat geometri lebih kecil dari PIT 3, dikarenakan untuk mengurangi getaran yang ditimbulkan dari peledakan. Sedangkan pada daerah PIT 3 berada jauh dari kawasan warga sehingga geometri yang di desainpun lebih tinggi dari PIT 2.

Dari pengukuran geometri secara aktual di lapangan, didapatkan proses kegiatan peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk dimulai dari :

#### 1. Persiapan Lokasi

Kegiatan ini adalah awal dari kegiatan peledakan, dimana dilakukannya penyediaan lokasi peledakan yang sudah direncanakan sebelumnya, kemudian dilakukan pembersihan lahan/lokasi dari tumpukan-tumpukan tanah ataupun batuan yang ada disekitar lokasi menggunakan *Dozer*.

#### 2. Persiapan Lokasi

Kegiatan ini adalah awal dari kegiatan peledakan, dimana dilakukannya penyediaan lokasi peledakan yang sudah direncanakan sebelumnya, kemudian dilakukan pembersihan lahan/lokasi dari tumpukan-tumpukan tanah ataupun batuan yang ada disekitar lokasi menggunakan *Dozer*.

#### 3. Pemasangan Titik Bor

Pihak PT. Dahana yang memasang titik bor sesuai jumlah lubang yang akan diledakkan. Pemasangan titik bor menggunakan *Phytagoras* segitiga sama kaki dimana ukuran *Spasing* = alas, *Burden* = tinggi, dan ada sisi miring yang diukur menggunakan meteran. *Burden* dan *Spasing* di PIT 2 dan PIT 3 memiliki ukuran yang berbeda. *Burden* dan *Spasing* pada PIT 2 yaitu 7m dan 8m sedangkan di PIT 3 yaitu 8m dan 9m .

#### 4. Pengeboran

Kegiatan Pengeboran di PT.BA menggunakan pola Pengeboran selang-seling (*staggered pattern*) dengan arah Pengeboran tegak. Alat bor yang digunakan adalah *Sandvik D 245s*.

#### 5. Pengukuran Kedalaman Lubang

Pengukuran kedalaman lubang/*sounding* dilakukan untuk memeriksa kedalaman lubang bor setiap lubangnya untuk dilaporkan di *Report Blasting* nantinya.

#### 6. Pemasangan *Daya Gel* dan *In Hole Delay*

*Daya gel* yang digunakan adalah jenis *magnum* diproduksi oleh PT. Dahana begitu juga dengan *in hole delay* nya dengan panjang *shock tube* 9m dan 12m memiliki waktu tunda 3000 m/s dan 6000 m/s.

#### 7. Pembagian Isian Bahan Peledak (*charging*)

Bahan peledak yang digunakan adalah ANFO dimana pembagiannya AN sebanyak 94,5% dan FO sebanyak 5,5%. Isian bahan peledak pada PIT 2 sebanyak 45-50 kg/lubang dikarenakan dekat dengan daerah warga sekitar dan PIT 3 sebanyak 85-90 kg/lubang. Pembagian bahan peledak per lubangnya menggunakan alat MMU (*Mobile Mixing Unit*).

#### 8. *Stemming*

Kegiatan penutupan dan pepadatan lubang/*blast hole* menggunakan *cutting* atau tanah hasil Pengeboran. Ukuran

*stemming* harus sesuai dengan geometri karena ketika ukuran *stemming* lebih panjang akan menimbulkan *boulder*/bongkahan dan ukuran yang lebih pendek mengakibatkan *fly rock*.

#### 9. Perangkaian (*Tie-up*)

*Surface delay* yang digunakan di PT.BA bervariasi, ada 42 m/s, 67 m/s, 109 m/s, 500 m/s, 3000 m/s dan 6000 m/s dengan panjang 9m-12 m. Perangkaian dilakukan oleh pihak-pihak yang sudah ahli, baik dari pihak PT.BA juga dari pihak PT. Dahana.

Pola peledakan yang diterapkan di PT.BA ada pola *echelon* dan juga *box cut*. Tergantung luas daerah yang tersedia dan *free face* yang ada.

#### 10. Final Check

Pemeriksaan ulang perangkaian *surface delay* dengan *in hole delay* sesuai pola yang diterapkan disetiap lubang yang siap untuk diledakkan. Pemeriksaan dilakukan oleh juru ledak dan pengawas peledakan baik dari PT. BA juga dari PT. Dahana.

#### 11. Evakuasi Unit

Juru ledakan memberitahukan kepada semua yang beraktivitas di sekitaran daerah peledakan untuk menjauhi daerah peledakan, untuk alat sejauh 300 m dari area peledakan dan manusia sejauh 500 m. Dan peledakan akan siap dilaksanakan ketika sirine dibunyikan sebanyak 2 kali.

## 12. Peledakan/*Firing*

Sebelum diledakkan, tegangan dari rangkaian harus di ukur terlebih dahulu dengan menggunakan *Blasting Ohmmeter* kemudian akan diledakkan dengan menggunakan *Blasting Machine*.

Setelah peledakan usai, juru ledak memeriksa lokasi peledakan untuk mengetahui ada tidaknya lubang ledak yang tidak meledak/*missfire*. Setelah semua lokasi peledakan dikatakan aman, maka aktivitas penambangan pun bisa dilanjutkan kembali.

### **4.2.2 Analisis Faktor yang mempengaruhi Produksi *Overburden* dari Geometri Peledakan di PT. Bukit Asam, Tbk**

Geometri yang telah ditentukan seperti *burden*, *spacing*, kedalaman lubang, dan *stemming* harus disesuaikan dengan kondisi geologi dan jenis bahan peledak yang digunakan.

Geometri aktual yang diambil dilapangan memiliki nilai geometri yang berbeda beda setiap harinya. Salah satunya dikarenakan luas daerah yang disediakan. Daerah yang dekat dengan lapisan batubara akan memiliki kedalaman lubang ledak yang lebih pendek disbanding dengan yang tidak dekat dengan lapisan batubara. Faktor lainnya yang mengakibatkan geometri yang berbeda setiap harinya adalah kondisi lapangan. Kondisi lapangan yang menanjak ataupun menurun mengakibatkan kegiatan pengeboran kurang maksimal, juga cuaca

seperti angin juga berpengaruh terhadap geometri, dimana titik bor yang telah dipasang, berpindah ketika angin yang kencang datang.

Perubahan *burden* dan *spacing* akan mempengaruhi bahan peledak dan fragmentasi. Bila jarak *burden* semakin besar, gelombang regangan tekan akan menempuh jarak yang lebih jauh untuk menuju bidang bebas, terlalu kecil untuk menimbulkan rekahan radikal, sehingga menyulitkan gas-gas peledakan dalam membongkar rekahan-rekahan dan menimbulkan fragmentasi berukuran besar atau bongkah, sebaliknya jika jarak *burden* lebih kecil, gelombang regangan akan lebih cepat menempuh jarak bidang bebas sehingga fragmentasi yang dihasilkan berukuran kecil. Ukuran *spacing* yang lebih kecil akan menyebabkan ukuran material yang diledakkan terlalu hancur/halus, dan jika ukuran *spacing* lebih besar maka material yang dihasilkan akan membentuk bongkahan dan tonjolan (*stump*) diantara lubang ledak setelah peledakan.

Selain *burden* dan *spacing*, *stemming* juga berpengaruh terhadap hasil peledakan, karena *stemming* menjaga tekanan pengungkungan dan keseimbangan distribusi energi antara daerah yang terisi bahan peledak dengan yang tidak. Kehadiran air dalam lubang bor seperti yang terjadi di lokasi penelitian membuat pengaruh buruk terhadap hasil peledakan. Material yang tepat untuk *stemming* itu adalah *gravel*/kerikil yang dapat memperkuat ikatan.

Panjang atau pendek *stemming* juga menjadi perhatian penting, dimana jika ukuran *stemming* yang terlalu panjang akan menghasilkan energi peledakan yang tidak cukup terdistribusi ke daerah permukaan dan menghasilkan fragmentasi yang buruk dan ketika *stemming* lebih pendek akan menimbulkan getaran karena isian bahan peledak yang terlalu banyak. Panjang *stemming* yang direncanakan dalam PIT 2 adalah 4,5m – 5m dengan kedalaman 7m dan pada PIT 3 *stemming* sepanjang 4,5m– 5m dengan kedalaman lubang 8m. Dan panjang rata-rata *stemming* yang didapat dari data aktual di lapangan yang ada di PIT 2 adalah sekitar 4,26m dengan kedalaman lubang rata-rata 7,11m, di PIT 3 adalah sekitar 3,82m dengan kedalaman lubang rata-rata 7,29m. Alasan mengapa data aktual sedikit berbeda dengan data rancangan karena factor kondisi lapangan yang terjal yang membuat pengeboran kurang efektif, juga alat ukur yang digunakan oleh operator *drilling* berbeda dengan alat ukur yang digunakan oleh peneliti di lapangan.

#### **Analisis Hasil Fragmentasi dari Perhitungan *Kuz-Ram* dengan Geometri Aktual dan *Software Split Dekstop***

Nilai fragmentasi yang dihasilkan dari peledakan dapat diketahui nilainya berdasarkan geometri aktual dilapangan juga hasil foto fragmentasi di lapangan. Pada tabel 4.6 dan tabel 4.7 terdapat hasil persentase lolos fragmentasi menurut metode *kuz-ram* sesuai dengan geometri aktual di lapangan juga memakai nilai factor batuan yang ada di lapangan. Di PT.BA, Tbk sendiri menentukan fragmentasi yang

dikatakan bongkah/*boulder* jika ukuran fargmentasi tidak dapat masuk ke dalam *bucket Super Shovel* PC.3000. Tapi menurut ketentuan, fragmentasi yang berukuran *boulder* itu 1/3 dari ukuran *bucket* yaitu 1,1 m, dan jumlah *boulder* atau batas toleransi bongkahan ditentukan adalah < 15% yang masih bisa dikatakan fragmentasi yang baik.

Pada PIT 2 Banko Barat, prediksi fragmentasi yang didapat dari perhitungan *Kuz-Ram* menggunakan geometri aktual di tanggal 08/10/2018 hasil ukuran >1,1m adalah 22,30%, 10/10/2018 adalah 10,84%, 12/10/2018 adalah 15,06%, 15/10/2018 adalah 19,71%, 16/10/2018 adalah 18,78%, 17/10/2018 adalah 21,38% dan pada tanggal 18/10/2018 adalah 20,39%.

Pada PIT 3 Banko Barat, tanggal 22/10/2018 hasil ukuran >1,1m adalah 17,06%, 23/10/2018 adalah 16,21%, 25/10/2018 adalah 21,17%, 26/10/2018 adalah 13,02%, dan pada tanggal 27/10/2018 adalah 15,07%, 29/10/2018 adalah 15,22%, 30/10/2018 adalah 15,68%, 06/11/2018 adalah 18,07%.

Dari data yang telah didapat pada lokasi PIT 2 Banko Barat hasil fragmentasi rata-rata setelah 7 kali peledakan adalah 18,35% yang berukuran >1,1m. Di PIT 3 Banko Barat hasil fragmentasi rata-rata setelah 5 kali peledakan adalah 16,43%. Jadi menurut metode *Kuz-Ram* hasil fragmentasi yang ada di PIT 2 dan PIT 3 Banko Barat dikatakan belum baik karena ukuran *boulder* >15%. Akan tetapi hasil di lapangan melalui pengamatan langsung fragmentasi masih bisa dikatakan baik

karena waktu *digging* yang sekitar 10-13 detik dan target produksi yang masih tercapai.

Selain dari data geometri aktual, distribusi fragmentasi juga bisa di prediksi melalui pengambilan gambar langsung fragmentasi yang ada di lapangan kemudian diolah oleh *software Split Destop 2.0*. Pada tabel 4.8 dan tabel 4.9 dapat dilihat hasil fragmentasi yang didapat. Di PIT 2 Banko Barat tanggal 08/10/2018 ukuran fragmentasi >1m tidak ada, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 40 cm, pada tanggal 10/10/2018 tidak ada fragmentasi berukuran >1,1m fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 60 cm, 12/10/2018 tidak ada fragmentasi berukuran >1,1m, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 30 cm, 15/10/2018 tidak ada yang berukuran >1,1m, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 50 cm, 16/10/2018 tidak ada fragmentasi yang >1,1m, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 40 cm, 17/10/2018 tidak ada fragmentasi >1,1m, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 60 cm, dan pada tanggal 18/10/2018 tidak ada fragmentasi yang >1,1m, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 40 cm.

Di PIT 3 Banko Barat tanggal 22/10/2018 tidak ada fragmentasi yang >1,1m, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 40 cm, 23/10/2018 ukuran fragmentasi >1,1m adalah 0,6%, 25/10/2018 ukuran fragmentasi >1,1m adalah 3,28%, 26/10/2018 ukuran fragmentasi >1,1m tidak ada, fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 90 cm dan pada tanggal 27/10/2018 fragmentasi >1,1m adalah 3,37%, pada tanggal 29/10/2018

tidak ada fragmentasi yang  $>1,1\text{m}$ , fragmentasi lolos ayakan pada ukuran 60 cm, tanggal 30/10/2018 ukuran fragmentasi  $>1,1\text{m}$  adalah 14,63%, dan pada tanggal 06/11/2018 ukuran fragmentasi  $>1,1\text{m}$  adalah 0,24%,

Dari data yang telah diolah pada *software Split Desktop 2.0*, lokasi PIT 2 tidak terdapat bongkahan  $>1,1\text{m}$  dikarenakan material yang diledakkan meledak di dalam dan membuat fragmentasi yang dihasilkan di atas permukaan relatif kecil. Pada PIT 3 fragmentasi yang dihasilkan  $>1,1\text{m}$  rata-rata  $< 2,69\%$  dan dapat disimpulkan pada PIT 3 menurut *Split Desktop* fragmentasi yang dihasilkan adalah baik.

#### **Pengaruh Powder Factor Terhadap Hasil Peledakan**

Pada penelitian kali ini, peneliti mengamati hasil *digging* dengan alat gali *Super Shovel PC 3000 Komatsu*. Dari hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan pada PIT 2, waktu *digging* 10,2 detik memiliki nilai  $PF=0,15$ , *digging*=12,42 detik nilai  $PF=0,13$ , *digging*=11,3 detik nilai  $PF=0,16$ , *digging*=12,51 detik nilai  $PF=0,16$ . Pada PIT 3 nilai waktu *digging*=13,67 detik nilai  $PF=0,16$ , *digging*=11,08 detik nilai  $PF=0,18$ , *digging*=13,6 nilai  $PF=0,15$ , *digging*=11,08 nilai  $PF=0,19$ . Dari hasil yang telah didapat, bisa dirata-ratakan bahwa banyaknya bahan peledak yang digunakan akan menaikkan nilai  $PF$  yang akan berdampak terhadap hasil fragmentasi yang relatif kecil sehingga memudahkan *Super Shovel PC 3000* untuk menggali material. Dan ketika nilai  $PF$  diturunkan maka waktu *digging* juga semakin naik atau semakin lama durasinya. Semakin rendah waktu *digging* akan meningkatkan produksi.

### 4.2.3 Upaya yang dilakukan dari faktor geometri yang mempengaruhi

#### **Produksi *Overburden***

Geometri peledakan merupakan desain awal sebelum melakukan peledakan yang meliputi *burden*, *spacing*, *stemming*, *powder column*, *subdrilling*, diameter lubang, dan kedalaman lubang. Dari tabel 4.2 dan tabel 4.3 dapat dilihat, bahwa *Overburden* yang terbongkar setiap peledakannya memiliki jumlah yang berbeda-beda tetapi dapat melewati target produksi yang telah ditentukan. Pihak PT. Dahana sebagai kontraktor dan PT. BA,Tbk sebagai *owner* memakai teori *trial and eror*, dimana memakai teori coba-coba, dan memilih geometri yang menghasilkan fragmentasi yang bagus dengan nilai yang ekonomis.

Kali ini peneliti melihat perbedaan penggunaan geometri dari pihak PT.BA,Tbk dengan geometri yang didapat dari perhitungan menggunakan teori R.L.Ash dan C.J.Konya dimana setiap teorinya menghasilkan fragmentasi yang berbeda-beda. Hal ini diperlukan untuk dapat melihat geometri yang cocok digunakan sesuai dengan permintaan hasil fragmentasi dan biaya yang ekonomis.

Dari perhitungan yang telah dilakukan, telah didapatkan perbandingan geometri aktual di lapangan dengan geometri menurut R.L.Ash dan juga C.J.Konya yang bisa dilihat pada tabel 4.11.

Diasumsikan jika peledakan yang direncanakan memiliki volume 30.000 BCM, nilai geometri yang didapat menurut R.L.Ash adalah *burden* 5,7m, spasi 8,5m, kedalaman lubang 8,5m, *stemming* 4,2m, isian

bahan peledak 4,3m, banyak AN/lubang 111 kg, *Fuel Oil* 6,4 liter, jumlah lubang ledak 72 lubang dengan nilai PF 0,26. Sedangkan geometri yang didapat dari perhitungan C.J.Konya adalah *burden* 5,6m, spasi 7,8m, kedalaman lubang ledak 8m, *stemming* 3,9m, isian bahan peledak 4,08m dengan banyak isian AN/lubang 108 kg dan *Fuel Oil* 6,2 liter, jumlah lubang ledak 85 lubang serta nilai PF 0,30.

Dari geometri R.L.Ash dan C.J.Konya *burden* dan *spacing* yang dimiliki lebih kecil dibanding geometri aktual yang menyebabkan jumlah lubang ledak yang diperlukan lebih banyak dari geometri aktual, akan tetapi terlihat dari nilai PF yang didapat dari R.L.Ash dan C.J.Konya yang lebih tinggi dari geometri aktual membuat hasil fragmentasi relatif lebih kecil dari geometri aktual menurut perhitungan *Kuz-Ram*.

Distribusi fragmentasi yang diprediksi oleh perhitungan *Kuz-Ram* menggunakan data geometri rata-rata aktual ukuran fragmentasi >1,1m adalah 16,53%, jika memakai geometri menurut teori R.L.Ash ukuran fragmentasi >1,1m adalah 8,83 % dan ketika memakai geometri C.J.Konya ukuran fragmentasi >1,1m adalah 1,69 %. Dapat disimpulkan bahwa geometri menurut R.L.Ash dan C.J. Konya meningkatkan nilai PF agar meningkatkan produksi dengan melihat hasil distribusi fragmentasi perhitungan *Kuz-Ram*.

Selain dari teori dari R.L.Ash dan C.J.Konya yang dibuat sebagai pembandingan untuk mengupayakan hasil fragmentasi yang lebih baik dari

sebelumnya, peneliti juga menggunakan perhitungan *rule of thumb* dari PT.Dahana Ketika Geometri yang ada masih menunjukkan hasil yang baik bagi fragmentasi yang ditimbulkan, maka rancangan *rules of thumb* ini lah yang digunakan untuk menganalisa perubahan geometri, bahan peledak dan lainnya.

Dari rancangan ini, peneliti mendapatkan geometri dengan *burden* 8m, *spacing* 9,2m, kedalaman lubang 8m, Isian bahan peledak 4m , bahan peledak yang digunakan 106 kg/lubang menghasilkan nilai PF 0,18. Dari geometri di atas didapatkan hasil distribusi fragmentasi dengan teori *Kuz-Ram* bahwa ukuran yang lolos dari *boulder* adalah 85,87%, berarti yang berukuran lebih besar dari *boulder* ada sekitar 14,13 %, sedangkan batas toleransi jumlah *boulder* di PT.Bukit Asam, Tbk adalah sebesar 15 %, maka bisa dikatakan fragmentasi yang dihasilkan dengan geometri usulan menurut *Rules Of Thumb* adalah baik dengan PF 0,18.

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 1.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan penelitian dan pengukuran yang dilakukan dari tanggal 08 Oktober sampai 08 November, Pengeboran di PT.BA menggunakan pola Pengeboran selang-seling (*staggered pattern*) dengan arah Pengeboran tegak, dan aktual rata-rata geometri pada Pit 2 Banko Barat yaitu menggunakan diameter lubang 200 mm, *Burden* 6,19 m, *Spasing* 7,06, Kedalaman Lubang 6,74 m, *Stemming* 4,23 m, Isian bahan Peledak 2,5 m, dengan *Loading density* 19,48 kg/lubang dan geometri di Pit 3 Banko Barat juga memakai diameter lubang 200 mm, *Burden* 7,96 m, *Spasing* 9,01 m, Kedalaman Lubang Ledak 7,25 m, *Stemming* 3,75 m, Isian Bahan Peledak 3,51 dengan *Loading density* 26,52 kg/m. Target produksi OB pada bulan Oktober telah tercapai dengan rata-rata aktual volume peledakan pada Pit 2 sebanyak 15.356 BCM dan pada Pit 3 sebanyak 33.128 BCM. Target produksi di Pit 2 adalah sebesar 200.000 BCM dengan aktual produksi sebesar 286.468 BCM dan target produksi di Pit 3 adalah 500.000 BCM dengan aktual produksi sebesar 515.450 BCM.
2. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi *Overburden* adalah penggunaan *Burden*, *Spasing*, *Powder Charge*, *Stemming*, juga nilai PF yang digunakan. Dimana di PIT 2 dengan rata-rata nilai  $B = 6,19$  m,  $S = 7,06$  m,  $H = 6,74$  m,  $stemming = 4,23$  m,  $PC = 2,5$  m,  $de = 19,48$  kg/lubang,  $PF = 0,15$  memiliki persentase fragmentasi menurut aplikasi

*Split Dekstop 2,0* 100 % pada ukuran 1,1m dan dapat dikatakan sedikit *boulder* yang dihasilkan, dan menurut teori *Kuz-Ram* dengan nilai distribusi fragmentasi rata-rata, *boulder* yang dihasilkan sekitar 16,50%.

Di PIT 3 nilai rata-rata geometri  $B = 7,96$  m,  $S = 9,01$ m,  $H = 7,25$ m, *Stemming* = 3,75m,  $PC = 3,51$ m,  $de = 26,52$  kg/m,  $PF = 0,17$  memiliki persentase fragmentasi menurut aplikasi *Split Dekstop 2,0* 100% pada ukuran 60 cm, sedangkan menurut teori *Kuz-Ram* dengan nilai distribusi fragmentasi rata-rata, *boulder* yang dihasilkan sekitar 20,93%. Dari hasil yang diperoleh langsung dari data aktual di lapangan, dapat diketahui dalam menentukan target suatu produksi ada hal yang bisa dikendalikan dan ada juga yang tidak bisa dikendalikan. Dan hal yang bisa dikendalikan adalah geometri yang akan digunakan. Geometri sangat berpengaruh terhadap hasil akhir dari peledakan. Dari data di atas bisa dilihat, dengan nilai yang berbeda menghasilkan persentase dari ukuran fragmentasi yang berbeda juga.

3. Ketika *burden* bernilai lebih kecil dari panjang lubang bor, bisa menyebabkan kelongsoran/*overbreak* yang bisa menghambat penggalian OB. Oleh sebab itu, pengoptimalan pengukuran geometri dilapangan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produksi. Selain *burden*, isian bahan peledak juga berpengaruh terhadap hasil akhir peledakan. Bahan peledak yang terlalu banyak akan menghasilkan fragmentasi yang relatif halus, sehingga banyak material yang tidak bisa terangkat karena terlalu halus dan akan terbuang. Isian bahan peledak yang sedikitpun akan

menimbulkan ukuran bongkahan yang besar, sehingga alat muat/ *shovel* tidak bisa mengangkat bongkahan dengan cepat atau bongkahan harus dipecahkan kembali dengan *bucket* sehingga bisa masuk ke dalam *bucket*. Hal itu bisa menurunkan produksi OB itu sendiri, oleh sebab itu harus diperhitungkan kembali bahan peledak yang tepat untuk peledakan di setiap harinya. Juga upaya yang dilakukan adalah dengan menghitung ulang pemakaian geometri untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang lebih baik, seperti menggunakan rumus *Rule of Thumb*, dimana nilai *burden* 8m, *spacing* 9,2m, kedalaman lubang 8m, Isian bahan peledak 4m, bahan peledak yang digunakan 106 kg/lubang menghasilkan nilai PF 0,18. Dari geometri di atas didapatkan hasil distribusi fragmentasi dengan teori *Kuz-Ram* bahwa ukuran yang lolos dari *boulder* adalah 85,87%, berarti yang berukuran lebih besar dari *boulder* ada sekitar 14,13 %, sedangkan batas toleransi jumlah *boulder* di PT.Bukit Asam, Tbk adalah sebesar 15 %, maka bisa dikatakan fragmentasi yang dihasilkan dengan geometri usulan menurut *Rules Of Thumb* adalah baik dengan PF 0,18.

## 1.2 Saran

1. Sebaiknya geometri aktual sesuai dengan geometri yang telah direncanakan agar tidak terjadi hal yang tidak diinginkan seperti adanya daerah yang longsor karena *overbreak*. Seperti kedalaman lubang ledak yang harus sesuai agar tidak lebih kecil dari ukuran *burden* agar, juga perlunya indikator pada MMU (*Mobile Mixing Unit*) untuk mengetahui

pengeluaran ANFO yang dikeluarkan per lubangnya agar tidak ada ANFO yang terlalu banyak atau terlalu sedikit.

2. Selain dari data langsung pada PIT 2 dan PIT 3, penulis juga menganalisa dengan teori C.J.Konya dan R.L.Ash. Pada teori C.J.Konya nilai  $B = 5,6$  m,  $S = 7,8$  m,  $H = 8$  m,  $T = 3,92$  m,  $PC = 4,08$  m, menghasilkan *boulder* 2,54% dari perhitungan distribusi fragmentasi *Kuz-Ram* dan menurut teori R.L.Ash, nilai  $B = 5,7$  m,  $S = 8,5$  m,  $H = 8,5$  m,  $T = 4,3$  m,  $PC = 4,2$  m menghasilkan *boulder* 11,26%.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R.L.,(1990), “ *Design of Blasting Round, surface mining*”, B.A Kennedy, Editor Society for Mining, Metallurgy, and Exploration,Inc.
- Bineawski. (1989), “*Engineering Rock Mass Classification*”, John Wiley & Sons : New York
- Dyno Nobel. (1995). *Effecient Blating Techniques*. Blast Dinamic : Asia Pasific.
- Defriansyah, Aulia dan Dedi Yulhendra. (2018), “*Evaluasi Teknis Geometri Peledakan untuk Mendapatkan Fragmentasi dan Identifikasi Tingkat Keseragaman Batuan Hasil Peledakan yang Ideal di PT. Allied Indo Coal Jaya, Kecamatan Talawi, Kota Sawahlunto*”, e-Jurnal Bina Tambang : Universitas Padang
- Ghadafi M.A., (2014) “*Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis Blastability dan Digging Rate alat Gali Muat di Pit MT-4 Tambang airLaya PT Bukit Asam (Persero) Tbk, Tanjung Enim, Sumatera Selatan*” Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya : Palembang.
- Jimeno, L.C., (1995), “*Drilling and Blasting of Rocks*”, Blaskena : Rotterdam, Netherlands.
- Koesnaryo. S., (2010) “*Teori Peledakan*”, Pusat Pendidikan dan Pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara : Bandung.
- Liemin, Amrun. Anshariah. dan Hasbi Bakri. (2018) “*Evaluasi Produksi Overburden pada Front kerja Excavator Hitachi Shovel*” Jurnal Geomine Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muslim Indonesia :Makasar.
- Mohanty, B. (1996) ”*Rock Fragmentation by Blasting*” : Netherlands.
- Saptono, Singgih. (2006) “*Teknik Peledakan*”, Jurusan Teknik Pertambangan-FTM Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta : Yogyakarta.
- Siahaan J.W., (2013) “*Pengaruh Hasil Peledakan Overburden Terhadap Produktivitas Alat Gali Muat Di Pit Inul dan Pit Keong PT. Kaltim Prima Coal Di Sangatta Kalimantan Timur*” Teknik Pertambangan UPN Veteran :Yogyakarta.
- Syania, B.R. (2018) “*Analisis Voleume Peledakan Overburden di Pit 3 Timur Elektrifikasi Banko Barat, PT. Bukit Asam, Tbk*” Universitas Sriwijaya :Palembang
- William, James. (2018). “*Analisis Geometri Peledakan Untuk Mendapatkan Perbandingan Hasil Fragmentasi Teoritis Dan Aktual Di PT. Agincourt Resources Martabe Gold Mine*” Desa Aek Pining Kecamatan Batangtoru Kabupaten Tapanuli Selatan, Provinsi Sumatera Utara.
- Yanottama, Andy. (2018) “*Kajian Teknis Geometri dan Fragmentasi Batuan Pada Peledakan Interburden B2-Terhadap Faktor Isian Bucket Shovel PC 3000 di Penambangan Elektrifikasi Pit 2 Banko Barat PT. Bukit Asam,Tbk*” Jurusan Teknik Kebumihan-Universitas Jambi : Jambi