

**ANALISIS GEOMETRI TERHADAP HASIL FRAGMENTASI
PELEDAKAN DI PIT II PT MASLAPITA DESA LALAP
KECAMATAN PETANGKEP TUTUI KABUPATEN BARITO
TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI



OLEH:

Andy Irwansyah
DBD 114 092

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN/PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2021**

**ANALISIS GEOMETRI TERHADAP HASIL FRAGMENTASI
PELEDAKAN DI PIT II PT MASLAPITA DESA LALAP
KECAMATAN PETANGKEP TUTUI KABUPATEN BARITO
TIMUR
PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Persyaratan
Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1
Pada Jurusan Teknik Pertambangan**



OLEH:

**Andy Irwansyah
DBD 114 092**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN KEBUDAYAAN, RISET, DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN / PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
PALANGKA RAYA
2021**

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : ANDY IRWANSYAH
NIM : DBD 114 092
JURUSAN : TEKNIK PERTAMBANGAN

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

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat, sadar tanpa ada tekanan dan paksaan dari siapapun.

Palang Raya, Juli 2021

Penulis

ANDY IRWANSYAH
DBD 114 092



HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

ANALISIS GEOMETRI TERHADAP HASIL FRAGMENTASI PELEDAKAN DI PIT 2
PT.MAS LAPITA DESA LALAP KECAMATAN PATANGKEP TUTUI KABUPATEN
BARITO TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TENGAH

Oleh

ANDY IRWANSYAH
DBD 114 092

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari/Tanggal : 7 Juli 2021
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji,

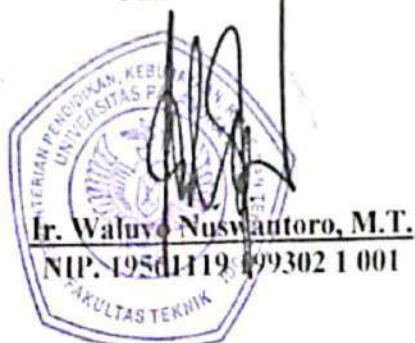
- | | |
|---|------------|
| 1. <u>YOSSA YONATHAN HUTAJULU, S.T., M.T.</u>
NIP. 19841022 201504 1 001 | Ketua |
| 2. <u>Ir. YULIAN TARUNA, M.Si.</u>
NIP 19580705 198903 1 019 | Sekretaris |
| 3. <u>NOVERIADY, S.T., M.T.</u>
NIP 19861125 201903 1 007 | Anggota |
| 4. <u>NOVALISAE, S.T., M.T.</u>
NIP 19881110 201903 2 015 | Anggota |



Mengetahui,

Dekan

Fakultas Teknik



Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T.
NIP. 19561119 199302 1 001

Menyetujui,

Ketua Jurusan

Teknik Pertambangan



Fahrul Indrajaya, S.T., M.T.
NIP. 19791215 200812 1 001

HALAMAN PERSEMBAHAN



Skripsi Ini Saya Persembahkan Kepada :

Keluarga Tercinta, Ibunda, Ayahanda, dan Adik saya yang selalu memberikan dukungan sepenuh hati, kasih sayang, semangat dan doa dalam pengerjaan laporan Skripsi ini.

PT.Maslapita sebagai tempat berbagi ilmu dan pengetahuan dan staf dari *section engineering* khususnya kepada *section drill and blast*.

Dosen dan Staf Dosen Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya, terima kasih selalu membantu penulisan dan pengurusan laporan Skripsi.

Teman – teman Jurusan Teknik Pertambangan Angkatang 2014, JORXXX SQUAD (Fahrul Rizal, Charles Martua Samosir, Rogate Yosia Sijabat, Indra Simanjuntak) yang sama-sama berjuang di tahun terakhir study untuk menyelesaikan Skripsi, dan AAA SQUAD (Jaka Bugis Handoko, Yosua Andica Tumakaka).

Skripsi ini juga saya persembahkan untuk orang – orang yang sering nanya “kapan wisuda ?”

DAN SECARA KHUSUS SAYA PERSEMBAHKAN JUGA UNTUK PENDAMPING HIDUP SAYA. (kelak)

**“Barang Siapa Yang Tidak Mau Merasakan
Pahitnya Belajar, Maka Dia Akan Merasakan
Hinanya Kebodohan Sepanjang Masa”**

“IMAM SYAFI’I RAHIMAHULLAH”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Kuasa yang selalu melimpahkan Kasih, Sayang dan Berkah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian yang berjudul “Analisis Geometri Terhadap Hasil Fragmentasi Peledakan Di Pit 2 PT.Maslapita Desa Lalap Kecamatan Petangkep Tutui Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah”.

Dalam Penyusunan Proposal penelitian ini penulis banyak menemukan kesulitan, Namun berkat Arahan, dukungan dan semangat semua pihak maka kesulitan tersebut dapat dipecahkan oleh penulis. Oleh Karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya;
2. Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T., Ketua Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya;
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, S.T., M.T., Sekretaris Jurusan Jurusan/Program Studi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya yang juga selaku Dosen Pembimbing I;
4. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II;
5. Bapak Noveriady, ST., M.T. selaku Dosen Penguji I;
6. Ibu Novalisae S.T., M.T. selaku Dosen Penguji II.

Penulis berharap Skripsi yang telah disusun ini bisa memberikan sumbangsih untuk menambah pengetahuan para pembaca, Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna, baik dari segi tata bahasa, tata penulisan, maupun

mengenai isi. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Palangka Raya, Juni 2021

Penulis,

ANDY IRWANSYAH
NIM. DBD 114 092

ABSTRACT

PT. Maslapita is located in Lalap Village, Patangkep Tutui District, East Barito Regency. The research location can be reached from Palangka Raya City to East Barito Regency in ± 6 hours by using land transportation and proceed to Patangkep Tutui District PT. Maslapita with a time of ± 1 hour. This study aims to determine the application of blasting geometry, analyze the application of the blasting geometry design to obtain good fragmentation results. The method used in this study is based on quantitative and descriptive methods. The data obtained are processed by mathematical analysis presented in the form of calculations and tables. From the results of the analysis, the blasting geometry used is 4.8-5.4 m burden, 5.7-6.5 m spacing, 3.3 m stemming, 2.7 m powder column, 4-6 m blast hole depth, the diameter of the blast hole is 127 mm, the drilling pattern is staggered pattern and the blasting pattern used is box-cut, corne-cut, and v-cut. With the results of the actual fragmentation of kuzram at a size of 40 cm 39,84%, powder factor 0.19-0.22 kg/m. From the results of the calculation of the geometric design according to RL Ash, the fragmentation value is 87,15% with a burden of 3.5 m, 4 m spacing, 3.2 m stemming, 2.8 m powder column, 6 m hole depth, 25 ms delay and 109 ms, vertical energy distribution value 46%, scale depth of burial 1.38 m/kg^{1/3}.

Keywords: Geometry, Fragmentation, Blasting.

SARI

PT. Maslapita terletak di Desa Lalap, Kecamatan Patangkep Tutui, Kabupaten Barito Timur. Lokasi penelitian dapat dicapai dari Kota Palangka Raya menuju Kabupaten Barito Timur di tempuh dalam waktu ± 6 jam dengan menggunakan transportasi darat dan dilanjutkan ke Kecamatan Patangkep Tutui PT. Maslapita dengan waktu ± 1 jam. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan geometri peledakan, menganalisis penerapan dari rancangan geometri peledakan untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang baik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan metode kuantitatif dan deskriptif. Data – data yang diperoleh diolah dengan analisis matematis yang disajikan dalam bentuk perhitungan dan tabel. Dari hasil analisis, geometri peledakan yang digunakan adalah *burden* 4,8-5,4 m, *spasi* 5,7-6,5 m, *stemming* 3,3 m, *powder column* 2,7 m, kedalaman lubang ledak 4-6 m, diameter lubang ledak 127 mm, pola pengeboran *staggered pattern* dan pola peledakan yang digunakan adalah *box-cut*, *corne-cut*, dan *v-cut*. Dengan hasil fragmentasi aktual *kuzram* pada ukuran 40 cm 39,84%, *powder factor* 0,19-0,22 kg/m. Dari hasil perhitungan rancangan geometri menurut RL Ash didapat nilai fragmentasi 87,15 % dengan *burden* 3,5 m, *spasi* 4 m, *stemming* 3,2 m, *powder column* 2,8 m, kedalaman lubang 6 m, *delay* yang digunakan 25 ms dan 109 ms, nilai *vertical energy distribution* 46%, *scale depth of burial* $1,38 \text{ m/kg}^{1/3}$.

Kata kunci : Geometri, Fragmentasi, Peledakan.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRACT	vii
SARI	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
GLOSARIUM	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Maksud dan Tujuan	2
1.3.1 Maksud	2
1.3.2 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu	4
2.2 Karakteristik Masa Batuan	5
2.3 Geometri Peledakan	8
2.4 Pola Peledakan	12
2.5 Fragmentasi Batuan	14
2.5.1 Model <i>Kuz-Ram</i>	15
2.5.2 Model <i>Cunningham</i>	18
2.6 <i>Optimum Explosive Performance</i>	24
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian	28
3.1.1 Sejarah Perusahaan	28
3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah	30
3.2 Struktur Organisasi Perusahaan	32
3.3 Kondisi Geologi	33
3.3.1 Kondisi Geologi Regional	33
3.3.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian	37
3.4 Alat dan Bahan Penelitian	39
3.5 Tata Laksana Kerja	39
3.5.1 Langkah Kerja	39
3.5.2 Metode Penelitian	40

3.6	Bagan Alir Penelitian.....	41
3.7	Rencana Waktu Penelitian	43
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1	Hasil	44
4.1.1	Hasil Penerapan Geometri Peledakan	44
4.2	Pembahasan.....	61
4.2.1	Penerapan Geometri Peledakan	61
4.2.2	Hasil Penerapan Geometri Peledakan	63
BAB V	PENUTUP	67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Pola Peledakan <i>Box Cut</i>	13
2.2. Pola Peledakan <i>Echelon</i>	13
2.3. Contoh Fragmentasi Hasil Peledakan	14
2.4. <i>Scale Depth Of Burial</i>	27
3.1. Struktur Organisasi PT.Maslapita.....	32
3.2. Bagan Alir Penelitian Skripsi	42
4.1. <i>Blasting Report</i>	44
4.2. <i>Surface Delay</i> dan Arah Runtuhan Peledakan	47

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Hubungan Antara Kekerasan dan Kuat Tekan Batuan	6
2.2. Bobot Nilai Tiap Parameter Penentuan Faktor Batuan.....	17
2.3. Perhitungan Faktor Batuan <i>Cunningham</i>	19
2.4. Faktor Koreksi Terhadap Batuan.....	21
3.1. Koordinat Batas IUP PT.Maslapita	30
3.2. Uraian Waktu Kegiatan.....	43
4.1. Pembobotan Massa Batuan Pit 2	45
4.2. Geometri Aktual	45
4.3. <i>Powder Factor</i> Peledakan	48
4.4. Distribusi Fragmentasi Peledakan Menggunakan Teori <i>Kuz-Ram</i>	49
4.5. Perkiraan Ukuran Fragmentasi Berdasarkan Model <i>Kuz-Ram</i> Dengan Bahan Peledak <i>ANFO</i>	55
4.6. Perkiraan Ukuran Fragmentasi Berdasarkan Model <i>C.V.B Cunningham</i> Dengan Bahan Peledak <i>ANFO</i>	60
4.7. Simulasi Rancangan Geometri Peledakan RL Ash	61

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

- A PETA
- B GEOMETRI PELEDAKAN AKTUAL
- C PERHITUNGAN FRAGMENTASI *KUZRAM* AKTUAL DAN RANCANGAN

GLOSARIUM

<i>ANFO</i>	=	<i>Amonium Nitrat</i>
<i>Blasting</i>	=	Peledakan
<i>BCM</i>	=	<i>Bank Cubic Meter</i>
<i>Boulder</i>	=	Bongkah
<i>Charging</i>	=	Jarak tegak lurus dengan bidang bebas
<i>Drilling</i>	=	Pengeboran
<i>Flyrock</i>	=	Lembaran batu hasil peledakan
Fragmentasi	=	Pecahan ukuran material batuan hasil peledakan
<i>Free Face</i>	=	Bidang bebas peledakan
<i>Loading</i>	=	Pemuatan
<i>Overburden</i>	=	Tanah Penutup
<i>Overbreak</i>	=	Pemecahan berlebih
PF	=	<i>Powder Factor</i>
<i>Plan</i>	=	Rencana
<i>Prepare</i>	=	Persiapan
<i>Row</i>	=	Baris
Spasi	=	Jarak antar lubang ledak dalam satu baris
<i>Staggered</i>	=	Selang-seling
Statigrafi	=	Susunan lapisan batuan
<i>Steaming</i>	=	Material penutup kolom isian bahan peledak
<i>Specific Gravity</i>	=	Masa Jenis
<i>Surface Delay</i>	=	Waktu tunda permukaan
<i>Toe</i>	=	Tonjolan
<i>VED</i>	=	<i>Vertical Energy Distribution</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

PT. Maslapita adalah salah satu perusahaan yang mengeksploitasi sumber daya batubara di Indonesia. Dimana pada proses pembongkaran material *overburden* guna mendapatkan sumber daya batubara dengan menggunakan metode peledakan. Keberhasilan suatu peledakan dapat dilihat dari hasil peledakan itu sendiri.

Dalam proses peledakan, salah satu indikator yang mempengaruhi keberhasilan dari suatu proses peledakan tersebut yaitu tingkat keseragaman batuan hasil peledakan (fragmentasi) dimana fragmentasi yang di hasilkan harus sesuai dengan kemampuan alat gali muat agar mencapai target produksi. Untuk mendapat distribusi fragmentasi yang seragam, salah satu parameter penting yang harus di perhatikan adalah geometri peledakan. Pada proses pemuatan material hasil peledakan dalam kegiatan penambangan di PT.Maslapita terdapat adanya sebuah kendala sehingga menurunkan tingkat produktivitas alat gali muat, hal ini di sebabkan karena material hasil peledakan tersebut masih banyak yang berukuran besar >100 cm (*boulder*) di atas 20%. Dengan besarnya jumlah *boulder* maka target produksi akan terhambat.

Sehingga maksud dari penelitian ini adalah menganalisis rancangan geometri yang digunakan oleh perusahaan agar mendapatkan hasil fragmentasi yang baik dan sesuai dengan target perusahaan. Atas dasar ini peneliti melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Geometri Terhadap Hasil Fragmentasi Peledakan di**

PIT 2 PT.Maslapita Desa Lalap Kecamatan Petangkep Tutui Kabupaten Barito Timur Provinsi Kalimantan Tengah”.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan geometri peledakan di PT. Maslapita ?
2. Bagaimana hasil fragmentasi dari penerapan geometri peledakan di PT.Maslapita?

1.3 Maksud Dan Tujuan

Berikut maksud dan tujuan dari penelitian ini :

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah menganalisis rancangan geometri yang digunakan oleh perusahaan agar mendapatkan hasil peledakan yang baik dengan hasil fragmentasi yang sesuai dengan target perusahaan.

1.3.2 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini :

1. Mengetahui penerapan geometri peledakan di PT.Maslapita;
2. Menganalisis penerapan dari rancangan geometri peledakan untuk mendapatkan hasil fragmentasi yang baik di PT. Maslapita.

1.4 Manfaat

Diharapkan dalam penyusunan laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penyusun khususnya. Selain itu penulis berharap bahwa hasil penelitian ini juga dapat memberikan kepada perusahaan terkait judul yang di ambil.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, peneliti hanya membahas tentang :

1. Penelitian di lakukan pada Pit 2 PT.Maslapita;
2. Menggunakan metode perhitungan R.L.Ash;
3. Jenis batuan yang di ledakan *Sandstone*;
4. Jenis bahan peledak yang di gunakan ANFO.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Fadli Aulia (2017) Pada penelitian ini mengatakan bahwa pada kegiatan peledakan terjadi permasalahan dimana produksi *overburden* dengan geometri yang telah di terapkan oleh perusahaan belum mencapai target, serta peneliti menyatakan ketidaksesuaian geometri peledakan pada pelaksanaan di lapangan dan banyak terjadinya gagal ledak pada setiap peledakan. Berdasarkan hasil penelitian yang di lakukan, perhitungan dari perbandingan ketiga metode rumusan geometri peledakan usulan yang paling cocok diterapkan adalah metode rumusan *ICI-Explosive*. Geometri peledakan usulan yang baik di terapkan dengan diameter 3 inchi adalah *burden* 3 meter, spasi 4 meter, kedalaman lubang ledak 5 meter, *stemming* 2 meter, *subdrilling* 0,6 meter, PC 3 meter, dan PF yang di terapkan 0,18 kg/m³. Volume peledakan yang di dihasilkan dari geometri usulan dengan metode *ICI-Explosive* sebesar 14.700 bcm, sehingga target produksi yang di terapkan oleh perusahaan tercapai.

Santi (2011) Pada penelitian ini mengatakan bahwa pada kegiatan peledakan terjadi permasalahan dimana diperoleh persentase bongkah nyata sebesar 23,49 %. Pengumpulan data dilakukan dengan dua cara, yaitu: pengamatan lapangan dan penggunaan data perusahaan, pengamatan lapangan dilakukan untuk melihat langsung kondisi aktual daerah penelitian. Data utama yang digunakan adalah produktivitas alat bor, pengukuran geometri peledakan, *blasting report*, target

produksi, spesifikasi peralatan, densitas batuan dan data curah hujan. Metode yang digunakan adalah Metode *Trial and Error*. Hasil dari penelitian ini yaitu geometri peledakan *burden* 8 m, spasi 9 m, PC 6,5 m, *subdrilling* 1,5 m, *stemming* 5,5 m, tinggi jenjang 10 m, dan kedalaman lubang bor 12 m. Ukuran bongkah usulan sebesar 1,5 %, volume batuan terbongkar 43.600 bcm/ hari, dengan 57 lubang ledak, jumlah bahan peledak 15.198 kg dan nilai PF 0,34 kg/m³. Maka diperoleh volume peledakan sebesar 42.833 bcm/ hari. Perubahan geometri dan kedalaman lubang bor yang bertambah menjadi 12 m menyebabkan waktu edar alat bor bertambah menjadi 11 menit/lubang, sehingga dengan adanya peningkatan efisiensi kerja menjadi 68,7% dapat menghasilkan 68 lubang bor dari 65 lubang bor yang ditargetkan.

2.2 Karakteristik Massa Batuan

Karakteristik massa batuan yang perlu diperhatikan dalam kaitannya dengan fragmentasi batuan yaitu kekerasan batuan, kekuatan batuan, elastisitas batuan, abrasivitas batuan, dan kecepatan perambatan gelombang pada batuan, serta kuat tekan dan kuat tarik batuan yang akan diledakkan.

1. Kekerasan Batuan

Kekerasan (*hardness*) dianggap sebagai ketahanan dari sebuah permukaan lapisan yang akan digores oleh bagian lain yang lebih keras. Kekerasan dipakai untuk mengukur sifat-sifat teknis dari material batuan dan dapat juga dipakai untuk menyatakan kerusakan pada batuan. Prinsip utama pada kekerasan batuan adalah ketahanan yang harus diatasi selama pengeboran, karena sekali bit bisa melakukan

penetrasi, maka operasi selanjutnya akan mudah. Berdasarkan tingkat kekerasannya, batuan dapat diklasifikasikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hubungan Antara Kekerasan dan Kuat Tekan Batuan

Klasifikasi	Kekerasan Skala Mohs	UCS (Mpa)
Sangat Keras	+ 7	+ 200
Keras	6 – 7	120 – 200
Keras Menengah	4,5 – 6	60 – 120
Cukup Lunak	3 – 4,5	30 – 60
Lunak	2 – 3	10 – 30
Sangat Lunak	1 – 2	0 – 10

Sumber : Jimeno et al, 1995

2. Kekuatan Batuan

Kekuatan batuan adalah suatu sifat kekuatan untuk melawan kerusakan terhadap gaya luar, baik itu kekuatan statik maupun dinamik. Kekuatan dinyatakan dengan nilai kuat tekan (*compressive strength*). Nilai kuat tekan (*compressive strength*) batuan menjadi kriteria penting dalam memilih jenis dan jumlah bahan peledak yang digunakan, peledakan batuan dengan level energi yang rendah pada batuan yang memiliki nilai kuat tekan yang tinggi akan menghasilkan fragmentasi yang buruk, nilai kuat tekan uniaksial dapat mencerminkan seberapa mudah terciptanya suatu rekahan didalam batuan. Semakin tinggi nilai dari kuat tekan dan kuat tarik dari batuan, maka batuan tersebut akan semakin susah untuk dihancurkan, dikutip pada buku *Engineering Rock Blasting Operations*, Bhandari 1997.

3. Elastisitas Batuan

Elastisitas batuan adalah sifat yang dimiliki batuan untuk kembali ke bentuk atau keadaan semula setelah gaya yang diberikan kepada batuan tersebut

dihilangkan. Elastisitas batuan biasanya dideskripsikan dalam Modulus Young, Modulus Young didefinisikan sebagai perbandingan dari beda tegangan dan regangan aksial pada kurva tegangan-regangan secara umum batuan memiliki sifat Elastis Fragile yaitu batuan dapat dihancurkan apabila mengalami regangan yang melewati batas elastisitasnya. Sulit bagi gas hasil peledakan menekan dan meregangkan batuan apabila Modulus Young dari batuan tersebut tinggi, sehingga tekanan gas minimal harus 5% lebih kecil dari Modulus Young untuk peledakan yang efisien, dikutip pada buku *Engineering Rock Blasting Operations*, Bhandari 1997.

4. Abrasivitas Batuan

Abrasivitas batuan merupakan suatu parameter batuan yang mempengaruhi keausan (umur) dari mata bor dan batang bor yang digunakan untuk melakukan pengeboran pada suatu batuan. Abrasivitas batuan tergantung kepada mineral penyusun batuannya, kandungan kuarsa (SiO_2) dari suatu batuan dianggap dapat menjadi petunjuk untuk mengetahui tingkat abrasivitas dari suatu batuan.

5. Kecepatan Perambatan Gelombang

Dikutip pada buku *Engineering Rock Blasting Operations*, Bhandari 1997, distribusi dari tegangan yang dibebankan pada batuan akibat dari detonasi bahan peledak dikarenakan oleh kecepatan perambatan gelombang tegangan di dalam batuan. Kecepatan perambatan gelombang pada setiap batuan berbeda – beda didalam kondisi normal, batuan yang bersifat keras mempunyai kecepatan rambat gelombang yang tinggi dan sebaliknya kecepatan perambatan gelombang akan

menurun seiring dengan penurunan kekuatan batuan. Semakin tinggi kecepatan perambatan gelombang didalam batuan maka untuk mendapatkan ukuran.

2.3 Geometri Peledakan

Geometri peledakan menurut R.L Ash (1990), yaitu :

A. *Burden* (B)

Burden merupakan jarak tegak lurus dari lubang tembak dengan bidang bebas yang terdekat, dan arah di mana perpindahan hasil peledakan akan terjadi. Pada daerah ini energi ledakan adalah yang terkuat dan yang pertama kali bereaksi pada bidang bebas.

Untuk menghitung harga *burden*, maka terlebih dahulu dihitung besarnya harga *burden ratio* (K_b). Besarnya *burden ratio* antara 20 – 40 ratio.

Pada kondisi batuan yang berbeda dan penggunaan bahan peledak yang berbeda, maka harga K_b turut berubah. Untuk mengatasi perubahan angka K_b perlu dihitung terlebih dahulu harga faktor penyesuaian pada kondisi batuan dan bahan peledak yang berbeda menurut Jong (2004).

Menurut R.L Ash (1990) jika *density overburden*, *specific gravity* bahan peledak, dan *Velocity of Detonation* bahan peledak tidak sama dengan standar, maka perlu disesuaikan dengan menggunakan “*Adjustment Factor*”, yaitu AF_1 dan AF_2 untuk menghitung K_b terkoreksi.

1) Faktor penyesuaian terhadap bahan peledak (AF_1) adalah:

$$AF_1 = \left[\frac{EP}{Epstd} \right]^{\frac{1}{3}} = \left[\frac{SGx(Ve)^2}{SGstdx(Ve)^2 st} \right]^{\frac{1}{3}} \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

- SG = Berat jenis bahan peledak yang digunakan
- Ve = Kecepatan detonasi bahan peledak yang digunakan
- SG_{std} = Berat jenis bahan peledak standard, 1,20.
- SG_{std} = Berat jenis bahan peledak standard, 1,20.

2) Faktor penyesuaian terhadap batuan (AF₂) adalah :

$$Af_2 = \left[\frac{D_{std}}{D} \right]^{1/3} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

D_{std} = Kerapatan batuan standard, 160 lb/cuft

D = Kerapatan batuan yang diledakkan Sehingga harga Kb yang terkoreksi adalah :

$$Kb = Kb_{standard} \times Af_1 \times Af_2$$

Keterangan :

Kb = *Burden* ratio yang telah dikoreksi

Kb_{std} = *Burden* ratio standard

Untuk menentukan *burden*, menurut R.L Ash (1990) menggunakan rumus

(2.3) berikut:

$$B = \frac{Kb \times De}{39,3} \text{ meter}^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

B = *Burden*

Kb = *Burden ratio*

De = Diameter lubang tembak, inchi

39,3 = faktor perubah kedalam satuan meter

B. Spasi (S)

Spasi dapat diartikan sebagai jarak terdekat antara dua lubang tembak yang berdekatan dalam satu baris (*row*). Apabila jarak spasi yang terlalu kecil akan mengakibatkan batuan hancur menjadi halus, disebabkan energi yang menekan terlalu kuat, sedangkan jarak spasi yang terlalu besar akan mengakibatkan bongkahan bahkan batu hanya mengalami retakan, karena energi ledak dari lobang satu tidak mampu berinteraksi dengan energi dari lobang lain. Secara teoritis besarnya spasi maksimum berkisar antara 1,0 – 2,0 kali jarak burdenya. Untuk menentukan spasi ini terlebih dahulu kita harus tentukan spasi rasionya (K_s).

Menurut R.L Ash (1990) Besar *spasi* dapat ditentukan dengan rumus (2.4) berikut:

$$S = B \times K_s \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

S= Spasi, meter.

B= *Burden*, meter.

K_s = *Spacing ratio*.

C. *Stemming* (T)

Stemming adalah tempat material penutup di dalam lobang bor di atas kolom isian bahan peledak. Fungsi *stemming* adalah agar terjadi *stress balance*, untuk mengurung gas-gas hasil ledakan agar dapat menekan batuan dengan kekuatan yang besar dan untuk mencegah agar tidak terjadi batuan

terbang (*fly rock*) serta ledakan tekanan udara (*air blast* saat peledakan. Secara sistematis ukuran dari *stemming* tergantung dari besarnya harga *stemming ratio* (K_t) harga K_t berkisar antara 0,5 – 1,0. biasanya harga K_t standart yang dipakai adalah 0,7.

Menurut R.L Ash (1990) panjang *stemming* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.5) berikut:

$$T = B \times K_t \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan:

T = *stemming*, (m)

K_t = *stemming ratio* (0,75 – 1,00)

B = *burden* (m)

D. *Subdrilling* (J)

Subdrilling adalah tambahan kedalaman dari lobang bor di bawah lantai jenjang yang dibuat agar jenjang yang dihasilkan sebatas dengan lantainya dan lantai yang dihasilkan rata. Bila jarak *subdrilling* terlalu besar maka akan menghasilkan efek getaran tanah, sebaliknya bila *subdrilling* terlalu kecil maka akan mengakibatkan problem tonjolan pada lantai jenjang (*toe*) karena batuan tidak akan terpotong sebatas lantai jenjangnya. Menurut R.L Ash (1990) panjang *subdrilling* dapat ditentukan dengan menggunakan rumus (2.6) berikut :

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

Keterangan :

J = *subdrilling*, meter

$K_j = \text{subdrilling ratio (0,2 – 0,3)}$

$B = \text{burden (m)}$

E. Tinggi Jenjang (L)

Kedalaman lobang ledak merupakan kedalaman lobang yang akan diledakan yang merupakan penjumlahan antara tinggi jenjang dengan *subdrilling*. Kedalaman lobang ledak bisaanya ditentukan berdasarkan kapasitas produksi yang diinginkan. Menurut R.L Ash (1990) kedalaman lobang tembak dapat digunakan rumus (2.7) berikut :

$$H = K_h \times B \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

H = kedalaman lobang tembak, meter

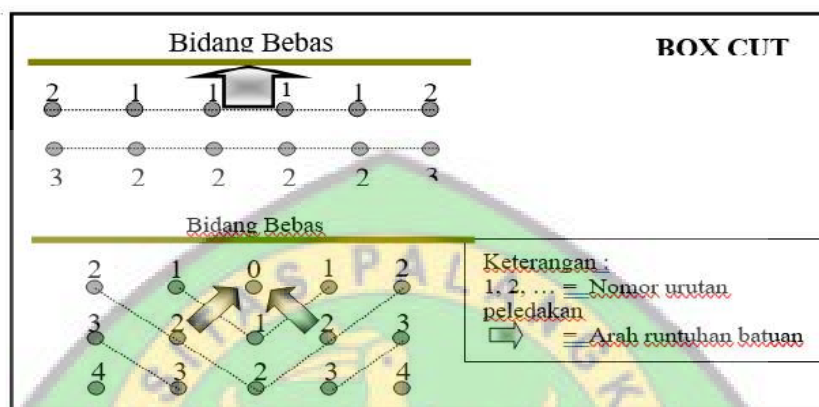
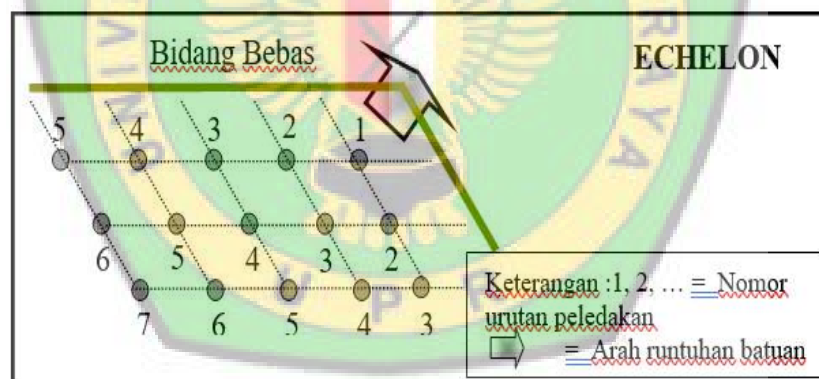
$K_h = \text{Hole depth ratio (1,5 – 4,0)}$

B = *burden* (m)

2.4 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. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan. Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan menurut Koesnaryo (1998) diklasifikasikan sebagai berikut;

- a. *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuhannya ke depan dan membentuk kotak, dapat di lihat pada (Gambar 2.1).
- b. *Corner cut (echelon cut)*, yaitu pola peledakan yang arah runtuhannya ke salah satu sudut dari bidang bebasnya, dapat di lihat pada (Gambar 2.2).

Gambar 2.1 Pola Peledakan *Box Cut*Gambar 2.2 Pola Peledakan *Echelon*

Setiap lubang tembak yang akan diledakkan harus memiliki ruang yang cukup ke arah bidang bebas terdekat agar energi terkonsentrasi secara maksimal sehingga lubang tembak akan terdesak, mengembang, dan pecah.

Secara teoritis, dengan adanya tiga bidang bebas (*free face*) maka kuat tarik batuan akan berkurang sehingga meningkatkan energi ledakan untuk pemecahan

batuan dengan syarat lokasi dua bidang bebasnya memiliki jarak yang sama terhadap lubang tembak.

2.5 Fragmentasi Batuan

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah dari batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada geometri peledakan dan jumlah bahan peledak yang digunakan, contoh fragmentasi dapat dilihat pada gambar 2.3.



Sumber : Penelitian di Lapangan

Gambar 2.3 Contoh Fragmentasi Hasil Peledakan

Dikutip dalam skripsi Ivan Darmawan, 2015 pada buku *Blasting Principles for Open Pit Mining Vol. I*, Hustrulid 1999, elemen penting dalam pengoptimalan sistem fragmentasi adalah pengembangan metode-metode praktis untuk penentuan tingkat fragmentasi. Empat metode pengukuran yang dapat digunakan dalam pengukuran fragmentasi peledakan adalah sebagai berikut :

a. Pengayaan (*sieving*)

Metode ini menggunakan ayakan dengan ukuran saringan berbeda untuk mengetahui persentase lolos fragmentasi batuan hasil peledakan.

b. *Boulder counting (production statistic)*

Metode ini mengukur hasil peledakan melalui proses berikutnya, apakah terdapat kendala dalam proses tersebut, misalnya melalui pengamatan *digging rate*, *secondary breakage* dan produktivitas *crusher*.

c. *Image analysis (photographic)*

Metode ini menggunakan perangkat lunak (*software*) dalam melakukan analisis fragmentasi. *Software* tersebut antara lain *Fragsize*, *Split Engineering*, *gold size*, *power sieve*, *fragscan*, *wipfrag*, dll.

d. *Manual (measurement)*

Dilakukan pengamatan dan pengukuran secara manual di lapangan dalam satuan luas tertentu yang dianggap mewakili (*representatif*).

2.5.1 Model Kuz-Ram

Model Kuz-Ram merupakan suatu metode untuk memprediksi fragmentasi hasil peledakan. Model Kuz-Ram terdiri dari persamaan Kuznetsov dan Rosin-Rammler. Persamaan Kuznetsov digunakan untuk menentukan fragmentasi batuan rata-rata dan persamaan Rosin-Rammler untuk menentukan persentase material yang tertampung di ayakan dengan ukuran tertentu. (Jethro dkk, 2016)

Persamaan Kuznetsov (1973) memprediksikan ukuran rata-rata fragmentasi dengan menghubungkan ukuran rata-rata fragmentasi dengan *powder factor* bahan peledak dan struktur geologi batuan. Persamaan Kuznetsov dicari dengan Persamaan (2.8) berikut:

$$X = A \times \left(\frac{V}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \dots\dots\dots (2.8)$$

Keterangan :

X = ukuran fragmentasi rata-rata batuan (cm)

A = faktor batuan

V = volume batuan yang terbongkar ($V = B \times S \times L$, m^3)

Q = berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

E = *relative weight strength* (ANFO=100)

Menurut Kuznetsov (1973), nilai faktor batuan didapatkan dari indeks kemampuledakkan (*blastibility index*) batuan yang bersangkutan.

RF= 0,12 x BI

Keterangan :

RF = *Rock Factor* (Pembobotan massa batuan)

BI = *Blastibility index*

Nilai indeks kemampuan peledakkan ditentukan dari penjumlahan bobot nilai tiap parameter batuan yaitu *Rock Mass Description* (RMD), *Joint Plane Spacing* (JPS), *Joint Plane Orientation* (JPO), *Specific gravity influence* (SGI), dan *Hardness* (H). Hubungan antara kelima parameter tersebut, dicari dengan Persamaan (2.9) berikut:

$$BI = 0,5 (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \dots\dots\dots (2.9)$$

Keterangan :

RMD = *rock mass description*;

JPS = *joint plane spacing*;

JPO = *joint plane orientation*;

SGI = *specific gravity influence*.

Untuk menentukan bobot nilai tiap parameter di atas, dapat dilihat dari Tabel

2.2 yang diberikan oleh Lilly (1986), sebagai berikut:

Tabel 2.2 Bobot Nilai Tiap Parameter Penentuan Faktor Batuan

1. Rock Mass Description (RMD)	Rating
1.1 Powder / friable	10
1.2 Blocky	20
1.3 Totally massive	50
2. Joint Plane Spacing (JPS)	Rating
2.1 Close (< 0,1 m)	10
2.2 Intermediate (0,1-1,0 m)	20
2.3 Wide (> 0,1 m)	50
3. Joint Plane Orientation (JPO)	Rating
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. Spesific Gravity Influence (SGI)	$SGI = 25 \times \text{bobot isi} - 50$
5. Hardness (H)	Rating Of 1 TO 1-10

(Sumber : Lilly, 1986)

Kurva Rosin-Rammler secara umum telah diakui sebagai rujukan penggambaran tingkat fragmentasi batuan hasil peledakan. Suatu titik pada kurva tersebut, yaitu ukuran mesh dengan 50% kelolosan diberikan oleh persamaan Kurznetzov (1973). Faktor-faktor yang diperlukan untuk menentukan Kurva Rammler adalah eksponen 'n' dalam persamaan :

$$X_c = \frac{X}{(0,693)^{1/n}}$$

$$R = e^{-(X/X_c)^n}$$

Keterangan :

R= perbandingan material yang tertinggal pada ayakan

X= ukuran ayakan (cm)

n= indeks keseragaman

Untuk mendapatkan nilai tersebut, hasil perhitungan dengan persamaan Lownds yang dianalisis dan digambarkan berdasarkan persamaan regresinya dan nilai 'n' sangat tergantung pada ketetapan pemboran, nisbah *buden* dan ukuran lubang ledak, pola pemboran, nisbah spasi dan *burden* serta nisbah panjang isian dan tinggi jenjang. Untuk mendapatkan nilai tersebut dapat di hitung dengan persamaan (2.10) berikut:

$$n = (2,2 - 14 \frac{B}{De}) \times (\frac{1+A}{2})^{0,5} \times (1 - \frac{W}{B}) \times (\frac{PC}{L}) \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

De= diameter bahan peledak atau lubang ledak (mm);

W= standar deviasi pemboran (m);

A= nisbah spasi dan *burden*;

L= tinggi jenjang (m);

PC= panjang isian bahan peledak (m).

2.5.2 Model *Cunningham* (2005)

Metode perhitungan *Cunningham* memiliki beberapa parameter yang telah di modifikasi dari *Kuz-Ram*. Perhitungan fragmentasi dengan

modifikasi C.V.B *Cunningham* perlu dilakukan untuk memprediksi fragmentasi hasil peledakan yang lebih baik. Adapun beberapa modifikasi yang dilakukan oleh C.V.B *Cunningham* untuk memprediksi ukuran fragmentasi hasil peledakan, di antaranya adalah perhitungan yang berbeda pada penentuan factor batuan (A), menggunakan factor *timing* yaitu pengaruh *delay* peledakan terhadap hasil fragmentasi peledakan, dan menggunakan factor pengoreksi baik untuk batuan maupun indeks keseragaman.

1. Perhitungan Faktor Batuan (A)

Perhitungan factor batuan oleh modifikasi *Cunningham* (2005) memiliki beberapa parameter yang berbeda dibandingkan dengan perhitungan *Kuz-Ram*. Pada *Cunningham* terdapat parameter *Hardness Factor* yang menggunakan persamaan yang telah ditentukan dan beberapa parameter dari *Joint Plane Spacing* yang tidak termasuk kedalam parameter dari *Kuz-Ram*. Adapun beberapa parameter tersebut dapat dilihat pada table 2.3.

Tabel 2.3 Perhitungan Faktor Batuan *Cunningham* (2005)

Joint Condition Factor (JCF)	Rating
<i>Tights Joints</i>	1
<i>Relaxed Joints</i>	1,5
<i>Gouged-Filled Joint</i>	2
Joint Plane Spacing (JPS)	Rating
<0,1 m	10
0,1 – 0,3 m	20
0,3 m to 95% (BxS) ^{0,5}	40
> (BxS) ^{0,5}	50
Joint Plane Angle (JPA)	Rating
<i>Dip Out of Face</i>	40

Bersambung...

Lanjutan Tabel 2.3

<i>Strike Put of Face</i>	30
<i>Dip Into Face</i>	20
Rock Density Influence (RDI)	Density Batuan
<i>Hardness Factor (HF)</i>	
<i>If Y < 50, HF = Y/3, Y (Modulus Elastic)</i>	Y = 10,57 Mpa
<i>If Y > 50, HF = UCS/5</i>	
Rock Mass Description (RMD)	(JCF x JPS) + JPA
Rock Factor (A)	0,06 (RMD + RDI + HF)

Metode perhitungan dalam modifikasi yang dilakukan oleh C.V.B Cunningham (2005) untuk menentukan ukuran rata-rata fragmentasi memiliki beberapa masukan parameter yang berbeda dari *Kuz-Ram* seperti adanya *timing factor* seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.11.

$$X_m = A \times A_t \times K^{-0.8} \times Q^{1/6} \times \left(\frac{115}{RWS}\right)^{19/20} \times c(A) \dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

X_m = Ukuran rata-rata fragmentasi hasil peledakan

A = Faktor Batuan

A_t = *Timing Factor*

K = *Powder Factor*

Q = Jumlah bahan peledak per lubang

RWS = *Relative Weight Strenght* bahan peledakn

c(A) = Faktor koreksi

2. Perhitungan Faktor *Timing* (A_t)

Faktor *timing* merupakan salah satu parameter yang harus dimasukkan kedalam metode ini untuk melihat bagaimana pengaruh dari *delay* yang digunakan terhadap fragmentasi yang dihasilkan. Pada beberapa kali peledakan yang diamati oleh penulis, penulis melihat *delay* yang digunakan

pada pola inisiasi bahan peledak dikombinasikan dengan 2 *surface delay* dengan 1 *in hole delay*. Untuk *surface delay* yang dibedakan dari *timing* atau *delay* yaitu 17 ms, 25 ms, 42 ms, 67 ms, dan 109 ms. Sedangkan untuk *in hole delay* 500 ms. Untuk menghitung faktor *timing* digunakan persamaan (2.12) sebagai berikut :

$$At = 0,9 + 0,1 \left(\frac{T}{T_{\max}} - 1 \right), T_{\max} = \left(\frac{15,6}{C_x} - B \right) \dots\dots\dots(2.12)$$

Keterangan :

T = Rentang *delay* yang digunakan

C_x = VOD bahan peledak (3000 m/s)

B = *Burden*

3. Faktor Koreksi Terhadap Batuan (c(A))

Faktor koreksi terhadap batuan pada perhitungan modifikasi *Cunningham* (2005) menggunakan *range* dari *table correction factor of joint strength* oleh *E. Lopez Jimeno*, 1995 : 177 (milia,2018) yang diambil dalam bukunya *Drilling and Blasting Of Rock*. Nilai faktor koreksi terhadap batuan dapat dilihat pada table 2.4

Tabel 2.4 Faktor Koreksi Terhadap Batuan

<i>Joint Strenght</i>	<i>Correction Factor</i>
<i>Strong</i>	1
<i>Medium</i>	0,9
<i>Weak</i>	0,8
<i>Very Weak</i>	0,7

4. Perhitungan Indeks Keseragaman

$$n = ns \times \sqrt{2 - 30 \frac{B}{De}} \times \frac{\sqrt{1 + \frac{S}{B}}}{2} \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \frac{PC^{0,3}}{H} \times c(n) \dots \dots (2.13)$$

Keterangan :

ns = Scatter Ratio

B = Burden

S = Spasi

De = Diamter lubang (mm)

W = Standar deviasi dari keakuratan pemboran (m)

PC = Panjang isian (m)

H = Tinggi jenjang (m)

C(n) = Faktor Koreksi

a) Perhitungan *Scatter Ratio* (ns)

Perhitungan nilai ns atau *scatter ratio* dapat dilakukan menggunakan persamaan (2.14), sedangkan untuk mencari nilai Rs yang merupakan salah satu masukan didalam mencari nilai ns dapat dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.15). Untuk mencari nilai ns perlu diketahui nilai standar deviasi *in holeh delay* (α_1) dan nilai standar deviasi *surface delay* (α_2). Nilai deviasi ini mengacu pada grafik hubungan nominal *delay* dengan standar deviasi yang diperkenalkan oleh *Cunningham* tahun 2003 dalam *papernya The Effect Of Timing-Precision On Control Of Blasting Effect* (milia 2018).

Paper tersebut dapat diketahui, pada *in hole delay* 500 ms standar deviasinya adalah 2,15 dan pada *surface delay* 17 ms sebesar 0,5; untuk *delay* 25 ms adalah 0,75; *delay* 45 ms adalah 1; *delay* 67 ms adalah 1,25; *delay* 109 ms adalah 1,5; dan untuk *delay* 176 ms adalah 1,75. Dari nilai standar deviasi *in hole* dan *surface delay* yang telah diketahui tersebut, maka akan dilakukan perhitungan standar deviasi terlebih dahulu untuk mendapatkan nilai standar deviasi system inisiasi pola peledakan yang digunakan.

$$ns = 0,206 \left(1 - \frac{Rs}{4}\right)^{0,8} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$Rs = 6 \times \frac{\alpha t}{Tx}, \alpha t = \sqrt{2\alpha 1^2 + \alpha 2^2} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan :

$\alpha 1$ = Standar deviasi terhadap *in hole delay*

$\alpha 2$ = Standar deviasi terhadap *surface delay*

Tx = *Delay*

- b) Perhitungan Faktor Koreksi Indeks Keseragaman c(n)

Perhitungan factor koreksi indeks keseragaman c(n) didapatkan dari fungsi factor batuan (A) yang telah didapatkan sebelumnya, dengan persamaan (2.16) berikut ini.

$$c(n) = \left(\frac{A}{6}\right)^{0,3} \dots\dots\dots(2.16)$$

- c) Perhitungan Persentase Ukuran Fragmentasi

Pada Perhitungan ukuran persentase fragmentasi, *Cunningham* tidak memberikan modifikasi, dan untuk perhitungan menggunakan persamaan *Rossin Ramler*.

2.6 *Optimum Explosive Performance*

Adapun hal yang perlu diperhatikan untuk memaksimalkan energy peledakan diantaranya sebagai berikut:

a. *Energy Distribution*

Distribusi energi peranannya sangat penting untuk menghasilkan fragmentasi yang baik secara merata pada sebuah sequence peledakan, baik distribusi secara lateral maupun vertikal. Lateral distribusi beberapa gambaran dari konsep optimalisasi distribusi energy secara lateral. Blast Enginer tentu harus mengetahui informasi geologi sehingga di setiap lokasi peledakan bisa menentukan spacing dan burden yang tepat. Bahkan lebih lanjut pada aplikasi elektronik system dalam mendesain time delay bisa disimulasikan delay yang paling optimal untuk memberikan fragmentasi paling baik setelah diketahui beberapa informasi mengenai batuan dari hasil pengukuran seismograf di lokasi yang akan diledakan.

b. *Energy Level*

Dalam pemahaman energy level adalah tidak berarti salah satu jenis bahan peledak dengan energi lebih tinggi memiliki energy level paling baik untuk sebuah aplikasi peledakan, tetapi energy level yang dimaksud adalah perlu disesuaikannya besaran energi yang dihasilkan dengan tujuan yang diharapkan.

Lebih ke belakang sedikit adalah bahwa dalam menentukan atau mengukur seberapa besar energi yang dihasilkan dari sebuah jenis bahan peledak bisa dengan analisa komposisi unsur kimia contoh Emulsion Blend (60/40) energi adalah 804 Cal/gr atau 0,1 Mpa.

Hal yang jauh lebih penting dalam sebuah peledakan adalah kecepatan reaksi, serta faktor pengungkungan yang baik sangat berpengaruh terhadap kecepatan detonasi dalam lubang ledak. Level energi dari sebuah bahan peledak disesuaikan dengan kekerasan dan struktur batuan yang akan diledakkan, serta faktor lingkungan/desain seperti kondisi air tanah, reaktifitas mineral, kedalaman lubang, tekanan hydrostatis, sleep time dan lainnya.

Beberapa praktisi mengindikasikan besaran energi bahan peledak dapat di korelasikan dengan kecepatan detonasi (VOD), namun teori atau penelitian yang membahas ini masih sangat sedikit. Tetapi beberapa dasar ilmu fisika yang membahas mengenai energi memang mengutarakan bahwa energi ekuivalen dengan besaran kecepatan (contoh : Energi Kinetik ; $E_k = \frac{1}{2} MV^2$, atau Rumus Einstein ; $E = MC^2$)

Dengan melihat faktor kecepatan detonasi maka VOD akan dipengaruhi oleh faktor komposisi campuran (ZOB), diameter, density, dan derajat pengungkungan, sehingga sebagai praktisi tentu harus berpikir bagaimana memelihara agar level VOD bisa maksimal dalam kolom ledak dengan menjaga faktor – faktor tersebut.

c. *Energi Confinement*

Confinement atau pengungkungan ditentukan oleh kondisi geologi dan teknik stemming yang dilakukan dalam sebuah peledakan. Stemming yang bagus dan benar akan memaksimalkan energy yang dikurung didalam lubang ledak agar tidak terjadi over power akibat stemming yang kurang bagus. Untuk mencari nilai stemming yang sesuai dengan apa yang direncanakan bisa dengan menggunakan rumus VED (Vertical Energy Distribution) seperti persamaan 2.11 berikut :

$$VED = \frac{H - St}{H} \dots\dots\dots (2.11)$$

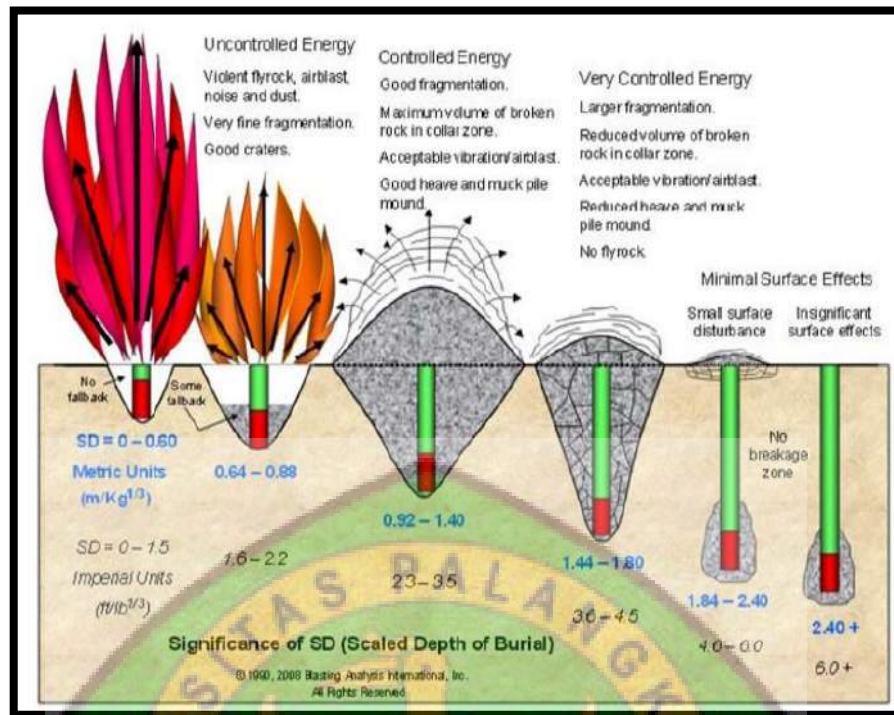
Keterangan :

VED = Vertical Energy Distribution

H = Kedalam lubang ledak

St = Stemming

Selain menggunakan rumus VED diatas, perlunya menghitung *Scale Depth Of Burial* agar lebih menyakinkan apakah nilai VED yang dihitung akan menghasilkan *energy* yang maksimal atau sebaliknya akan menghasilkan *energy* yang kurang maksimal, besaran nilai *Scale Depth Of Burial*. (dapat dilihat pada gambar 2.4).



Gambar 2.4 Scale Depth Of Burial

Rumus nilai *Scale Depth Of Burial* dapat dilihat pada persamaan 2.12 berikut :

$$SD = D/W^{0,333} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

SD = Scale Depth

W = Jumlah bahan peledakan per lubang

D = Stemming + (0,5 x PC)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Wilayah Penelitian

Berikut adalah gambaran umum wilayah penelitian pada PT.Maslapita :

3.1.1 Sejarah Perusahaan

PT. Maslapita sebagai salah satu perusahaan swasta nasional yang bergerak di bidang pertambangan batubara bermaksud mengembangkan usaha di wilayah Kabupaten Barito Timur. Untuk mengembangkan usaha pertambangan di wilayah tersebut, PT. Maslapita telah yang mendapatkan izin untuk melakukan produksi dalam wilayah kuasa pertambangan (KP) Operasi Produksi berdasarkan keputusan Bupati Barito Timur Nomor 626 Tahun 2009 tanggal 31 Desember 2009, luas wilayah IUP PT. Maslapita adalah 1.001 hektar, yang berlokasi di wilayah Kecamatan Patangkep Tutui Kabupaten Barito Timur.

Keinginan PT. Maslapita untuk mengusahakan kegiatan pertambangan batubara di wilayah Kecamatan Patangkep Tutui, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah dilatar belakangi oleh :

- Prospek pemasaran batubara di dalam negeri maupun luar negeri yang semakin baik;
- Semakin meningkatnya permintaan batubara baik dari konsumen dalam negeri maupun luar negeri dengan banyak dibangunnya;

- pusat pembangkit listrik tenaga uap dan industri-industri yang menggunakan batubara sebagai bahan bakar;
- Sejalan dengan kebijakan pemerintah tentang upaya melakukan penghematan penggunaan minyak bumi serta meningkatkan dan mengembangkan sumber energi lain pengganti seperti batubara.

Cadangan batubara layak di tambang di dalam wilayah Kuasa pertambangan produksi mencapai 8.521 ton dengan *stripping ratio* rata-rata 1 : 10. Berdasarkan cadangan yang dapat ditambang, terutama jika dikaitkan dengan target rencana produksi, maka umur kegiatan penambangan di perkirakan sekitar 18 tahun dan berakhir pada 2025. Cadangan batubara terukur dalam wilayah KP PT. Maslapita di Kecamatan Patangkep Tutui sangat potensial dan bernilai ekonomis untuk di tambang.

Sistem penambangan yang akan di laksanakan adalah penambangan terbuka. Kegiatan penambangan dengan sistem demikian akan menyebabkan adanya kegiatan pembongkaran tanah secara eksensif yang akan merubah kondisi vegetasi, tanah pucuk (*topsoil*) dan lapisan tanah bawah (*sub-soil*) yang selanjutnya akan merubah bentang alam (*Landscape*). Jika kegiatan pertambangan batubara ini dapat dilakukan secara benar dan sistematis maka dampak yang akan terjadi bersifat tidak permanen, hanya pada lokasi penambangan dan lahan bekas tambang dapat dipergunakan keperluan produktif lainnya paska kegiatan pertambangan.

3.1.2 Lokasi dan Kesampaian Daerah

A. Lokasi

Wilayah Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Maslapita secara administratif termasuk ke dalam wilayah Kecamatan Patangkep Tutui, Kabupaten Barito Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Berdasarkan Surat Keputusan Bupati Barito Timur Nomor 626 Tahun 2009 tanggal 31 Desember 2009, luas wilayah IUP PT. Maslapita adalah 1.001 hektar yang secara geografis dibatasi oleh koordinat-koordinat seperti yang tertera pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Koordinat Batas IUP PT. Maslapita

No	Garis Bujur Timur			Garis Lintang Selatan		
	0	'	''	0	'	''
1	115	23	08.0	-01	56	31.0
2	115	24	08.0	-01	56	31.0
3	115	24	08.0	-01	56	59.0
4	115	23	55.0	-01	56	59.0
5	115	23	55.0	-01	57	38.0
6	115	23	42.0	-01	57	38.0
7	115	23	42.0	-01	58	07.0
8	115	23	26.0	-01	58	07.0
9	115	23	26.0	-01	58	30.0
10	115	23	03.0	-01	58	30.0
11	115	23	03.0	-01	58	53.0
12	115	22	45.0	-01	58	53.0
13	115	22	45.0	-01	59	22.0
14	115	22	27.0	-01	59	22.0
15	115	22	27.0	-01	59	45.0
16	115	21	52.5	-01	59	45.0
17	115	21	52.5	-01	58	10.0
18	115	23	00.0	-01	58	10.0

Bersambung...

Lanjutan tabel 3.1

NO	Garis Bujur Timur			Garis Lintang Selatan		
	0	'	“	0	'	“
19	115	23	00.0	-01	57	53.0
20	115	23	08.0	-01	57	53.0

(Sumber : Surat Keputusan Bupati Barito Timur No: 626 Tahun 2009).

Peta geologi regional daerah penelitian dapat di lihat pada lempiran A.

B. Kesampaian Daerah

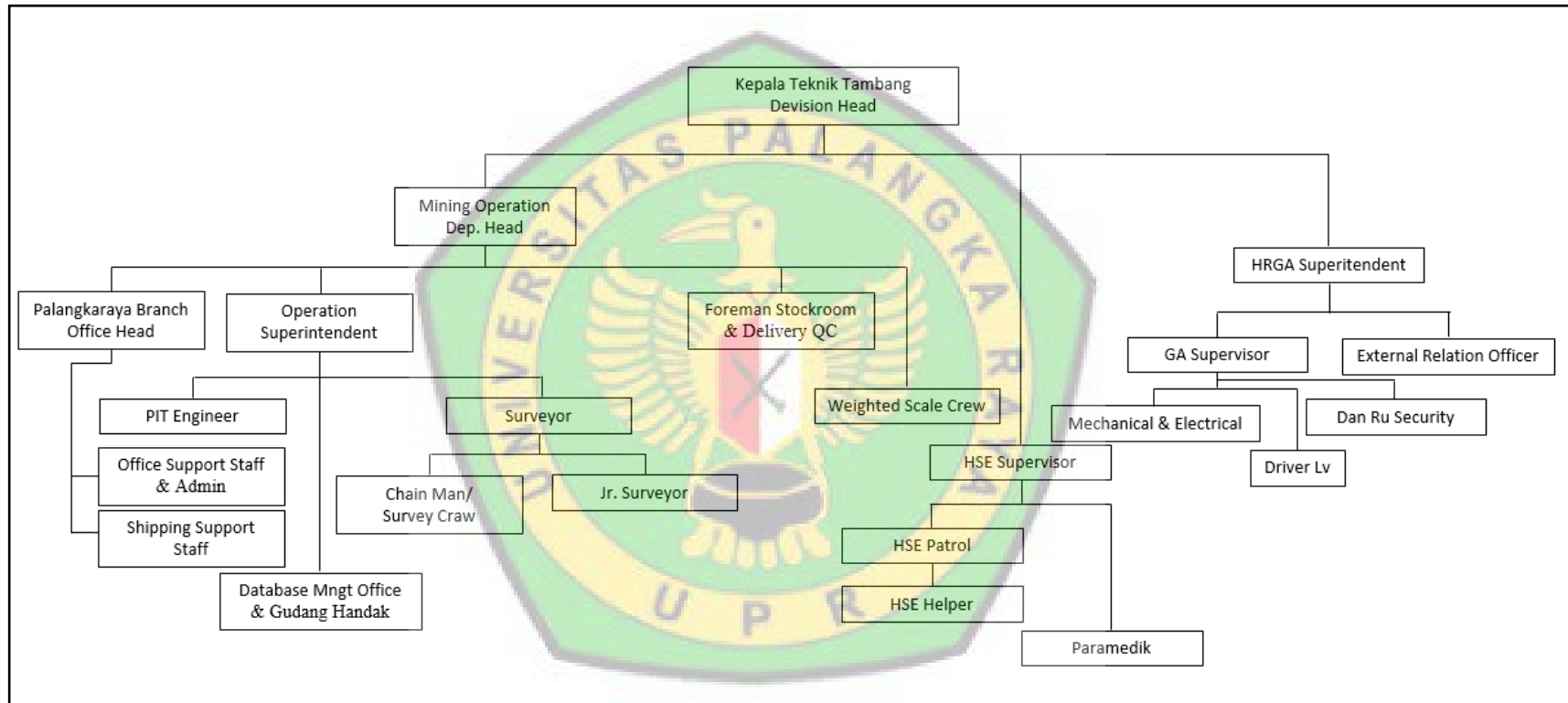
Lokasi Wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi PT. Maslapita secara administratif berada di daerah Kecamatan Patangkep Tutui, Kabupaten Barito Timur. Peta kesampaian daerah dapat di lihat pada Lampiran B.

Untuk mencapai lokasi izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi PT. Maslapita dapat dijangkau melalui rute perjalanan yaitu :

- Palangka Raya – Tamiang Layang : dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda dua maupun roda empat melalui jalan permanen (jalan provinsi) selama lebih kurang \pm 6 jam;
- Tamiyang Layang – Kec. Patangkep Tutui untuk mencapai lokasi Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi PT. Maslapita dapat di jangkau dengan menggunakan kendaraan roda empat dengan melalui jalan beraspal baik dan melalui jalan tanah dengan kondisi kurang baik, dengan waktu tempuh kurang lebih 1 jam 30 menit.

3.2 Struktur Organisasi Perusahaan

Penyusunan struktur organisasi ini telah dilakukan atas dasar spesifikasi lengkap dengan fungsi yang melekat agar mampu mendukung pencapaian target secara optimal.



Gambar 3.1 Struktur Organisasi PT.Maslapita

3.3 Kondisi Geologi

Berikut kondisi geologi pada daerah penelitian di PT.Maslapita :

3.3.1 Kondisi Geologi Regional

A. Fisiografi

Keadaan Fisiografi yang dominan adalah dataran dan perbukitan bergelombang lemah hingga kuat. Fisiografi daerah ini mempunyai ketinggian berkisar 40 - 350 meter di atas permukaan air laut. Fisiografi tersebut merupakan akibat dari berbagai aktifitas geologi yang menghasilkan perlipatan, sesar, kekar dan lain-lain. Aliran sungai di daerah penyelidikan umumnya memperlihatkan pola aliran yang tidak teratur (dendritik) dan terdapat beberapa *meander*, dimana air sungai berasal dari pegunungan dan bermuara di Sungai Barito.

B. Stratigrafi

Berdasarkan Peta Geologi Regional Lembar Buntok (Soetrisno,1994) lampiran C, untuk daerah Kabupaten Barito Timur dan sekitarnya, formasi batuan dari yang paling muda ke batuan tua adalah :

1. Aluvium (Qa) : Lumpur kelabu-hitam, lempung bersisipan Limonit dan Gambut, pasir, kerikil, kerakal dan bongkahan batuan yang lebih tua. Merupakan hasil endapan sungai atau dataran banjir. Tebalnya mencapai 10 m;
2. Formasi Dahor (TQd) : Batupasir kurang padat sampai lepas, bersisipan batulanau, serpih, lignit dan limonit. Terendapkan dalam lingkungan peralihan dengan tebal mencapai 300 m. Umurnya diduga

Plio – Plistosen, formasi ini tidak selaras diatas formasi-formasi dibawahnya, dan umumnya berada pada morfologi dataran rendah yang kadang-kadang sulit dipisahkan dengan endapan permukaan;

3. Formasi Warukin (Tmw) : Batupasir kasar – sedang, sebagian konglomeratan, bersisipan batulanau dan serpih, setengah padat berlapis dan berstruktur perairan silang-siur dan lapisan bersusun. Struktur lipatan terbuka dengan kemiringan lapisan batuan sekitar 10°. Formasi ini berumur Miosen Tengah – Miosen Atas, dengan tebal bisa mencapai 500 m, dan diendapkan di daerah transisi. Formasi Warukin berada selaras diatas Formasi Berai dan Montalat. Sesuai dengan sifat fisiknya formasi ini menempati daerah morfologi dataran menggelombang landai;
4. Formasi Berai (Tomb) : Batugamping berlapis dengan batulempung, napal dan batubara, sebagian tersilikakan dan mengandung limolit. Batugamping berfosil foram besar, antara lain : *Spiroclypeous sp.*, *Lepidocyclina (Eulepidina) ephioides*, JONES & CHAPMAN, *Operculina sp*, *spiroclypeous tidoengensis*, VAN DER VLERK, *Heterostegina sp* dan *Amphisiegina sp*, yang menunjukkan umur Oligosen tengah – Oligosen Akhir (Td – e). Disamping itu juga berfosil foram bentos. Formasi ini diendapkan dilaut dangkal dengan tebal mencapai 1.250 m, serta menempati morfologi perbukitan kars yang terjal;

5. Formasi Montalat (Tomm): Batupasir kuarsa putih, berstruktur silang siur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau/serpih dan batubara. Berfosil foram kecil, antara lain : *Globigerina venezuelana* HEDBERG, *Globigerina tripartite* KOCH, *Globigerina selli* (BOR SETTI), *Globigerina praebulloides* BLOW, *Globigerina angustiumbilitata* BOLLI, *Globigerina officinalis suboptima*, *Globigerina sp.*, *Globigerina spp.* *Globorotalia optima* BOLLI, *Globorotaliana* BOLLI dan *Cassigerinella chipolensis* (CUSHMAN & POTTON), yang berumur Oligosen (P19 – N3). Diendapkan dilaut dangkal terbuka, dengan tebal mencapai 1.400 m. Formasi ini menjemari dengan Formasi Berai dan selaras diatas Formasi Tanjung;
6. Formasi Tanjung (Tet): bagian bawah perselingan antara batupasir,serpih, batulanau dan konglomerat, sebagian bersifat gampingan, konglomerat disusun oleh kuarsa, feldspar, granit, sekis, gabbro dan basal. Di dalam batupasir kuarsa dijumpai glaukonit. Bagian atas formasi disusun dan basal. Di dalam batupasir kuarsa dijumpai glaukonit. Bagian atas formasi disusun oleh perselingan batupasir kuarsa bermika, batulanau, batugamping dan batubara. Batulanau mengandung fosil foram plankton yaitu ; *Globigerina tripartite* KOCH, *Globigerina ochitaensis* HOWE & WALLACE, *Globigerina spp*, dan *Globorotalia SPP*. Yang menunjukkan umur Eosen – Oligosen. Sedangkan batugamping mengandung fosil foram besar diantaranya *Operculina sp.*, *Discocyclina sp.*, dan *Biplanispira* yang

berumur Eosen akhir. Formasi ini tidak selaras di atas batuan mesozoikum, terlipat hamper utara – selatan dengan kemiringan lapisan umumnya 200 serta mempunyai tebal sekitar 1300 meter, tersebar di daerah perbukitan;

7. Batuan Vulkanik Kasale (Kvh): berupa retas, sumbat, stock yang umumnya terdiri atas basal piroksin kelabu hijau, porfiritik sampai piloktasit. Sebagian besar berubah membentuk mineral lempung, klorit dan kasit. Unit ini mencapai tebal 50 meter dan menempati daerah morfologi perbukitan tinggi serta dikorelasikan dengan formasi Haruyan yang berumur Kapur Atas;
8. Granit Kapur (Kgr): granit biotit berwarna kelabu muda, sebagian terkekarkan. Singkapannya berasosiasi dengan formasi Pitap dan Haruyan dan tersebar di daerah morfologi perbukitan tinggi. Variasi batuan ini antara lain granodiorite biotit, adamalit, biotit, granit gneiss, sebagian bertekstur grafik dan mirmekit. Batuan ini menerobos Formasi Pitpap dan umurnya diduga Kapur Akhir;
9. Batuan sedimen dan vulkanik tak terpisahkan (Ksp): yang tersusun berlapisan. Batuan sedimen: batulanau kelabu tua, batugamping kristalin kelabu tua, batupasir-halus kelabu, serpih merah dan serpih napalan; tebal lapisan antara 20 cm - 300 cm, Sebagian terlipat, batuan vulkanik: andesit, basal dan ampibiotit. Andesit dan basal berupa leleran bertekstur pilotaksit dan amigdaloid. Ampibiolit pecah-pecah berupa lensa di dalam basal, tebal mencapai 40 cm. unit ini menempati

daerah morfologi perbukitan tinggi dan kasar. Ketebalan bisa mencapai 100 m. untuk keperluan praktis serta kesinambungannya dengan lembar disekitarnya, unit ini dibandingkan dengan formasi Pitap yang berumur Kapur Akhir (Ksp).

C. Struktug Geologi

Untuk daerah perbukitan di bagian timur lembar, dengan dijumpainya unsur struktur geologi, antara lain : kontak geologi, sesar, sesar mendatar, antiklin, sinklin, kelurusan (*Lineament*) berupa sesar, pecahan atau kekar, jurus dan kemiringan lapisan.

3.3.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

A. Morfologi

Kondisi daerah kajian umumnya berupa satuan morfologi perbukitan bergelombang landai hingga perbukitan terjal. Daerah kajian dapat dibagi menjadi 3 kelompok satuan morfologi, yaitu satuan morfik perbukitan bergelombang lemah, satuan geomorfik perbukitan bergelombang sedang, dan satuan perbukitan bergelombang kuat.

1. Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang Lemah

Kisaran % kemiringan lereng antara $2^0 - 7^0$. Titik ketinggian mulai dari 44 m sampai dengan 50 m dari permukaan air laut. Satuan geomorfik ini disusun oleh batuan dari Formasi Tanjung, yakni batulempung dan batulanau. Proses pelapukan yang relatif kuat dan erosional, sehingga didapatkannya keadaan *soil* yang relatif tebal.

Satuan geomorfik ini menempati $\pm 45\%$ dari luas wilayah daerah penyelidikan.

2. Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang Sedang

Kisaran % kemiringan lereng antara $7^{\circ} - 15^{\circ}$. Titik ketinggian mulai dari 50 m sampai dengan 147 m dari permukaan air laut. Satuan geomorfik ini disusun oleh batuan dari Formasi Tanjung, yakni batulempung, batupasir dan batulanau. Proses pelapukan yang relatif kuat, sehingga didapatkannya keadaan *soil* yang relatif tebal. Satuan geomorfik ini menempati $\pm 15\%$ dari luas wilayah daerah penyelidikan.

3. Satuan Morfologi Perbukitan Bergelombang Kuat

Kisaran % kemiringan lereng antara $> 15^{\circ}$. Titik ketinggian mulai dari 100 m sampai dengan 203 m dari permukaan air laut. Satuan geomorfik ini disusun oleh batuan dari Formasi Tanjung, yakni batulanau, batupasir dan Konglomerat. Proses pelapukan yang relatif kuat, sehingga didapatkannya keadaan *soil* yang relatif tebal. Satuan morfologi ini menempati $\pm 40\%$ dari luas wilayah daerah penyelidikan.

B. Litologi

Batuan penyusun daerah prospek batubara di daerah kajian terdapat satu formasi batuan yaitu formasi tanjung yang berupa perselingan antara batupasir halus sampai sedang, batulempung berwarna coklat abu-abu, batulanau berwarna coklat kekuning-kuningan, konglomerat, dan batubara. Sedangkan formasi berai berupa

batugamping berlapis dengan batulempung, napal dan batubara, sebagian tersilikakan dan mengandung limolit.

C. Struktur Geologi

Untuk daerah perbukitan di bagian timur lembar, dengan dijumpainya unsur struktur pada batuan Mesozoikum, antara lain : struktur terbreksikan, kelurusan yang berarah hampir utara selatan, bongkah dan blok disana sini dll. Maka dapat disimpulkan bahwa batuan ini telah mengalami deformasi. Sedangkan pada batuan Tersier menunjukkan struktur lipatan yang tidak ketat berarah hampir utara-selatan, maka diduga lipatan ini berkaitan erat dengan struktur batuan Mesozoikum. Adapun kelurusan yang memotong struktur utama, diduga terbentuk pada deformasi kedua, dimana batuan Tersier telah terlipat dan termampatkan, demikian pula hampir sejalan untuk struktur yang berkembang dipeta bagian utara dan barat-laut. Peta geologi lembar buntok dapat dilihat pada lampiran C.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada tugas akhir ini antara lain :

1. Alat Pelindung Diri (APD).;
2. Alat Tulis;
3. Buku Catatan;
4. Kalkulator;
5. Kamera;
6. Laptop.

3.5 Tata Laksana

Berikut merupakan tata laksana dan langkah kerja pada penelitian ini :

3.5.1 Langkah Kerja

Adapun tahapan langkah kerja yang akan dilaksanakan dalam pengerjaan penelitian ini antara lain:

1. Studi Literatur

Mencari berbagai referensi dari perpustakaan sebagai bahan tambahan dan dasar teori untuk memecahkan masalah yang ada di lapangan.

2. Pengambilan Data Lapangan

Data yang diambil dalam kegiatan penelitian ini adalah data desain peledakan yang digunakan oleh perusahaan dan data pengukuran getaran tanah hasil peledakan. Melakukan wawancara langsung *crew drill and blast* atau pihak lain yang berkompeten mengenai kegiatan pemboran dan peledakan. Wawancara Kegiatan Pemboran mengenai pola pemboran dan geometri pemboran. Sedangkan, kegiatan peledakan mengenai pola peledakan, geometri peledakan dan *powder factor* yang akan digunakan.

3. Analisa data lapangan

Analisa data lapangan dilakukan dengan metode perhitungan geometri R.L Ash dan perhitungan fragmentasi menggunakan metode Kuz Ram, dari semua data yang diperoleh.

4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan cara mengumpulkan semua data yang diperoleh dari analisa data lapangan, kemudian data-data tersebut

dikelompokkan sesuai dengan data yang diperlukan dalam bentuk tabel, grafik ataupun gambar.

3.5.2 Metode Penelitian

Di dalam melaksanakan permasalahan ini, penyusun menggabungkan antara beberapa metode, yaitu *metode penelitian kuantitatif dan deskriptif* :

1. *Metode kuantitatif*

Penelitian kuantitatif pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data geometri peledakan berupa *burden*, spasi, kedalaman lubang, stemming serta rancangan geometri usulan menggunakan perhitungan dengan metode RL.Ash dan data fragmentasi peledakan menggunakan teori Kuz-ram pada PT. Maslapita.

2. Metode Deskriptif

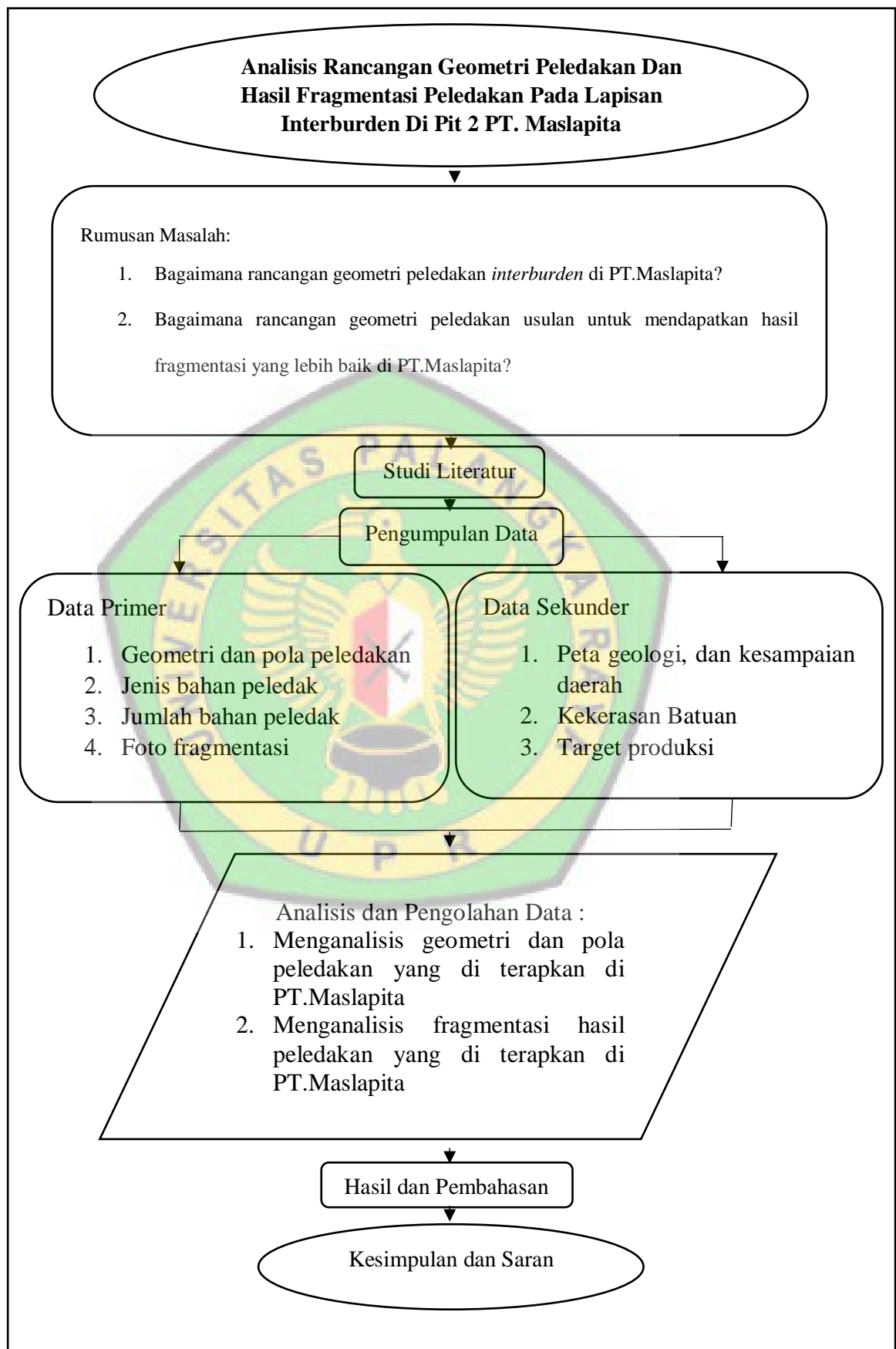
Penelitian deskriptif pada penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dokumentasi berupa foto fragmentasi hasil peledakan, pengambilan data geometri aktual peledakan di lapangan dan menganalisis hubungan antara geometri peledakan dengan hasil fragmentasi.

3.6 Bagan Alir Penelitian

Adapun alur penelitian ini yang telah ditetapkan oleh peneliti yaitu, dimulai dari judul, rumusan masalah, studi literatur, pengambilan data primer berupa geometri dan pola peledakan, jenis bahan peledak, penggunaan bahan peledak, serta foto fragmentasi. Sedangkan data sekunder berupa peta geologi, dan kesampaian daerah, sifat fisik dan mekanik batuan, serta target produksi peledakan. Kemudian analisis dan pengolahan data, dimana peneliti menganalisis geometri, pola

peledakan dan fragmentasi yang di terapkan kemudian melakukan pengolahan data geometri menggunakan teori RL.Ash, sedangkan data fragmentasi peledakan di olah menguunakan teori Kuz-Ram, dari pengolahan data tersebut dapat di lakukan penarikan kesimpulan dan saran, yang dapat di lihat pada gambar 3.2.





Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian Skripsi

3.7 Rencana Waktu Penelitian

Penelitian Skripsi ini mulai akan dilaksanakan pada 04 Februari 2021 sampai dengan 28 April 20 dengan beberapa rincian perencanaan uraian kegiatan yang dapat di lihat pada table 3.2.

Tabel 3.2 Uraian waktu kegiatan

No	Uraian kegiatan	Februari				Maret				April				Mei				Juni					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Observasi dan pengamatan Lapangan																						
2	Pengambilan data																						
3	Pengolahan Data																						
4	Pembuatan Laporan																						
5	Konsultasi Pembimbing																						
6	Presentasi Hasil																						

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

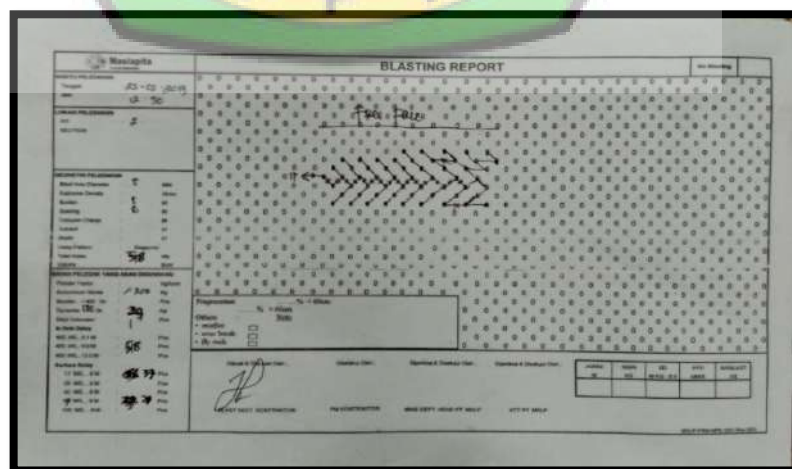
4.1 Hasil

Berdasarkan hasil pengumpulan dan pengolahan data di PT.Maslapita pada tanggal 2 Februari – 2 April 2019, didapatkan hasil sebagai berikut :

4.1.1 Hasil Penerapan Geometri Peledakan

A. Geometri Peledakan

Geometri Peledakan merupakan desain awal sebelum melakukan peledakan. Selain itu geometri peledakan juga untuk mengontrol hasil suatu kegiatan peledakan, rancangan peledakan yang baik akan menghasilkan efek peledakan yang baik pula, selain itu akan didapat juga hasil fragmentasi batuan sesuai dengan standar produk yang dikehendaki. Geometri peledakan yang dimaksud meliputi *burden*, *spacing*, *stemming*, *powder column*, *subdrilling*, diameter lubang ledak dan juga kedalaman lubang. (*Plan Blasting* dapat dilihat pada gambar 4.1)



Gambar 4.1 *Blasting Report*

Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah nilai dari faktor batuan pada lapisannya. Karakteristik massa batuan yang harus perlu diperhatikan pada peledakan berupa *rock mass description* (RMD), *joint plane spacing* (JPS), *joint plane orientation* (JPO), *specific gravity influence* (SGI), dan kekerasan batuan (*hardness*). Nilai faktor batuan ini juga yang akan digunakan untuk memperhitungkan nilai *powder factor* batuan dan juga membantu perhitungan batuan teori *Kuz Ram*. (dapat dilihat pada tabel 4.1)

Tabel 4.1 Pembobotan Massa Batuan Pit 2

1. Rock Mass Description (RMD)	Rating
<i>Powder/Friable</i>	10
2. Joint Plane Spacing (JPS)	Rating
<i>Close (Spaci < 0,1m)</i>	10
3. Joint Plane Orientation (JPO)	Rating
<i>Stike Normal Face</i>	30
4. Spesific Gravity Influence (SGI)	10
5. Hardness (H)	3

Dalam penelitian yang dilakukan dilapangan, geometri peledakan berpengaruh terhadap hasil peledakan berupa fragmentasi yang akan dihasilkan nanti dan juga berpengaruh terhadap akibat yang dihasilkan dari aktivitas peledakan. Hubungan antara parameter geometri peledakan tersebut akan menentukan baik atau tidaknya hasil dari peledakan. (Geometri peledakan aktual dapat dilihat pada table 4.2)

Tabel 4.2 Geometri Aktual

Tanggal	B	S	H	PC	ST
23/03/2019	6.1	7	6	2.7	3.3
05/04/2019	6	7	5.6	2.5	3.1
06/04/2019	6	7	5.9	2.6	3.2
08/04/2019	6.1	7	6.9	3.1	3.7
11/04/2019	6.1	7	5.4	2.4	3
13/04/2019	6.1	7	6.4	2.9	3.5
22/04/2019	6.1	7	5.5	2.4	3.1

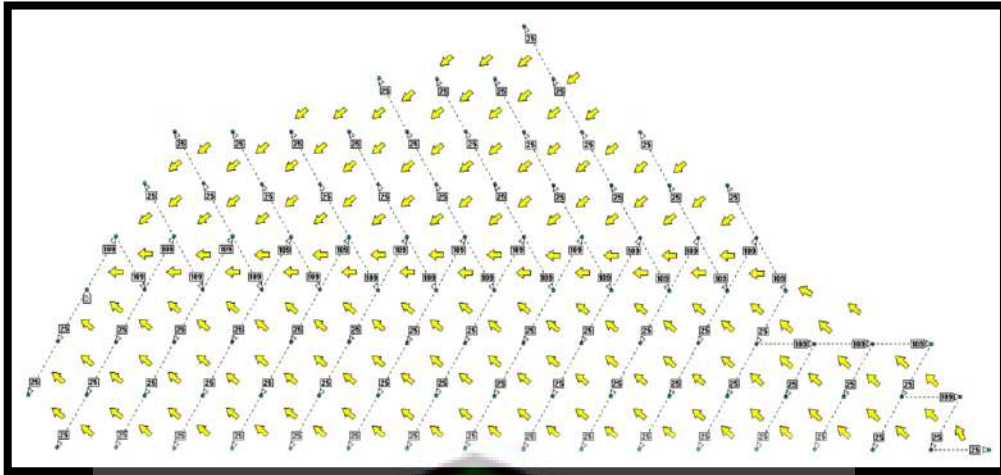
B. Pola Peledakan

Pola peledakan yang digunakan di PT.Maslapita pada peledakan pada umumnya menggunakan pola *box-cut*. Pola peledakan *box-cut* merupakan pola peledakan yang arah runtuhannya kedepan dan membentuk kotak.

C. *Surface Delay* Dan Arah Runtuhan

Surface delay atau sistem waktu tunda merupakan urutan waktu peledakan (*delay*) antara lubang-lubang bor yang lainnya. Sistem waktu tunda ini dapat ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuhannya material yang diharapkan.

Sistem waktu tunda pada suatu aktivitas peledakan menunjukkan sekuen atau urutan peledakan dari jumlah lubang ledak. Jeda waktu yaitu waktu tunda (*delay*) diantara lubang ledak pada aktivitas peledakan dapat terjadi jika terdapat urutan peledakan, parameter ini akan berpengaruh pada fragmentasi hasil peledakan. Pada kegiatan peledakan di PT.Maslapita peneliti menggunakan pola peledakan *box-cut*, dengan *initiatton poin* 0 ms, *surface delay* 25 ms, dan 109 ms. Pada pola peledakan *box-cut* arah runtuhannya batuan yang diledakan mengarah kedepan menuju *initiation poin* (IP) dan membentuk kotak. (*Surface delay* dan arah runtuhannya peledakan dapat dilihat pada gambar 4.2)



Gambar 4.2 *Surface Delay* dan Arah Runtuhan Peledakan

D. Hasil *Powder Factor*

Selain geometri peledakan, nilai *powder factor* juga mempengaruhi hasil peledakan berupa fragmentasi. Nilai *powder factor* yang dihasilkan akan menjadi bahan evaluasi pada nilai ekonomis kegiatan peledakan karena berkaitan dengan harga bahan peledak yang digunakan dan perolehan fragmentasi peledakan yang akan dihasilkan.

Perhitungan jumlah bahan peledak dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Loading density} &= \pi \cdot r^2 \cdot t \\
 &= 3,14 \times 0,0635^2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\
 &= 0,01266 \text{ m}^3/\text{m} \\
 &= 12660 \text{ cm}^3/\text{m} \\
 &= 12660 \text{ cc}/\text{m} \times 0,80 \text{ gr}/\text{cc} \\
 &= 10128 \text{ gr}/\text{m} \\
 &= 10,128 \text{ kg}/\text{m}
 \end{aligned}$$

Spesific Gravity untuk anfo yang digunakan adalah 0,80 gr/cc

Nilai *loading density* ini dipakai untuk menentukan jumlah bahan peledak yang digunakan per setuan meter dalam geometri peledakan konvensional. Nilai *powder factor* yang dihasilkan dari peledakan konvensional dapat dilihat pada table 4.3.

Tabel 4.3 *Powder Factor* Peledakan

Tanggal	Jumlah Lubang	Volume	Jumlah Handak	Powder Factor
23/03/2019	100	25913.65	3383.75	0.15
05/04/2019	100	23922.67	3172.5	0.15
06/04/2019	82	20330.41	2715	0.15
08/04/2019	105	30729.18	4100	0.15
11/04/2019	85	19467.2	2590	0.15
13/04/2019	95	25880.68	3472.5	0.15
22/04/2019	61	14268.67	1865	0.15

E. Hasil Fragmentasi *Kuz-Ram*

Ukuran fragmentasi peledakan merupakan hasil akhir dari peledakan, dimana besarnya nilai fragmentasi menentukan apakah peledakan tersebut berhasil atau tidak. Di PT.Maslapita besaran ukurann fragmentasi yang di targetkan adalah <100 Cm, apabila lebih dari 100 Cm maka disebut dengan *boulder*. Perhitungan ukuran fragmentasi dihitung menggunakan metode *Kuz-Ram*. Hasil perhitungan fragmentasi batuan menggunakan metode *Kuz-Ram* dapat dilihat pada table 4.3 berikut:

Tabel 4.4 Distribusi Fragmentasi Peledakan Menggunakan Teori *Kuz-Ram*

Ukuran batuan (mm)	R100(%)						
	21/03/2019	05/04/2019	06/04/2019	08/04/2019	11/04/2019	13/04/2019	22/04/2019
100	12.44	11.93	13.75	13.33	14.22	13.78	12.96
200	23.33	22.44	25.61	24.88	26.42	25.66	24.25
300	32.87	31.69	35.83	34.89	36.88	35.90	34.07
400	41.22	39.84	44.66	43.56	45.86	44.74	42.62
500	48.53	47.02	52.26	51.08	53.56	52.35	50.05
600	54.93	53.34	58.83	57.60	60.16	58.92	56.53
700	60.54	58.91	64.49	63.25	65.83	64.58	62.17
800	65.44	63.81	69.37	68.15	70.69	69.46	67.07
900	69.74	68.13	73.58	72.39	74.85	73.67	71.34
1000	73.51	71.93	77.21	76.07	78.43	77.30	75.05
2000	92.98	92.12	94.81	94.27	95.35	94.85	93.78

1. *Optimum Explosive Performance*

Untuk mengoptimalkan hasil peledakan maka perlu mengetahui dan menghitung 2 komponen penting dalam pendistribusian *energy* seperti berikut ini :

- **Distribusi Energi**

Energi distribusi peledakan berkaitan dengan *patern* atau geometri peledakan yang akan digunakan, untuk mencari besaran *patern* atau geometri peledakan yang akan digunakan dilapangan, maka bisa dicari dengan persamaan berikut :

- $SGe = 0,80 \text{ gr/cc}$

- $SGes = 1,2 \text{ gr/cc}$

- $SGb = 169,901 \text{ lb/ft}$

- $SGbs = 156 \text{ lb/ft}$

- $Ve = 9842,52 \text{ fps}$

- $Ves = 12000 \text{ fps}$

- $AF1 = \left[\frac{SGe \times Ve}{SGes \times Ves} \right]^{1/3}$
- $= \left[\frac{0,80 \times (9842,5)^2}{1,2 \times (12000)^2} \right]^{1/3}$
- $= \left[\frac{72500159,96}{172800000} \right]^{1/3}$
- $= (0,44)^{1/3}$
- $= 0,85$

- $AF2 = \left[\frac{SGb}{SGbs} \right]$

$$= \left[\frac{169,901}{156} \right]$$

$$= 1,08$$

- $K_b = K_{bstd} \times AF1 \times AF2$

$$= 30 \times 0,85 \times 1,08$$

$$= 27,54$$

- Burden = $\left[\frac{K_b \times De}{12} \right]$

$$= \left[\frac{27,54 \times 5}{12} \right]$$

$$= 11,475 \text{ ft}$$

$$= 3,5 \text{ meter}$$

- Spasi = $1,15 \times B$

$$= 1,15 \times 3,5$$

$$= 4 \text{ meter}$$

- **Energi *confinement***

Energi *confinement* berkaitan dengan pengungkungan bahan peledak, pengungkungan yang dimaksud adalah seberapa Panjang *steaming* yang dibutuhkan berdasarkan VED (*Vertical Energy Distribution*). Panjang *steming* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

- $VED = \frac{H - St}{H}$

$$0,46 = \frac{6 - St}{6}$$

$$0,46 \times 6 = 6 - St$$

$$2,8 = 6 - St$$

$$St = 6 - 2,8$$

$$St = 3,22 \text{ meter}$$

Sehingga *stemming* ialah 3,2 meter dan Panjang kolom isian 2,8 meter hal ini dikarenakan mengurangi 1,4 panjang *steming* dan menabah 1,4 panjang isian kolom bahan peledak.

Selain itu untuk lebih memaksimalkan *energy* distribusi peledakan, kita perlu menghitung *Scale Depth Of Burial*. Rumus mencari nilai SDOB seperti pada persamaan berikut :

$$\text{➤ } SD = D/W^{0,333}$$

Sehingga :

$$D = \text{Steming} + (0,5 \times \text{Charge Length (PC)})$$

$$D = 3,2 + (0,5 \times 2,8)$$

$$D = 4,4$$

Sehingga :

$$SD = 4,4/32,38^{0,333}$$

$$SD = 1,38 \text{ m/kg}$$

- **Perhitungan perkiraan fragmentasi menurut *Kutznetsov* dan *Rosin – Rammler*.**

Perhitungan perkiraan fragmentasi menurut *Kutznetsov* dan *Rosin – Rammler* :

$$- \text{ Burden (B)} = 3,5 \text{ meter}$$

- *Spacing* (S) = 4 meter
- *Stemming* (T) = 3,2 meter
- *Subdrilling* (J) = 0 meter
- Tinggi Jenjang (H) = 10 meter
- Lubang isian bahan peledak (PC) = 2,8
- *Pattern* = *Staggered*
- Kebutuhan bahan peledak tiap lubang ledak (Q) = 32,3 kg
- Volume batuan/lubang ledak (V) = 3,5 x 4 x 6 = 84 bcm
- Faktor batuan (A) = 3,78
- Diameter lubang ledak (De) = 127 mm
- RWS ANFO (E) = 100

Untuk ukuran rata-rata fragmentasi hasil peledakan, dapat di perkirakan dengan menggunakan rumus *KUZNETSOV* (1973).

Seperti pada persamaan sebagai berikut :

$$X = A \times \left[\frac{V}{Q} \right]^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left[\frac{E}{100} \right]^{-0,63}$$

$$X = 3,78 \times \left[\frac{84}{32,8} \right]^{0,8} \times 32,8^{0,17} \times \left[\frac{100}{100} \right]^{-0,63}$$

$$X = 3,78 \times 2,12 \times 1,8 \times 1$$

$$X = 14,52 \text{ cm}$$

Untuk mengetahui besarnya persentase bongkah pada hasil peledakan di permukaan kerja, dapat digunakan persamaan *ROSIN-RAMMLER* (1951) sebagai berikut :

- Indeks Keseragaman (n) :

$$n = \left[2,2 - 14 \frac{B}{DE} \right] \left[1 \frac{W}{B} \right] \left[1 + \frac{\left(\frac{S}{B}-1\right)}{2} \right] \frac{PC}{H}$$

$$n = \left[2,2 - 14 \frac{3,5}{127} \right] \left[1 \frac{0}{3,5} \right] \left[1 + \frac{\left(\frac{4}{3,5}-1\right)}{2} \right] \frac{3,2}{6}$$

$$n = [1,83][1][1,07]0,53$$

$$n = 1,04$$

- Karakteristik Ukuran (Xc) :

$$X_c = \frac{X}{(0,693)^{1/n}}$$

$$X_c = \frac{14,52}{(0,693)^{1/1,04}}$$

$$X_c = 20,21$$

- Persentase Ukuran Material (Rc) :

$$R_x = e - \left(\frac{X}{X_c} \right)^n$$

$$R_{20} = e - \left(\frac{20}{20,21} \right)^{1,04}$$

$$= 35,85 \% \geq 20 \text{ cm (Persentase tidak lolos)}$$

$$= 64,15 \% < 20 \text{ cm (Persentase lolos)}$$

$$R_{40} = e - \left(\frac{40}{20,21} \right)^{1,04}$$

$$= 12,85 \% \geq 40 \text{ cm (Persentase tidak lolos)}$$

$$= 87,15 \% < 40 \text{ cm (Persentase lolos)}$$

$$R_{60} = e - \left(\frac{60}{20,21} \right)^{1,04}$$

$$= 4,61 \% \geq 60 \text{ (Persentase tidak lolos)}$$

$$= 95,39 \% < 60 \text{ (Persentase lolos)}$$

$$R_{80} = e - \left(\frac{80}{20,21} \right)^{1,04}$$

$$= 1,65 \% \geq 80 \text{ (Persentase tidak lolos)}$$

$$= 98,35 \% < 80 \text{ (Persentase lolos)}$$

$$R_{100} = e - \left(\frac{100}{20,21} \right)^{1,04}$$

$$= 0,59 \% \geq 100 \text{ (Persentase tidak lolos)}$$

$$= 99,41 \% < 100 \text{ (Persentase lolos)}$$

Nilai perkiraan ukuran fragmentasi yang didapatkan kemudian dimasukkan kedalam tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Perkiraan Ukuran Fragmentasi Berdasarkan Model *Kuz Ram* Dengan Bahan Peledak *ANFO*

Ukuran (cm)	Tidak Lolos (%)	Lolos (%)
20	35,85	64,15
40	12,85	87,15
60	4,61	95,39
80	1,65	98,35
100	0,59	99,41

• **Perhitungan Perkiraan Fragmentasi *C.V.B Cunningham***

Perhitungan perkiraan fragmentasi menurut *C.V.B*

Cunningham:

- Faktor Batuan (A) = 3,16

- Faktor *Timing* (At) = 1,55

- Powder Faktor (K) = 0,20 Kg

- Handak Perlubang (Q) = 32,8 Kg
- RWS ANFO = 100
- Faktor Koreksi c(A) = 0,9
- Delay Yang di Gunakan (T) = 25 dan 109 ms
- VOD ANFO (Cx) = 3000 m/s
- Burden (B) = 5 meter

Perhitungan ukuran fragmentasi berdasarkan *delay* di bagi menjadi 2 yaitu berdasarkan *delay* 25 ms dan *delay* 109 ms.

➤ *Delay* 25 ms

Untuk perhitungan *timing* faktor, dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$A_t = 0,9 + 0,1 \left(\frac{T}{T_{\max}} - 1 \right), T_{\max} = \left(\frac{15,6}{C_x} - B \right)$$

$$T_{\max} = \left(\frac{15,6}{3000} - 1 \right)$$

$$T_{\max} = 187,3$$

➤ *Delay* 25 ms

$$A_t = 0,9 + 0,1 \left(\frac{25}{187,3} - 1 \right)$$

$$A_t = 1,55$$

Untuk Ukuran rata-rata fragmentasi hasil peledakan berdasarkan *delay*, dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus *C.V.B Cunningham* (2005). Seperti pada persamaan berikut :

➤ Ukuran fragmentasi berdasarkan *delay* 25 ms

$$X_m = A \times A_t \times K^{-0,8} \times Q^{1/6} \times \left(\frac{115}{RWS} \right)^{19/20} \times c(A)$$

$$X_m = 3,16 \times 1,55 \times 0,20^{-0,8} \times 32,8^{1/6} \times \left(\frac{115}{100}\right)^{19/20} \times 0,9$$

$$X_m = 96,98 \times 0,71 \times 0,9$$

$$X_m = 62,11 \text{ cm}$$

- *Scatter Ratio* (ns) :

$$ns = 0,206 \left(1 - \frac{R_s}{4}\right)^{0,8}$$

$$ns = 0,206 \left(1 - \frac{1,09}{4}\right)^{0,8}$$

$$ns = 0,16$$

$$R_s = 6 \times \frac{\alpha t}{T_x}$$

$$R_s = 6 \times \frac{4,55}{25}$$

$$R_s = 1,09$$

$$\alpha t = \sqrt{2\alpha_1^2 + \alpha_2^2}$$

$$\alpha t = \sqrt{2(2,15)^2 + 0,75^2}$$

$$\alpha t = 4,55$$

- Faktor koreksi *indeks* keseragaman c(n) :

$$c(n) = \left(\frac{A}{6}\right)^{0,3}$$

$$c(n) = \left(\frac{3,16}{6}\right)^{0,3}$$

$$c(n) = 0,83$$

- *Indeks* Keseragaman n :

$$n = ns \times \sqrt{2 - 30 \frac{B}{De}} \times \frac{\sqrt{1 + \frac{S}{B}}}{2} \times \left(1 - \frac{W}{B}\right) \times \frac{PC^{0,3}}{H} \times c(n)$$

$$n = 0,16 \times \sqrt{2 - 30 \frac{5}{127}} \times \frac{\sqrt{1 + \frac{6}{5}}}{2} \times \left(1 - \frac{0}{5}\right) \times \frac{3,2^{0,3}}{10} \times 0,83$$

$$n = 0,16 \times 1,04 \times 0,74 \times 1 \times 0,141 \times 0,83$$

$$n = 0,014$$

Untuk mengetahui besarnya persentase bongkah pada hasil peledakan di permukaan kerja, dapat digunakan persamaan *ROSIN-RAMMLER* (1951) sebagai berikut :

- Karakteristik Ukuran X_c :

$$X_c = \frac{X_m}{0,693^{1/n}}$$

$$X_c = \frac{62,11}{0,693^{1/0,013}}$$

$$X_c = 6894,27$$

- Persentase Ukuran Material (R_x) :

$$R_x = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n}$$

$$R_{40} = e^{-\left(\frac{40}{108,64}\right)^{0,013}}$$

$$R_{40} = 2,35 \% \geq 40 \text{ cm (Persentase tidak lolos)}$$

- *Delay* 109 ms

Untuk perhitungan *timing* faktor, dapat diperkirakan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- *Delay* 109 ms

$$A_t = 0,9 + 0,1 \left(\frac{109}{187,3} - 1 \right)$$

$$A_t = 0,97$$

$$T_{\max} = \left(\frac{15,6}{3000} - 1 \right)$$

$$T_{\max} = 187,3$$

➤ Ukuran fragmentasi berdasarkan *delay* 109 ms

$$X_m = A \times A_t \times K^{-0,8} \times Q^{1/6} \times \left(\frac{115}{RWS} \right)^{19/20} \times c(A)$$

$$X_m = 3,16 \times 0,97 \times 0,20^{-0,8} \times 32,8^{1/6} \times \left(\frac{115}{100} \right)^{19/20} \times 0,9$$

$$X_m = 60,72 \times 0,71 \times 0,9$$

$$X_m = 38,96 \text{ cm}$$

- *Scatter Ratio* (ns) :

$$ns = 0,206 \left(1 - \frac{R_s}{4} \right)^{0,8}$$

$$ns = 0,206 \left(1 - \frac{0,29}{4} \right)^{0,8}$$

$$ns = 0,19$$

$$R_s = 6 \times \frac{\alpha t}{T_x}$$

$$R_s = 6 \times \frac{5,24}{109}$$

$$R_s = 0,29$$

$$\alpha t = \sqrt{2\alpha^2 + \alpha^2}$$

$$\alpha t = \sqrt{2(2,15)^2 + 1,5^2}$$

$$\alpha t = 5,24$$

- *Indeks Keseragaman* n :

$$n = ns \times \sqrt{2 - 30 \frac{B}{De}} \times \frac{\sqrt{1 + \frac{S}{B}}}{2} \times \left(1 - \frac{W}{B} \right) \times \frac{PC^{0,3}}{H} \times c(n)$$

$$n = 0,19 \times \sqrt{2 - 30 \frac{5}{127}} \times \frac{\sqrt{1 + \frac{6}{5}}}{2} \times \left(1 - \frac{0}{5}\right) \times \frac{2,8^{0,3}}{10} \times 0,83$$

$$n = 0,19 \times 1,04 \times 0,74 \times 1 \times 0,136 \times 0,83$$

$$n = 0,016$$

- Karakteristik Ukuran X_c :

$$X_c = \frac{X_m}{0,693^{1/n}}$$

$$X_c = \frac{62,11}{0,693^{1/0,016}}$$

$$X_c = 108,64$$

- Persentase Ukuran Material (R_c) :

$$R_x = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n}$$

$$R_{40} = e^{-\left(\frac{40}{108,64}\right)^{0,016}}$$

$$R_{40} = 1,79 \% \geq 40 \text{ cm (Persentase tidak lolos)}$$

Nilai perkiraan ukuran fragmentasi yang didapatkan kemudian dimasukkan kedalam tabel 4.6 berikut :

Tabel 4.6 Perkiraan Ukuran Fragmentasi Berdasarkan

Model *C.V.B Cunningham* Dengan Bahan Peledak *ANFO*

Ukuran Batuan	R40	
	25 ms	109 ms
	Tertahan%	Tertahan%
10	1,80	1,81
20	1,79	1,80
30	1,79	1,79
40	1,78	1,79

- **Simulasi Rancangan Geometri Peledakan**

Tabel 4.7 Simulasi Rancangan Geometri Peledakan RL Ash

Parameter		Aktual	RL Ash
Geometri	<i>Burden</i> (m)	5	3,5
	<i>Spasi</i> (m)	6	4
	Kedalaman Lubang (m)	6	6
	<i>Stemming</i> (m)	3,3	3,2
	<i>Powder Coloum</i> (m)	2,7	2,8
	Isian Handak (kg)	27,4	32,3
Volume (m³)		18000	10920
<i>Powder Factor</i> (kg/m)		0,20	0,15
Jumlah Lubang		100	130
Jumlah Handak Digunakan (kg)		2739,48	3385,75
Fragmentasi (%)		39,84	87,15

4.2 Pembahasan

Adapun hasil dari penelitian ini akan dibahas pada sub-bab di bawah ini :

4.2.1 Penerapan Geometri Peledakan

Berikut ini adalah pembahasan dari penerapan rancangan geometri peledakan *konvensional*:

a. Geometri Peledakan

Penerapan geometri peledakan di PT.Maslapita menggunakan peledakan dengan metode konvensional. Geometri yang di terapkan di lapangan rata-rata sudah sesuai dengan plant yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti hilangnya titik penanda yang telah di pasang pada saat persiapan atau pemasangan titik lubang bor, sehingga operator *drilling* hanya mengira-ngira letak titik lubang bor yang akan di bor.

➤ *Burden*

Ukuran *burden* pada geometri peledakan yang digunakan perusahaan adalah 5 meter, selama penelitian berlangsung *burden* yang terhitung berkisar antara 4,9 – 5,4 meter. Nilai *burden* ini tidak berbanding jauh dengan nilai *burden* plan.

➤ *Spacing*

Ukuran spasi pada geometri peledakan yang digunakan perusahaan adalah 6 meter, selama penelitian berlangsung *spacing* yang terhitung berkisar antara 5,8 – 6,4 meter. Nilai spasi ini tidak berbanding jauh dengan nilai spasi plan.

➤ *Stemming*

Ukuran *stemming* pada geometri peledakan selama penelitian berlangsung berkisar antara 3,1 – 3,7 meter. Nilai *stemming* yang diterapkan pada saat penelitian tidak berbanding jauh dengan nilai *stemming* plan.

➤ Panjang kolom isian

Ukuran Panjang kolom isian pada geometri peledakan selama penelitian berlangsung berkisar antara 2,4 – 2,7 meter. Nilai kolom isian ini tidak berbanding jauh dengan nilai yang telah ditetapkan pada plan.

➤ Kedalaman Lubang

Kedalaman lubang pada geometri peledakan berkisar antara 6 meter – 7 meter.

b. Pola Peledakan

Pola peledakan yang digunakan pada peledakan di lapangan adalah pola *box-cut*. Pola ini merupakan pola peledakan tang arah runtuhannya kedepan dan membentuk kotak. Arah runtuh pada pola *box-cut* ini juga diharapkan dapat mengurangi adanya *fly rock*.

4.2.2 Hasil Penerapan Geometri Peledakan

Berikut ini adalah pembahasan dari hasil penerapan rancangan geometri peledakan:

A. Hasil Perhitungan *Powder Factor*

Powder factor merupakan suatu bilangan yang menyatakan perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap jumlah material yang diledakkan. Pemanfaatan *powder factor* cenderung mengarah pada nilai kelayakan suatu proses peledakan karena berkaitan dengan harga bahan peledak yang digunakan dan perolehan persentase fragmentasi peledakan yang diharapkan, *powder factor* maksimal yang dirancang untuk peledakan dengan metode konvensional adalah tidak lebih dari $0,25 \text{ kg/m}^3$.

Nilai *powder factor* aktual peledakan yang didapat selama melakukan penelitian berkisar pada nilai $0,17 - 0,22 \text{ kg/m}^3$ dengan rata-rata nilai *powder factor* dalam 7 kali peledakan adalah $0,20 \text{ kg/m}^3$.

B. Hasil Perhitungan Fragmentasi

Nilai fragmentasi yang dihasilkan dari suatu peledakan merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk menentukan apakah kegiatan peledakan tersebut berhasil atau sesuai dengan apa yang telah di rencanakan

sebelumnya. Karena apabila *powder factor* yang diperoleh telah sesuai dengan *planning* sebelumnya namun hasil fragmentasi yang dihasilkan tidak sesuai dengan napa yang diinginkan maka peledakan tersebut belum bisa dikatakan berhasil atau ukuran fragmentasi yang dihasilkan melebihi ukuran yang di targetkan yaitu 1/3 ukuran *bucket* alat muat. Pada PT.Maslapita alat muat yang digunakan adalah Komatsu PC-400 yang mana ukuran *maximal* fragmentasi batuan hasil peledakan adalah 40 cm apabila melebihi dari 40 cm bisa dikatakan *boulder* hal ini berhubungan dengan lebar *bucket* Komatsu PC-400 yaitu 1250 mm.

Pada tabel 4.3 terdapat hasil persentase lolos fragmentasi menurut metode *Kuz Ram* pada peledakan sesuai dengan geometri aktual dan *powder factor* aktual dilapangan. Perhitungan fragmentasi batuan dengan teori *Kuz Ram* dilakukan dengan mengetahui terlebih dahulu nilai dari faktor batuan yang dapat dilihat pada tabel 4.1 yang terdapat pada pit 2.

Hasil analisis untuk prediksi fragmentasi menggunakan dua metode perhitungan yaitu perhitungan modifikasi C.V.B *Cunningham* (2005) dan *Kuz-Ram*. Pada perhitungan *Cunningham* menggunakan parameter *delay time* atau waktu tunda. Hasil dari perhitungan *Cunningham* tersebut menunjukkan pada *delay* 25 dan 109 ms yang digunakan menghasilkan perkiraan boulder untuk ukuran 40 cm adalah 1,78% dan 1,79%.

Hasil analisis prediksi fragmentasi yang didapat dari perhitungan *Kuz-Ram* menggunakan geometri aktual pada peledakan selama 7 kali peledakan untuk ukuran 40 cm adalah 41,22%, 39,84%, 44,66%, 43,56%, 45,86%,

44,74%, dan 42,62% lolos ayakan. Dari hasil analisis prediksi fragmentasi menggunakan perhitungan *Kuz Ram* yang ada pada pit 2 dikatakan belum baik karena ukuran boulder >40%. Hasil dari perhitungan *Kuz Ram* tersebut tidak mencapai target nilai fragmentasi lolos ayakan yang diinginkan yaitu 80% lolos ayakan, melihat permasalahan tersebut perlu adanya perbaikan pada geometri peledakan yang digunakan agar bisa tercapai ukuran butir yang lolos ayakan sesuai dengan yang diinginkan oleh perusahaan, oleh karena itu pada penelitian ini penulis mencoba menghitung geometri yang sesuai dengan hasil yang akan diinginkan oleh perusahaan. Pada hasil perhitungan geometri peledakan pertama didapat ukuran *burden* 3,5 meter, spasi 4 meter, *stemming* 2,8 meter, *powder column* 3,2 meter, isian bahan peledak 32.3 kg dan *powder factor* 0,15 kg/m³. Hasil perhitungan geometri tersebut menghasilkan nilai *Kuz Ram* 87,15% dengan jumlah lubang ledak 130 dan 3385,75 kg bahan peledak yang digunakan untuk membongkar 10.920 m³ volume batuan.

Perhitungan ini didasarkan pada nilai *VED* (*Vertical Energy Distribution*) 46% dan *Scale Depth Of Burial* 1,38. Hasil dari desain rancangan geometri peledakan RL Ash tersebut berfokus kepada jumlah volume peledakan yang diinginkan dan tercapainya nilai fragmentasi lolos ayakan yang sesuai dengan target perusahaan. Sedangkan untuk pembentukan *slope*, rancangan geometri peledakan ini masih perlu perhitungan mengenai geometri dan penggunaan bahan peledak pada bagian *slope* agar dampak dari peledakan tersebut tidak sampai merusak bagian yang akan di bentuk *slope*.

Tujuan dari rancangan geometri peledakan ini adalah untuk menganalisis hasil fragmentasi dari penerapan geometri peledakan yang digunakan oleh perusahaan, berdasarkan hasil perhitungan fragmentasi aktual lapangan menggunakan teori *Kuz-Ram* didapat hasil ukuran fragmentasi kurang dari target perusahaan, sehingga perlu adanya perbaikan geometri peledakan berdasarkan rumus RL Ash. Hasil dari perhitungan RL Ash di dapat nilai *burden* spasi yang sesuai keadaan batuan dan *VOD* bahan peledak yang digunakan, perhitungan nilai *stemming* dan isian bahan peledak berpatokan pada nilai *VED* dan *Scale Depth Of Burial*, dari hasil perhitungan geometri peledakan menurut RL Ash didapat nilai fragmentasi yang sesuai dengan target perusahaan yaitu 87,65 %. Untuk mencapai nilai fragmentasi sesuai target perusahaan dibutuhkan adanya penambahan bahan peledak per lubang dan pengurangan nilai *stemming*, serta delay yang digunakan adalah 25 ms dan 109 ms menghasilkan perkiraan *boulder* untuk ukuran 40 cm adalah 1,78% dan 1,79%. *Powder factor* yang dihasilkan dari rancangan geometri tersebut lebih kecil dibandingkan dengan *powder factor* aktual dilapangan, jumlah bahan peledak yang digunakan untuk membongkar 10920 m³ batuan yaitu 3385,75 kg.

BAB V

PENUTUP

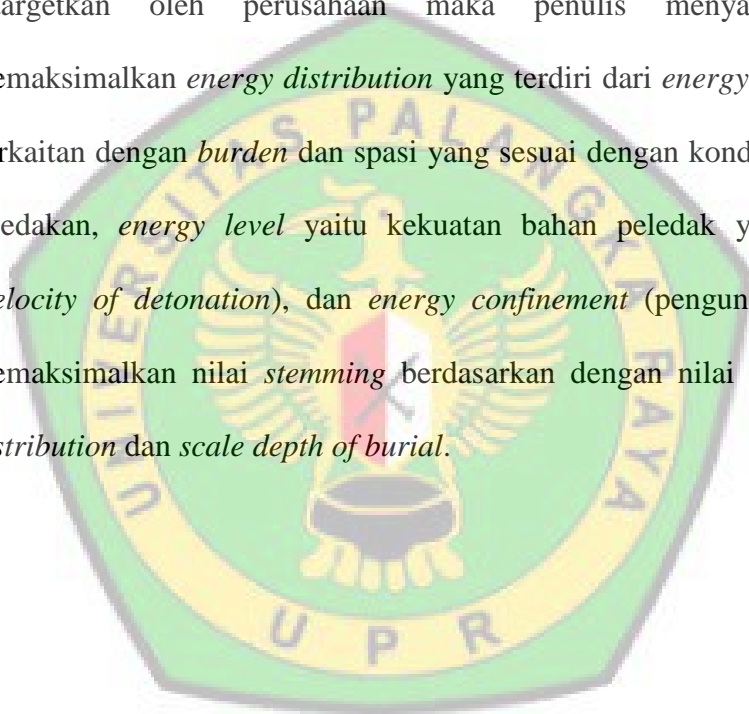
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dilapangan pada peledakan konvensional untuk geometri aktual dilapangan dan analisis terhadap fragmentasi batuan di Pit 2, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Geometri peledakan yang digunakan di Pit 2 PT.Maslapita dengan nilai *burden* 5 meter, *spacing* 6 meter, kedalaman 6 meter, panjang kolom isian 2,7 meter, *stemming* 3,3 meter, dan pola pengeboran yang digunakan yaitu *staggered pattern* dengan pola peledakan *box – cut*.
2. Dari hasil pengamatan geometri peledakan dilapangan didapat besaran *powder factor* 0,20 kg/m³ dan fragmentasi lolos ayakan rata-rata ukuran 40 cm sebesar 39,84%. Sehingga dapat dikatakan bahwa ukuran fragmentasi aktual dilapangan masih belum mencapai target perusahaan yaitu 80%. Maka diperlukan perbaikan geometri peledakan untuk memperbaiki fragmentasi dengan menggunakan teori RL Ash. Dari hasil perhitungan RL Ash didapat nilai *burden* 3,5 meter, *spacing* 4 meter, *stemming* 3,2 meter, *powder column* 2,8 meter dan *powder factor* 0,15 kg/m³ dengan nilai fragmentasi lolos ayakan 40 cm sebesar 87,15% yang sudah sesuai dengan target perusahaan.

5.2 Saran

Saran yang dapat saya berikan sebagai penulis yang telah melakukan penelitian di Pit 2 PT.Maslapita yaitu di perlukan perbaikan geometri peledakan untuk memperbaiki fragmentasi dengan menggunakan metode RL.Ash dan menambahkan jumlah isian bahan peledak perlubang, kemudian untuk mencapai nilai tingkat fragmentasi yang sesuai dengan apa yang ditargetkan oleh perusahaan maka penulis menyarankan untuk memaksimalkan *energy distribution* yang terdiri dari *energy* distribusi yang berkaitan dengan *burden* dan spasi yang sesuai dengan kondisi batuan yang diledakan, *energy level* yaitu kekuatan bahan peledak yang digunakan (*velocity of detonation*), dan *energy confinement* (pengungkungan) yaitu memaksimalkan nilai *stemming* berdasarkan dengan nilai *vertical energy distribution* dan *scale depth of burial*.



DAFTAR PUSTAKA

- Ash, R.L., 1990, "*Design Of Blasting Round, Surface Mining*". B.A Kennedy, Editor, Society for Mining, Metalurgi, and Exporation, Inc.
- Bienawski, 1989, "*Enginerig Rock Mass Classification*". John Wiley & Sons. New York.
- Cunningham, C.V.B. 1987. "*The Kuz-Ram Fragmentation Model-20*". Years On. African Explosive Limited, Modderfontein. South Africa.
- Hamdan. 2018. "*Analisis Geometri Peledakan Pada Lapisan Interburden B2-C Untuk Meningkatkan Produktivitas Alat Gali Muat PT.Bukit Asam, TBK, Tanjung Enim, Sumatra Selatan*". Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya.
- Hustrulid, Wiliam.1999 : "*Blasting Principles for Open Pit Mining Vol 1*" Rotterdam/Brookfield.
- Handoko J.B. 2021 "*Analisis Penerapan Bottom Air Deck Pada Peledakan Di Pit C WEST Di PT. Bukir Makmur Mandiri Utama Jobsite Binsua Desa Pegat Bukur Kecamatan Sambaliung Kabupaten Berau Provinsi Kalimantan Timur*".
- Mahyandra A, Yulhendra D. 2020. "*Analisis Prediksi Fragmentasi Peledakan Tambang Terbuka dengan Menggunakan Model Rock Engineering System (RES) dan Optimasi Geometri Peledakan untuk Mencapai Target Tanah Penutup (Overburden) di PT. Kalimantan Prima Persada Job Side BDMA Kalimantan Utara*".
- S. Koesnaryo. 2001. "*Teori Peledakan*". Pusat Pendidikan dan pelatihan Teknologi Mineral dan Batubara, Bandung.
- S. Koesnaryo. 2011. "*Teknik Peledakan Batuan Buku I dan II*". Program Studi Teknik Pertambangan. Fakultas Teknologi Mineral. Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta.
- W. Saputra. 2014. "*Kajian Teknis Rancangan Geometri Pemboran dan Peledakan Lapisan Interburden B2-C Guna Mendapatkan Fragmentasi Batuan Di Pit Mt-4 Pre-Bench Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero),*" Tbk Tanjung Enim, Sumatra Selatan.