

**ANALISIS PELEDAKAN BATU ANDESIT BERDASARAKAN
TEORI RL. ASH DAN CJ KONYA PADA CV. BINTARI JAYA
ABADI DESA PELANTARAN KECAMATAN CEMPAGA
HULU KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR PROVINSI
KALIMANTAN TENGAH**

SKRIPSI



OLEH :

JOSUA ALLEN PRASETYO SILALAH
DBD 113 031

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

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : JOSUA ALLEN PRASETYO SILALAH
NIM : DBD 113 031
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.

Palangka Raya, 24 November 2020

Penulis,


JOSUA ALLEN PRASETYO SILALAH
DBD 113 031

HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI

**ANALISIS PELEDAKAN BATU ANDESIT BERDASARAKAN TEORI RL,
ASH DAN CJ KONYA PADA CV. BINTARI JAYA ABADI DESA
PELANTARAN KECAMATAN CEMPAGA HULU KABUPATEN
KOTAWARINGIN TIMUR PROVINSI KALIMANTAN TENGAH**

Oleh

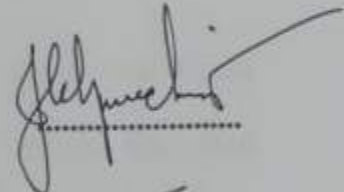
JOSUA ALLEN PRASETYO SILALAH
DBD 113 031

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada
Hari/Tanggal : Senin, 24 November 2020
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Tim Dosen Penguji,

1. **Ir. YULIAN TARUNA, M.Si**
NIP. 19580705 198903 1 019

Ketua



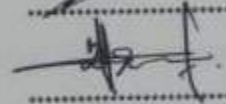
2. **YOSSA YONATHAN HUTAJULU, ST.,
M.T**
NIP. 19841022 201504 1 001

Sekretaris



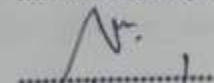
3. **NENY FIDAYANTI, S.T., M.Si**
NIP. 19830129 201212 2 005

Anggota



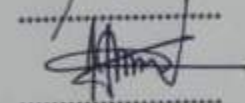
4. **NOVERIADY, S.T., M.T**
NIP. 19861125 201903 1 007

Anggota



5. **FERDINANDUS, S.T., M.T**
NIP. 19891116 201903 1 009

Anggota



Mengetahui,
Dekan
Fakultas Teknik

Ir. Waluyo Nuswantoro, MT
NIP. 19631113 199302 1 001

Menyetujui,
Ketua Jurusan
Teknik Pertambangan

Fahrul Indrajaya, ST., MT
NIP. 19791215 200812 1 001



HALAMAN PERSEMBAHAN

SATU-SATUNYA BATASAN UNTUK MERAH MIMPI KITA ADALAH KERAHU-RAGUAN KITA AKAN HARI INI. MARILAH KITA MAJU DENGAN KEYAKINAN YANG AKTIF DAN KUAT

Kupersembahkan untuk :

- **Tuhan Yesus Kristus yang selalu menyertai dan memberikan kemurahan dalam setiap langkahku.**
- **Ibu, kakak-kakak, dan adik-adik yang selalu menjadi penyemangatu, kalian adalah harta yang paling berharga yang pernah kumiliki.**
- **Pembimbing Skripsi Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si dan Yossa Yonathan Hutajulu, ST., M.T serta Bapak/Ibu Dosen dan Staf Jurusan Teknik Pertambangan yang sudah banyak membantu.**
- **Teman-teman yang ada di kampus UPR khususnya teman-teman seperjuangan TP 13 yang menjadi teman bertukar pikiran dan bercerita selama study.**
- **Diri sendiri yang masih bertahan sejauh ini dan masih tetap semangat untuk menata masa depan.**

SEMESTA MASIH MEMPUNYAI BANYAK HADIAH UNTUK SETIAP PERJUANGANMU

TERIMAKASIH

DEBATA MANQARAMOTI

SARI

CV. Bintari Jaya Abadi merupakan perusahaan pertambangan yang bergerak pada bidang penambangan batuan Andesit yang berada di wilayah administratif Desa Pelantaran Kecamatan Cempaga Hulu Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui geometri peledakan yang sudah ada pada lokasi penambangan CV. Bintari Jaya Abadi sudah optimal dan menganalisis geometri yang optimal untuk pemberaian di CV. Bintari Jaya Abadi dengan rumus *RL. Ash & CJ Konya*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Kegiatan peledakan merupakan suatu kegiatan utama dalam penambangan dan andesit memiliki kekerasan yang cukup membutuhkan penanganan khusus. Ukuran fragmentasi yang sangat besar (*boulder*) tidak bisa masuk kedalam *hopper* yaitu mulut dari *crusher* untuk memperkecil ukuran dan jika dipaksakan dapat menyebabkan mesin *crusher* rusak.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan geometri peledakan dilapangan yang telah disetujui *burden* 1,5 m, *spasi* 1,5 m, kedalaman lubang ledak 6 m, *stemming* 1 m, panjang kolom isian 4,5 m, *subdrilling* 0,5 m, dan tinggi jenjang menyesuaikan kebutuhan lapangan antara 6-7 m. persentasi *boulder* yang diterapkan CV. Bintari Jaya Abadi 3,3% dikatakan baik, menunjukkan bahwa geometri persentasi ini sudah dibawah persentasi *boulder* maksimum yang telah ditentukan sebesar 15%. Dari hasil perhitungan ukuran fragmentasi rata-rata 13,67 cm dan menunjukkan 96,7 % lebih kecil dari 80 cm, sehingga geometri yang digunakan sudah optimal. Sedangkan rancangan geometri peledakan Rl. Ash *burden* sebesar 2,01 m, *spacing* 1,10 m, *stemming* 1,50 m, *subdrilling* 0,40 m, kedalaman lubang ledak 6,40 m, serta panjang kolom isian 4,9 m. Dari hasil perhitungan ukuran fragmentasi rata-rata 13,43 cm. Untuk ukuran *boulder* hasil peledakan pada rancangan ini 1,5 % dan lebih kecil daripada rancangan yang sudah diterapkan sehingga sangat cocok untuk diusulkan pada kegiatan peledakan selanjutnya. Pada rancangan C.J Konya memiliki geometri *burden* sebesar 2,1 m, *spacing* 2,9 m, *stemming* 2,1 m, *subdrilling* 0,7 m, kedalaman lubang ledak 6 m, serta panjang kolom isian 4,5 m. Dari hasil perhitungan ukuran fragmentasi rata-rata pada rancangan ini 30,36 cm. Untuk persentasi ukuran pada rancangan ini memiliki ukuran *boulder* sebesar 4,4 % dan memiliki ukuran lebih besar dari rancangan CV. Bintari Jaya Abadi sehingga tidak cocok untuk diusulkan pada kegiatan peledakan selanjutnya.

Kata kunci : Geometri Peledakan, Fragmentasi, *Crusher*, *Boulder*

ABSTRACT

CV. Bintari Jaya Abadi is a mining company that is engaged in mining Andesite in the administrative area of Pelantaran Village, Cempaga Hulu District, Kotawaringin Timur Regency, Central Kalimantan Province. The purpose of this study was to determine the existing blasting geometry at the mining site of CV. Bintari Jaya Abadi has been optimal and analyzed the optimal geometry for decoding at CV. Bintari Jaya Abadi with the formula RL. Ash & CJ Konya. The research method used in this research is quantitative research methods. Quantitative research methods are systematic scientific studies of the parts and phenomena and their relationships. Blasting activity is a major activity in mining and andesite has sufficient violence that requires special handling. The size of the very large fragmentation (*boulder*) cannot enter the hopper, namely the mouth of the crusher to reduce the size and if it is forced it can cause the crusher machine to break down.

Based on the results of research carried out in the field blasting geometry that has been approved burden of 1.5 m, 1.5 m spacing, 6 m depth of blast hole, 1 m stemming, 4.5 m length of filling column, 0.5 m subdrilling, and level height adjust the field requirements between 6-7 m. Boulder percentage applied by CV. Bintari Jaya Abadi 3.3% is said to be good, indicating that the geometry of this percentage is already below the predetermined maximum boulder percentage of 15%. From the calculation results, the average fragmentation size is 13.67 cm and shows that 96.7% is smaller than 80 cm, so the geometry used is optimal. Meanwhile, the blasting geometry design of RL. Ash burden of 2.01 m, spacing 1.10 m, stemming 1.50 m, subdrilling 0.40 m, depth of blast hole 6.40 m, and length of column filling 4.9 m. From the calculation, the average fragmentation size is 13.43 cm. For the boulder size the blasting results in this design are 1.5% and smaller than the design that has been implemented so that it is very suitable to be proposed for further blasting activities. In the design of C.J Konya, it has a burden geometry of 2.1 m, spacing 2.9 m, stemming 2.1 m, subdrilling 0.7 m, a blast hole depth of 6 m, and a column length of 4.5 m. From the calculation of the average fragmentation size in this design is 30.36 cm. The size percentage in this design has a boulder size of 4.4% and has a size larger than the CV design. Bintari Jaya Abadi so it is not suitable to be proposed for further blasting activities.

Keywords: Blasting Geometry, Fragmentation, Crusher, Boulder

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya penyusun masih diberikan kesehatan jasmani dan rohani, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Skripsi ini tepat pada waktunya. Skripsi adalah salah satu dari mata kuliah wajib dengan bobot 6 sks yang wajib ditempuh oleh setiap mahasiswa Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana. Melalui Skripsi diharapkan mahasiswa dapat memperluas pengetahuan dan pemahaman mengenai disiplin ilmu disertai penerapannya secara nyata. Penulis mengambil judul **“Analisis Peledakan Batu Andesit Berdasarkan Teori RI. Ash Dan Cj Konya Pada Cv. Bintari Jaya Abadi Desa Pelantaran Kecamatan Cempaga Hulu Kabupaten Kotawaringin Timur Provinsi Kalimantan Tengah”** pada bulan Maret sampai bulan April 2020.

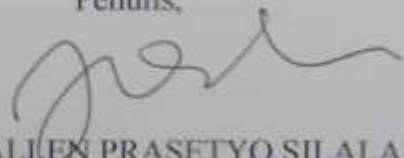
Dalam penulisan skripsi ini penulis mendapatkan bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Waluyo Nuswantoro, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
2. Bapak Fahrul Indrajaya, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan/Prodi Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya.
3. Bapak Yossa Yonathan Hutajulu, ST., M.T. selaku Sekretaris dan Monev Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Palangka Raya dan selaku Dosen Pembimbing II.

4. Bapak Hepryandi Luwyk Djanas Usup, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Bapak Ir. Yulian Taruna, M.Si selaku Dosen Pembimbing I
6. Ibu Neny Fidayanti, S.T., M.Si selaku Dosen penguji I, Noveriady, S.T., M.T selaku Dosen penguji II, Ferdinandus, S.T., M.T selaku Dosen penguji III.
7. Robertho I Wangka selaku manager pada CV. Bintari Jaya Abadi.

Palangka Raya, 24 November 2020

Penulis,



JOSUA ALIEN PRASETYO SILALAH
NIM DBD 113 031

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI..... | iii |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | iv |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| SARI | vii |
| ABSTRACT | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR GAMBAR..... | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| | |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Maksud Dan Tujuan..... | 2 |
| 1.4. Manfaat | 3 |
| 1.5. Batasan Masalah | 3 |
| | |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Penelitian Terdahulu | 4 |
| 2.2. Ganesa Andesit | 6 |
| 2.2.1. Karakteristik Batuan Andesit..... | 7 |
| 2.3. Sistem Dan Metode Penambangan | 8 |
| 2.4. Urutan Penambangan Metode Quarry..... | 9 |
| 2.5. Teknik Pemberaian Batuan..... | 10 |
| 2.5.1. Karakteristik Massa Batuan | 11 |
| 2.5.2. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan | 12 |
| 2.5.3. Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Metode Kuz-Ram..... | 15 |
| 2.5.4. Faktor Pengaruh Rancangan Peledakan..... | 17 |
| 2.5.5. Geometri Peledakan | 18 |
| 2.5.6. Bahan Peledak..... | 30 |
| 2.5.7. Sifat-Sifat Bahan Peledak | 33 |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | 38 |
| 3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian | 38 |
| 3.1.1. Lokasi dan Kesampaian Daerah..... | 38 |
| 3.2. Kondisi Geologi | 39 |
| 3.2.1. Kondisi Geologi Regional..... | 39 |
| 3.2.2. Kondisi Geologi Daerah Penelitian | 41 |
| 3.3. Alat dan Bahan Penelitian..... | 42 |
| 3.4. Tata Laksana | 42 |
| 3.4.1. Langkah Kerja..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.2. Metode Penelitian | 44 |
| 3.4.3. Bagan Alir Penelitian | 46 |
| 3.4.4. Waktu Penelitian | 47 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 48 |
| 4.1. Hasil | 48 |
| 4.1.1. Peledakan Yang Digunakan CV. Bintari Jaya Abadi | 48 |
| 4.1.2. Berdasarkan RL. Ash & CJ Konya Di CV. Bintari Jaya Abadi.... | 50 |
| 4.2. Pembahasan..... | 57 |
| 4.2.1. Peledakan Yang Digunakan CV. Bintari Jaya Abadi | 57 |
| 4.2.2. Berdasarkan RL. Ash & CJ Konya Di CV. Bintari Jaya Abadi.... | 58 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 60 |
| 5.1. Kesimpulan | 60 |
| 5.2. Saran | 61 |

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|----------------|
| 2.1 Hubungan Antara Kekerasan Batuan Dengan Kuat Tekan Uniaksial..... | 12 |
| 2.2 Faktor Koreksi Terhadap Jumlah Baris Dalam Satu Lubang Ledak..... | 20 |
| 2.3 Posisi Lapisan Batuan | 20 |
| 2.4 Faktor Koreksi Terhadap Struktur Geologi..... | 20 |
| 2.5 Persamaan untuk Menentukan Jarak <i>Spacing</i> | 21 |
| 2.6 Konstanta Waktu Tunda Antar Baris | 23 |
| 2.7 Perbedaan Ukuran Butir Oksidator Produk Bahan Peledak Curah..... | 37 |
| 3.1 Perbedaan Ukuran Butir Oksidator Produk Bahan Peledak Curah..... | 47 |
| 4.1 Geometri Peledakan di CV. Bintari Jaya Abadi | 48 |
| 4.2 Ukuran Fragmentasi Berdasarkan Model Kuz-Ram Dengan ANFO..... | 48 |
| 4.3 Perbandingan Rancangan Peledakan..... | 56 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|----------------|
| 2.1 Mekanisme Pecahnya Batuan | 14 |
| 2.1 Geometri Peledakan menurut C.J. Konya (1990) | 18 |
| 2.2 Geometri Peledakan Menurut Teori <i>R.L Ash</i> | 24 |
| 3.1 Bagan Alir Penelitian | 46 |
| 4.1 Visualisasi geometri peledakan di CV. Bintari Jaya Abadi | 49 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|------------|--|
| LAMPIRAN A | Peta Kesampaian Daerah |
| LAMPIRAN B | Peta Lembar Palangkaraya |
| LAMPIRAN C | Peta Geologi Daerah Penelitian |
| LAMPIRAN D | Kesediaan Waktu Kerja |
| LAMPIRAN E | Karakteristik Batuan |
| LAMPIRAN F | Karakteristik Bahan Peledak |
| LAMPIRAN G | Hasil Peledakan Di Lapangan Rancangan Cv. Bintari Jaya Abadi |
| LAMPIRAN H | Perlengkapan Peledakan Yang Digunakan Di Cv. Bintari Jaya Abadi |
| LAMPIRAN I | Perhitungan Rancangan Peledakan Rl.Ash |
| LAMPIRAN J | Perhitungan Jumlah Bahan Peledak Berdasarkan Rancangan Rl. Ash |
| LAMPIRAN K | Perhitungan Rancangan Menurut C.J Konya |
| LAMPIRAN L | Perhitungan Jumlah Bahan Peledakan Rancangan Cj Konya |
| LAMPIRAN M | Perhitungan Jumlah Bahan Peledak Cv.Bintari Jaya Abadi |
| LAMPIRAN N | Faktor Batuan |
| LAMPIRAN O | Perkiraan Fragmentasi Batuan Dengan Metode Kuz-Ram (Kuznetsov Dan Rosin-Rammler) |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Peledakan merupakan suatu kegiatan memecah atau membongkar batuan padat dan material berharga yang bersifat kompak dari batuan induknya menjadi material yang sesuai untuk diproduksi. Material yang memiliki kekerasan yang cukup tinggi seperti batu andesit masih membutuhkan penanganan khusus.

Pada skala produksi kecil atau tambang rakyat pembongkaran material masih menggunakan palu godam dan peledakan konvensional. Tetapi untuk produksi skala besar penggunaan palu godam dan peledakan konvensional tidak efisien untuk dilakukan, oleh karena itu dibutuhkan suatu geometri peledakan.

Pengaruh geometri peledakan terhadap hasil peledakan adalah semakin besar geometri suatu peledakan maka semakin besar juga hasil ukuran material dari peledakan tersebut. Dan sebaliknya, semakin kecil geometri suatu peledakan maka hasil ukuran material semakin kecil. Hasil dari peledakan ini kemudian akan dilanjutkan dengan proses *crushing* untuk memberai ukuran material sesuai dengan permintaan produksi. Ukuran material hasil peledakan yang sangat besar (*boulder*) tidak bisa masuk ke dalam *hopper* yaitu mulut dari *crusher* untuk memperkecil ukuran dan jika dipaksakan dapat menyebabkan mesin *crusher* rusak.

Untuk itu analisis mengenai geometri peledakan yang dilakukan sangatlah penting untuk meminimalisasi jumlah *boulder* yang tidak bisa masuk ke *hopper*.

Sesuai dengan alasan inilah yang menjadi dasar mahasiswa memilih tempat skripsi pada CV. BINTARI JAYA ABADI Adapun judul yang saya ajukan adalah : **Analisis Peledakan Batu Andesit Berdasarkan Teori RL. Ash Dan Cj Konya Pada Cv. Bintari Jaya Abadi Desa Pelantaran Kecamatan Cempaga Hulu Kabupaten Kotawaringin Timur Provinsi Kalimantan Tengah.**

1.2. RUMUSAN MASALAH

Adapun rumusan masalah dari pelaksanaan skripsi adalah :

1. Bagaimana peledakan yang digunakan pada lokasi penambangan CV. Bintari Jaya Abadi?
2. Bagaimana peledakan batu andesit berdasarkan *RL. Ash & CJ Konya* di CV. Bintari Jaya Abadi?

1.3. MAKSUD DAN TUJUAN

1.3.1 Maksud

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis ukuran hasil peledakan berdasarkan *RL. Ash & CJ Konya* dengan model Kuz-Ram menggunakan bahan peledak ANFO.

1.3.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Mengetahui peledakan yang sudah ada pada lokasi penambangan CV. Bintari Jaya Abadi.
2. Menganalisis peledakan batu andesit berdasarkan *RL. Ash & CJ Konya* di CV. Bintari Jaya Abadi.

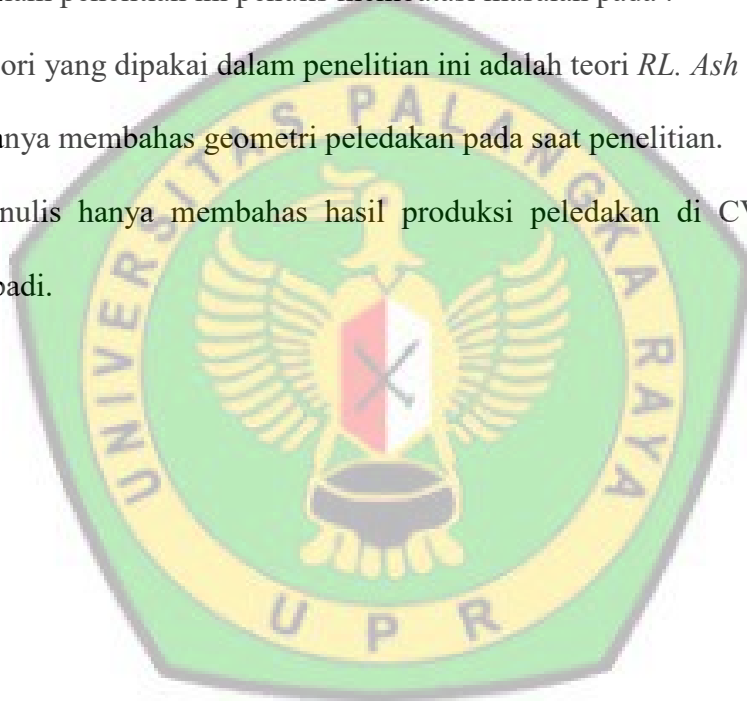
1.4. MANFAAT

Secara akademis, penelitian ini dimaksudkan untuk memenuhi kurikulum Universitas Palangka Raya Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pertambangan sebagai syarat penyelesaian studi strata satu dan menganalisis proses peledakan yang dilakukan pada CV. Bintari Jaya Abadi Kotawaringin Timur.

1.5. BATASAN MASALAH

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah pada :

1. Teori yang dipakai dalam penelitian ini adalah teori *RL. Ash & CJ Konya*.
2. Hanya membahas geometri peledakan pada saat penelitian.
3. Penulis hanya membahas hasil produksi peledakan di CV. Bintari Jaya Abadi.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. PENELITIAN TERDAHULU

Jurnal penelitian terdahulu Rudi Hartono (2018) Peledakan merupakan salah satu metode eksploitasi yang digunakan untuk mempermudah proses penambangan dan meningkatkan produksi. Hal tersebut dilakukan karena endapan bahan galian tidak dapat diambil dengan cara yang biasa. Untuk mendapatkan hasil peledakan batuan yang maksimal, maka digunakanlah suatu metode peledakan yang tepat dan sesuai dengan kondisi batuan di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi geometri peledakan dan menentukan metode peledakan yang sesuai untuk meningkatkan produksi peledakan. Pengumpulan data pada penelitian ini yaitu dengan cara observasi, wawancara dan studi dokumentasi. Metode yang digunakan dalam menganalisis data adalah Metode 'The Modern Technique of Rock Blasting' metode ini digunakan untuk menganalisis peledakan berdasarkan geometri peledakan. PT. Pro Intertech Indonesia melakukan kegiatan penambangan dengan metode peledakan, desain geometri peledakan yang digunakan di lapangan saat ini adalah: *burden* (B) 1,5 m, *spasi* (S) 3,5 m, *stemming* (T) 2,5 m, *subdrilling* (U) 2,5m, kedalaman lubang ledak 15 m, kemiringan 150 dan tinggi jenjang 12,07 m. Geometri tersebut memberikan hasil peledakan sebesar 10335,239 ton dan hasil tersebut belum sesuai dengan yang diharapkan, setelah dilakukan analisis dengan menggunakan metode *The Modern Technique Of Rock Blasting* didapatkan angka secara teoritis

sebagai berikut: *burden* (B) 2,621 m, *spasi* (S) 3,276 m, *stemming* (T) 2,621 m, *subdrilling* (U) 0,91 m, kedalaman lubang ledak 13,629 m, kemiringan 150, dan tinggi jenjang 12,285 m. Desain geometri tersebut dapat meningkatkan produksi peledakan menjadi 10519,338 ton dan bahan peledak yang digunakan berkurang dari 1805,25 kg menjadi 1589,751 kg.

Jurnal penelitian terdahulu lainnya Dedy Johannes Sagala (2018) Proses pengupasan tanah lapisan atas (*overburden*) tidak selalu dilakukan oleh *excavator*, ada kalanya untuk melakukan pengupasan *overburden* dilakukan dengan kegiatan peledakan yang dikarenakan perbedaan lapisan tanah penyusun dari tiap-tiap daerah, sehingga tingkat kekerasan batuan pun berbeda. PT Bukit Asam Tbk juga melakukan kegiatan peledakan untuk mengupas *overburden* di lokasi penambangannya. Penambangan batubara pada daerah Lingkar III terkendala dikarenakan adanya batuan andesit yang menerobos lapisan batubara, sehingga batuan andesit harus terlebih dahulu ditambang agar dapat melanjutkan penambangan batubara. Pola peledakan yang digunakan PT Bukit Asam Tbk adalah *box cut* dan *v-cut*. Geometri peledakan sangat berpengaruh terhadap fragmentasi batuan hasil peledakan, karena jika ingin menghasilkan fragmentasi berukuran besar ataupun kecil dapat diatur melalui perencanaan geometri peledakan. Geometri peledakan aktual yang digunakan perusahaan adalah *burden* 3 m, *spacing* 4 m, diameter 3 inci, *stemming* 2,5 m, kedalaman 6 m, PC 3,5 m dengan rata-rata nilai *powder factor* adalah 0,23 kg/bcm. Hasil distribusi fragmentasi untuk ukuran 60 cm yang dihasilkan dari geometri peledakan aktual adalah 65,66% untuk nilai terendah, 69,39% untuk nilai tertinggi dan nilai rata-

rata selama lima kali peledakan adalah 67,18%. Hasil yang didapatkan dari geometri peledakan aktual dengan nilai maksimal hanya mencapai 69,39%, dari hasil peledakan yang didapatkan, sebenarnya masih bisa untuk dioptimalkan dan mengacu pada ukuran *feed* dari *crusher* seharusnya ukuran maksimal dari fragmentasinya adalah 60 cm agar dapat diolah lebih lanjut oleh unit *crusher*. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mengusulkan dua geometri usulan antara lain untuk kedalaman 6 m dan 9 m. Geometri usulan untuk kedalaman 6 m adalah *burden* 2,5 m, *spacing* 3 m, diameter 3 inci, *stemming* 2,5 m, PC 3,5 m, dengan nilai *powder factor* 0,31 kg/bcm dan fragmentasi ukuran 60 cm sebesar 97% lolos. Geometri usulan untuk kedalaman 9 m adalah *burden* 3 m, *spacing* 3,5 m, diameter 3 inci, *stemming* 2,5 m, PC 6,5, dengan nilai *powder factor* 0,28 kg/bcm dan fragmentasi ukuran 60 cm sebesar 92% lolos.

2.2. GANESA ANDESIT

Batu andesit adalah merupakan salah satu batuan beku, yaitu kumpulan *terinterlocking agregat* mineral-mineral silikat hasil pengeleburan magma yang mendingin. Batu andesit adalah batuan beku yang mempunyai kandungan *silica* lebih tinggi dibandingkan dengan Batu *basalt*, dan mempunyai kandungan *silica* lebih rendah dibandingkan dengan Batu *rhyolite* atau *felsite*. Secara umum mempunyai warna yang menandakan dengan baik akan kandungan *silica* dari lava, dengan kandungan *basalt* yang terlihat gelap dan kandungan *felsiten* terang. Nama andesit dinamakan dari pegunungan Andes di Amerika Selatan, dimana busur Batuan vulkanik bercampur dengan magma basalt Batuan keras jenis granit yang menghasilkan lava dengan komposisi *intermediate*.

Batu Andesit mempunyai kandungan fluida lebih sedikit dibandingkan batu *Basalt* dan diletuskan dengan hebatnya dikarenakan adanya gas-gas terlarut yang terdapat didalamnya. Jenis Batu Andesit ini berbentuk kristalin. Bagian-bagian kecil yang berwarna hitam disebut mineral *biotite* dan yang berwarna putih disebut *potassium feldspar*. *Hornblende* dan *pyroxen* adalah mineral-mineral gelap lainnya yang terdapat pada Batu Andesit. Batu andesit mempunyai lebih dari 20 persen kandungan kuarsa dan yang terbanyak adalah mineral *plagioklas*, walaupun mineral-mineral ini kadang hanya terlihat di bawah mikroskop.

2.2.1. Karakteristik Batuan Andesit

1. Komposisi batuan andesit

Komposisi atau kandungan mineral terbanyak dalam batu alam andesit adalah mineral *plagioclase feldspar*. Beberapa komponen/kandungan minor andesit adalah

- biotit
- piroksen
- amfibol

Batuan andesit tidak memiliki kandungan pasir kuarsa atau olivin.

2. Tekstur batuan andesit

Berdasarkan deskripsi batu andesit di atas, maka salah satu karakteristik batu andesit adalah tersusun atas mineral dengan butiran kristal halus (berukuran kecil). Terbentuknya butiran mineral halus ini terjadi karena cepatnya proses terbentuknya batu andesit dari lava yang mengalir di permukaan bumi. Jadi, asal batu andesit adalah lava.

Ukuran kandungan mineral batu andesit berupa butiran yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat secara kasat mata. Perlu bantuan alat pembesar seperti mikroskop untuk melihatnya.

Dari beberapa contoh batuan yang diteliti diketahui bahwa karena saking cepatnya proses pendinginan lava maka batuan tersebut mengandung kaca (glass) dalam jumlah yang cukup banyak. Beberapa batuan lainnya yg terbentuk dari gas lava bermuatan (gas-charged lava) memiliki tekstur (texture) vesicular atau amygdaloidal.

2.3. SISTEM DAN METODE PENAMBANGAN

Dimensi Batu yang diproduksi pada sistem penambangan *quarry*, pada umumnya adalah mineral yang terbentuk prismatic pendek atau balok-balok yang memiliki ukuran dan bentuk yang kasar. *Quarry* pada dasarnya sama dengan *open pit*, namun yang membedakan adalah material yang ditambang *open pit* pada dasarnya merupakan tambang terbuka yang menambang mineral logam. Sedangkan *quarry* pada dasarnya merupakan sistem penambangan terbuka yang menambang mineral non logam atau Batu, contoh mineral yang biasanya ditambang pada *quarry* yaitu : marmer, batu granit, andesit dan masih banyak lagi yang lainnya. Selain dari jenis materi yang ditambang *quarry* dan *open pit* juga memiliki perbedaan dalam penyebutan jenjang dalam tambang, dalam *open pit* jenjang disebut dengan *benches* sedangkan pada *quarry* jenjang disebut dengan *faces* yang pada umumnya lebih rendah dan mendekati kearah vertikal dibandingkan dengan *open pit*. Pada penampilan keseluruhannya, *highwall* pada

quarry pada umumnya sangat tinggi dan sangat curam beberapa mencapai dimensi vertikal mendekati 1000ft (300 m).

2.4. URUTAN PENAMBANGAN METODE *QUARRY*

Ada beberapa dalam penambangan menggunakan metode *quarry*, antara lain:

1. Pengupasan *Overburden*

Pada umumnya asosiasi antara *Overburden* dengan dimensi endapan Batuan sangat sedikit sehingga pengupasan dengan metode sederhana sudah cukup, jika operator kekurangan peralatan yang lebih spesifik, maka kontrak kerja untuk pengupasan *Overburden* dapat dibatalkan. Metode pengupasan *quarry* sama dengan metode pengupasan pada *open pit*. Adapun prosedur pengupasan *Overburden*, yaitu sebagai berikut :

- a. Pengeboran
Auger (Batu lemah), *roller bit* (medium), *percussion* (sangat keras).
- b. Peledakan
ANFO (*alternative*, jika kondisinya lemah)
- c. *Excavasi*
Dragline, *scrapper*, atau monitor (untuk tanah), *front-end loader* (Batu).
- d. Pengangkutan
Truck, *scrapper*, *cast* (dengan *dragline*), *loader* dll

2. Pengolahan Batuan

Material yang ditambang dengan metode *quarry* memiliki sensitifitas alam yang tinggi, sehingga unit operasi ini harus dilakukan pembongkaran Batuan

selalu dilakukan tanpa peledakan, hanya dengan menggunakan gergaji (*shatter*) dan *spoil* untuk membentuk blok-blok Batu. Pemotongan atau pembuatan channel menggunakan tiga dimensi tiga sisi blok yang bebas dimana kita menganggap bagian yang bebas itu, berada dibagian depan dan atas Batuan.

Batuan yang keras seperti batu granit dipotong dengan cara pembuatan channel, sedangkan pada Batu lemah dipotong dengan gergaji. Adapun unit operasi pada pengolahan Batuan, meliputi :

a. Pemotongan

Rotary, chain atau *wire-rope saw* untuk Batu lemah, *percussion, flame-jet*, atau *water jet channeler* (untuk batu keras).

b. *Wedging*

Drill dan broach, wedge, plug, dan feather; light blasting.

c. *Excavation/hoisting*

Crane, derrick, hoish.

d. Pengangkutan

Rail, truck, conveyor

2.5. TEKNIK PEMBERAIAN BATUAN

Salah satu metode pemberaian/pembongkaran pada Batuan adalah metode pemboran dan peledakan. Metode pemboran dan peledakan bertujuan untuk menghancurkan, melepas ataupun membongkar suatu bahan galian dari Batuan induknya.

Pada pemberaian Batuan dengan metode pemboran dan peledakan, ukuran fragmentasi Batuan hasil peledakan merupakan suatu faktor yang sangat penting,

dimana ukuran fragmentasi Batuan diharapkan sesuai dengan kebutuhan pada kegiatan penambangan selanjutnya.

Faktor-faktor yang dapat dikendalikan oleh manusia, yaitu :

- Karakteristik massa batuan
- Geometri peledakan
- Bahan peledakan
- Sifat bahan peledak

2.5.1. Karakteristik Massa Batuan

Dalam kegiatan pemboran dan peledakan, karakteristik massa Batuan yang perlu diperhatikan dalam kaitannya dengan fragmentasi Batuan yaitu kekerasan Batuan, elastisitas Batuan, abrasivitas Batuan, dan kecepatan perambatan gelombang pada Batuan, serta kuat tekan dan kuat Tarik Batuan yang akan diledakkan.

Semakin tinggi kekerasan Batuan, maka akan semakin sukar Batuan tersebut untuk dihancurkan, demikian juga dengan Batu yang memiliki kerapatan tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin berat massa suatu Batu, maka bahan peledak yang dibutuhkan untuk membongkar atau menghancurkan Batu tersebut akan lebih banyak.

Elastisitas Batu adalah sifat yang dimiliki Batu untuk kembali ke bentuk atau keadaan semula setelah gaya yang diberikan kepada Batuan tersebut dihilangkan. Secara umum Batu memiliki sifat *Elastis Fragile* yaitu Batuan dapat dihancurkan apabila mengalami regangan yang melewati batas elastisitasnya (lihat tabel 2.1).

Tabel 2.1 Hubungan antara kekerasan Batuan dengan kuat tekan uniaksial

| Klarifikasi | Kekerasan(skala Moh's) | Kuat Tekan Uniaksial (MPa) |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| Sangat keras | > 7 | > 200 |
| Keras | 6 – 7 | 120 – 200 |
| Agak Keras | 4,5 – 6 | 60 – 120 |
| Agak Lunak | 3 – 4,5 | 30 – 60 |
| Lunak | 2 – 3 | 10 – 30 |
| Sangat Lunak | 1 – 2 | < 10 |

(Sumber : Fredrich Van Mohs, 1882)

Abrasivitas Batuan merupakan suatu parameter batuan yang mempengaruhi keausan (umur) dari mata bor yang digunakan untuk melakukan pemboran pada batuan tersebut. Abrasivitas batuan tergantung kepada mineral penyusun batuan tersebut. Semakin keras mineral penyusun batuan tersebut maka tingkat abrasivitasnya akan semakin tinggi pula.

Kecepatan perambatan gelombang pada setiap batuan berbeda. Batuan yang keras mempunyai kecepatan perambatan gelombang yang tinggi, secara teoritis batuan yang memiliki kecepatan gelombang yang tinggi akan hancur apabila diledakkan dengan menggunakan bahan peledak yang memiliki kecepatan detonasi yang tinggi pula.

Sifat kuat tekan dan kuat tarik batuan juga digunakan dalam penggolongan terhadap mudah atau tidaknya batuan untuk dibongkar. Batuan akan hancur atau lepas dari batu induknya apabila bahan peledak yang digunakan memiliki kekuatan yang lebih besar daripada kekuatan batuan itu sendiri.

2.5.2. Mekanisme Pecahnya Batuan Akibat Peledakan

Konsep yang dipakai adalah konsep pemecahan dan reaksi – reaksi mekanik dalam batuan homogen. Sifat mekanis batuan yang homogen akan berbeda dan

batuan yang mempunyai rekahan – rekahan dan heterogen seperti dijumpai dalam pekerjaan peledakan.

Proses pecahnya batuan akibat peledakan terjadi dalam tiga fase, yaitu fase I (*dynamic loading*), fase II (*quast-static loading*), fase III (*release of loading*).

1. Proses Pemecahan Tingkat I

Pada saat produk curah meledak, tekanan tinggi menghancurkan batuan di daerah sekitar lubang ledak. Gelombang kejut yang meninggalkan lubang ledak merambat dengan kecepatan 3000 – 5000 m/detik, akan mengakibatkan tegangan tangensial yang menimbulkan rekahan menjari (radial) dari daerah lubang ledak. Rekahan radial pertama ini terjadi dalam waktu 1-2 ms.

2. Proses Pemecahan Tingkat II

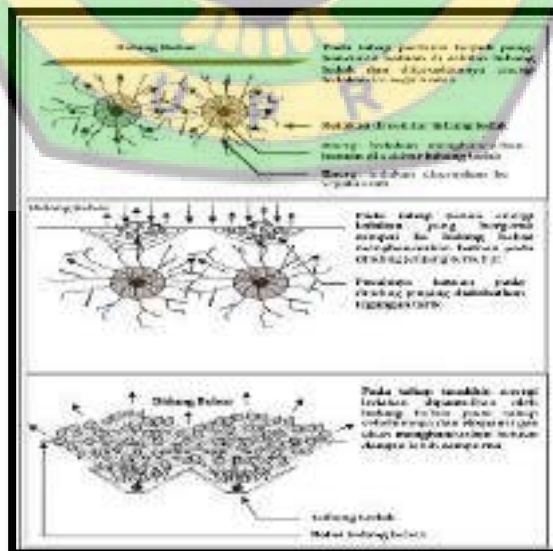
Tekanan sehubungan dengan gelombang kejut yang meninggalkan lubang ledak pada proses pemecahan tingkat pertama adalah positif. Apabila mencapai bidang bebas akan dipantulkan, tekanan akan turun dengan cepat, kemudian berubah menjadi negatif dan timbul gelombang tarik.

Gelombang tarik ini merambat kembali didalam batuan. Oleh karena batuan lebih kecil ketahanannya terhadap tarikan daripada tekanan, maka akan terjadi rekahan – rekahan primer yang disebabkan karena adanya tegangan tarik dari gelombang yang dipantulkan. Apabila tegangan regang cukup kuat akan menyebabkan slabbing atau spalling pada bidang bebas. Dalam proses pemecahan tingkat I dan II fungsi dari energi gelombang kejut adalah menyiapkan batuan dengan sejumlah rekahan – rekahan kecil. Secara teoritis energi gelombang kejut jumlahnya 5-15 % dari energi total produk curah. Jadi gelombang kejut

menyediakan kesiapan dasar untuk pemecahan tingkat akhir. Fase ini terjadi dalam waktu 2-5 ms.

3. Proses Pemecahan Tingkat III

Pengaruh tekanan yang sangat tinggi dari gas – gas hasil peledakan, maka rekahan radial primer (tingkat II) akan diperlebar secara cepat oleh kombinasi efek dari tegangan tarik yang disebabkan oleh kompresi radial dan pembajian (pneumatic wedging). Apabila massa batuan di depan lubang ledak gagal mempertahankan posisinya bergerak ke depan, maka tegangan tekan tinggi yang berada dalam batuan akan dilepas, seperti spiral kawat yang ditekan kemudian dilepaskan. Efek dari terlepasnya batuan ini adalah menyebabkan tegangan tarik tinggi dalam massa batuan yang akan melanjutkan pemecahan hasil yang telah terjadi pada proses pemecahan tingkat II. Batuan ini akan terpecahkan dalam waktu 5-110 ms (lihat gambar 2.1).



(Sumber : Krutauhidruita)

Gambar 2.1 Mekanisme Pecahnya batuan

2.5.3 Perkiraan Fragmentasi Batuan Hasil Peledakan Berdasarkan Metode Kuz-Ram

Tingkat distribusi fragmentasi batuan hasil peledakan yang diinginkan dapat diperkirakan dengan memasukan data variable-variabel peledakan yang digunakan. Variabel tersebut meliputi sifat fisik dan karakteristik massa batuan, bahan peledak dan jumlah isian serta geometri peledakan yang digunakan. Dalam memperkirakan fragmen batuan hasil peledakan dapat digunakan salah satunya yang paling umum digunakan adalah model Kuz-Ram merupakan gabungan dari 2 (dua) persamaan, yaitu persamaan Kuznetsov untuk menentukan ukuran fragmen rata-rata, dan persamaan Rossin-Rammler untuk menentukan persentase material yang tertampung di *crusher*. Kuznetsov (1973) telah melakukan penelitian pengukuran fragmen dan menghasilkan suatu persamaan yang dikenal dengan Kuznetsov, yaitu :

$$X = A \times \left(\frac{V}{Q}\right)^{0,8} \times Q^{0,17} \times \left(\frac{E}{115}\right)^{-0,63} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- \bar{x} = ukuran rata-rata fragmen batuan (cm)
- A = faktor batuan
- V = volume batuan yang terbongkar (m³)
- Q = berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)
- E = relative weigth strength (ANFO=100)

Untuk mengetahui besarnya prosentase bongkah pada hasil peledakan digunakan rumus Indeks Keseragaman (n) dan Karakteristik Ukuran (Xc), dengan persamaan sebagai berikut :

$$n = \left[2,2 - 14 \frac{B}{De}\right] \left[1 - \frac{W}{B}\right] \left[1 + \frac{\left(\frac{S}{B} - 1\right)}{2}\right] \frac{PC}{H} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan :

- De = diameter bahan peledak atau lubang ledak (mm)
 B = burden (m)
 W = standar deviasi pengeboran (m)
 S = spasi (m)
 L = tinggi jenjang (m)
 PC = Panjang isian bahan peledak (m)

Karakteristik ukuran dihitung menggunakan persamaan Rosin – Rammler :

$$X_c = \frac{X}{(0,693)^{1/n}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

- Xc = karakteristik ukuran (cm)
 X = ukuran rata – rata fragmen batuan (cm)
 n = indeks keseragaman

Sedangkan untuk mengetahui prosentase bongkah adalah sebagai berikut :

$$R_x = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

- Rx = perbandingan dari material yang tertinggal pada ayakan
 Xc = karakteristik ukuran (cm)
 X = ukuran ayakan (cm)
 n = indeks keseragaman
 e = 2,718

Salah satu variabel dalam perhitungan Kuz-ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampuledakan atau blastability index (BI). Perhitungan faktor batuan (A) dilakukan dengan menggunakan pembobotan batuan menurut Lily (1986). Persamaan faktor batuan adalah sebagai berikut:

$$\text{Blastibility indeks (BI)} = 0,5 \times (\text{RMD} + \text{JPS} + \text{JPO} + \text{SGI} + \text{H}) \dots\dots(2.5)$$

$$\text{Faktor batuan (A)} = \text{BI} \times 0,12 \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana:

- BI = *Blastibility index*
 RMD = *Rock mass description*
 JPS = *Joint plane spacing*
 JPO = *Joint plane orientation*
 SGI = *Spesific gravity index*
 H = *Hardness*
 A = Faktor batuan

2.5.4. Faktor Pengaruh Rancangan Peledakan

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

A. Faktor rancangan yang dapat dikendalikan :

- 1) Geometri pemboran : diameter, kedalaman, *inklinasi*, tinggi jenjang, pola pemboran.
- 2) Geometri peledakan : *burden*, *spacing*, panjang isian, (*charging*), *subdrilling*, *stemming*, pola peledakan, *delay timing*.
- 3) Bahan peledak dan perlengkapannya : jenis dan kekuatan handak, detonator.

B. Faktor rancangan yang tidak dapat dikendalikan :

- 1) Geologi
- 2) Sifat dan kekuatan batuan
- 3) Diskontinuitas batuan
- 4) Kondisi cuaca
- 5) Air

Suatu operasi peledakan dinyatakan berhasil dengan baik pada kegiatan penambangan apabila :

- 1) Target produksi terpenuhi (dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan).

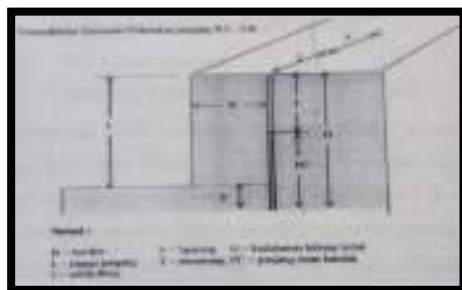
- 2) Penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak.
- 3) Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% jumlah batuan yang terbongkar per peledakan).
- 4) Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan-retakan).
- 5) Dampak terhadap lingkungan (*flyrock*, getaran, kebisingan, gas beracun, debu) minimal.

2.5.5. Geometri Peledakan

Geometri peledakan bertujuan untuk memperoleh ukuran fragmentasi sesuai dengan yang diinginkan, sehingga perlu memperhatikan geometri dalam suatu perencanaan peledakan.

2.5.5.1. Geometri Peledakan Menurut C.J Konya

Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan yang diinginkan, maka perlu suatu perencanaan ledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri peledakan. Berikut akan dijelaskan perhitungan geometri peledakan menurut C.J. Konya (1990) (lihat gambar 2.2).



(Sumber : Konya, 1990)

Gambar 2.2 Geometri Peledakan menurut C.J. Konya (1990)

A. *Burden (B)*

Yaitu jarak tegak lurus terpendek antara muatan bahan peledak dengan bidang bebas yang terdekat atau ke arah dimana batuan akan terlempar. Jarak *burden* yang terlalu kecil akan menghasilkan bongkaran yang terlalu hancur dan tergeser jauh dari dinding jenjang dan kemungkinan terjadinya batu terbang yang sangat besar.

Sedangkan bila jarak *burden* terlalu besar akan menghasilkan *fragment* produk yang kurang baik, karena gelombang tekan yang mencapai bidang bebas menghasilkan gelombang tarik yang sangat lemah di bawah kuat tarik batuan, sehingga batuan dalam area *burden* tidak hancur. Besarnya *burden* tergantung pada karakteristik batuan, karakteristik bahan peledak dan diameter lubang ledak. Secara sistematis besarnya *burden* dan hubungannya dengan faktor – faktor tersebut dinyatakan sebagai berikut :

$$B = 3,15 D_e \left(\frac{SG_e}{SG_r} \right)^{0,33} \dots\dots\dots(2.7)$$

$$B = \left[\left(2 \frac{SG_e}{SG_r} + 1,5 \right) \right] D_e \dots\dots\dots(2.8)$$

$$B = 0,67 D_e \left(\frac{St_v}{SG_r} \right)^{0,33} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan :

B = Burden (ft)

D_e = Diameter bahan peledak (inchi)

SG_e = SG bahan peledak

St_v = *Relative bulk strenght* (ANFO = 100)

Setelah diketahui nilai *burden* dasarnya, maka menurut Konya harus dikoreksi terhadap beberapa faktor penentu, yaitu faktor jumlah garis lubang ledak (K_r), Faktor bentuk lapisan batuan (K_d) dan faktor kondisi dari struktur geologinya (K_s). Dengan adanya faktor koreksi tersebut maka hasil nilai *burden*

dapat dikoreksi dengan banyaknya baris yang akan diledakkan serta kondisi geologi setempat dalam pelaksanaan peledakan. Adapun besarnya faktor – faktor tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2.2 Faktor Koreksi Terhadap Jumlah Baris Dalam Satu Lubang Ledak

| <i>CORRECTION FOR NUMBER OF ROW</i> | <i>K_r</i> |
|--|----------------------|
| <i>One or two rows of holes</i> | 1,00 |
| <i>Third and subsequent rows or buffer blast</i> | 0,9 |

(Sumber : Koesnaryo, 2001)

Tabel 2.3 Posisi Lapisan Batuan

| <i>CORRECTION FOR ROCK DEPOSITION</i> | <i>K_d</i> |
|--|----------------------|
| <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 : Koesnaryo, 2001)

Tabel 2.4 Faktor Koreksi Terhadap Struktur Geologi

| <i>CORRECTION FOR GEOLOGY STRUCTURE</i> | <i>K_s</i> |
|---|----------------------|
| <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 : Koesnaryo, 2001)

Secara matematis persamaan burden terkoreksi dapat ditulis :

$$B_c = K_r \times K_d \times K_s \times B \dots\dots\dots (2.10)$$

Keterangan :

- B = Burden hasil perhitungan dengan rumus dasar (*inchi*)
- B_c = Burden terkoreksi (*inchi*)
- K_d = Faktor terhadap posisi lapisan batuan (Tabel 2.2)
- K_r = Faktor terhadap baris lubang ledak (Tabel 2.3)
- K_s = Faktor terhadap struktur geologi (Tabel 2.4)

B. SPACING (S)

Spacing adalah jarak antara lubang ledak dalam satu garis yang sejajar dengan bidang bebas (*free face*). Jika *spacing* terlalu besar akan menghasilkan fragmentasi yang tidak baik dan dinding akhir yang ditinggalkan relatif tidak rata, sebaliknya bila *spacing* terlalu kecil dari jarak *burden* maka akan mengakibatkan tekanan sekitar *steaming* yang lebih dan mengakibatkan gas hasil ledakan dihamburkan ke atmosfer diikuti dengan *noise*.

Menentukan jarak *spacing* menurut Konya, didasarkan pada jenis detonator listrik yang digunakan dan berapa besar nilai perbandingan antara tinggi jenjang dan jarak *burden*. Bila perbandingan antara L/B lebih kecil dari 4 maka digolongkan jenjang rendah dan bila lebih besar dari 4 digolongkan jenjang tinggi. Misalkan tinggi jenjang 6 meter dan lubang *burden* menurut perhitungan penilai antara 2,3 – 2,7 meter, maka perbandingan L/B masih dibawah 4. Jenis *detonator* yang digunakan adalah *Delay detonator* maka persamaan yang digunakan adalah :

$$S = \frac{(L+7B)}{8} \dots\dots\dots (2.11)$$

Keterangan :

- S = *Spacing* (m)
- L = Tinggi jenjang (m)
- B = *Burden* (m)

Tabel 2.5 Persamaan untuk Menentukan Jarak *Spacing*

| <i>Tipe Detonator</i> | $L/B < 4$ | $L/B > 4$ |
|-----------------------------|------------------------|--------------------|
| <i>Instantaneous</i> | $S = \frac{(L+2B)}{3}$ | $S = 2 \times B$ |
| <i>Delay</i> | $S = \frac{(L+7B)}{8}$ | $S = 1,4 \times B$ |

(Sumber : Koesnaryo,2001)

C. **STEMMING**

Steaming adalah kolom material penutup lubang ledak diatas kolom isian bahan peledak. *Stemming* yang terlalu pendek dapat mengakibatkan batu terbang (*fly rock*) dan suara ledakan yang keras sedangkan *stemming* yang terlalu panjang akan mengakibatkan retakan ke belakang jenjang dan bongkah disekitar dinding jenjang.

Sedangkan teoritik panjang *stemming* sama dengan panjang burden, agar tekanan ke arah bidang bebas atas dan samping seimbang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak *stemming* adalah:

$$T = 0,45 \times D_e \times \left[\frac{Stv}{SGr} \right]^{0,33} \dots\dots\dots (2.12)$$

Keterangan :

- E = Diameter Lubang Ledak (inchi)
- Stv = Relative Bulk Strength (ANFO = 100)
- SGr = Berat Jenis Batuan

D. **SUBDRILLING**

Subdrilling merupakan panjang lubang ledak yang berada dibawah garis lantai jenjang, yang berfungsi untuk membuat lantai jenjang relatif rata setelah peledakan. Adapun persamaan untuk mencari jarak *subdrilling* menurut Konya adalah sebagai berikut:

$$J = 0,3 \times B \dots\dots\dots (2.13)$$

Keterangan :

- J = Subdrilling (m)
- B = Burden (m)

E. **WAKTU TUNDA**

Pemakaian *detonator* tunda dimaksudkan untuk mendapatkan perbedaan waktu peledakan antara dua lubang ledak sehingga diperoleh peledakan secara

beruntun. *Detonator* tunda digunakan untuk peledakan beruntun antar baris lubang ledak, maka persamaan yang digunakan untuk menentukan waktu tundanya adalah sebagai berikut:

$$Tr = Tr \times B \dots\dots\dots (2.14)$$

Keterangan :

- Tr = Waktu tunda antar baris lubang ledak (ms)
- Tr = Konstanta waktu tunda
- B = *Burden* (ft)

Tabel 2.6 Konstanta Waktu Tunda Antar Baris

| Akibat yang dihasilkan | Konstanta Tr |
|--|--------------|
| Keras, <i>airblast berlebihan, back break, dll</i> | 2 |
| Runtuhan tinggi dekat jenjang, <i>airblast moderat</i> | 2 – 3 |
| Tinggi runtuhan cukup, <i>airblast dan backbreak cukup</i> | 3 – 4 |
| Runtuhan berpencar dengan <i>backbreak minimum</i> | 4 – 6 |
| <i>Casting peledakan</i> | 7 – 14 |

(Sumber : Koesnaryo, 2001)

F. PEMAKAIAN BAHAN PELEDAK

Untuk menentukan jumlah bahan peledak yang digunakan dalam setiap lubang ledak maka terlebih dahulu ditentukan *loading density*. Untuk menentukan *loading density* digunakan rumus :

$$de = 0,34 \times Sge \times De^2 \dots\dots\dots (2.15)$$

Keterangan :

- De = Loading density, lb handak/ft kolom isian
- SGe = Berat jenis bahan peledak
- De = Diameter bahan peledak (inchi)

Untuk menentukan banyaknya bahan peledak pada setiap lubang digunakan rumus :

$$E = Pc \times de \times N \dots\dots\dots (2.16)$$

Keterangan :

- E = Jumlah bahan peledak
 Pc = Tinggi kolom isian, meter
 De = Loading density (kg/m)
 N = Jumlah lubang ledak

G. *POWDER FACTOR*

Powder Factor adalah suatu bilangan yang menyatakan perbandingan antara penggunaan bahan peledak terhadap jumlah material yang diledakkan.

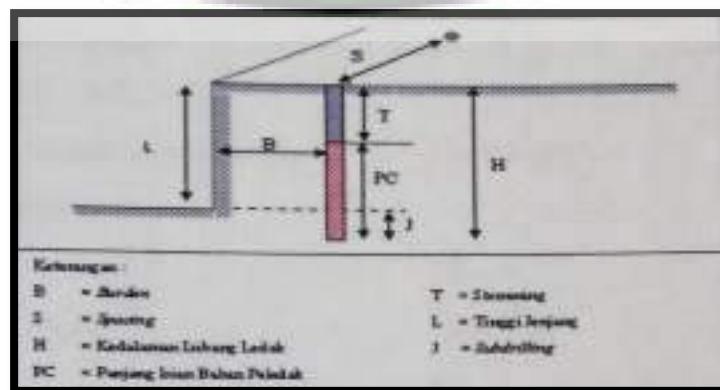
$$PF = \frac{\text{Berat bahan peledak (kg)}}{\text{Volume batuan terbongkar (kg/m}^3\text{)}} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan :

- E = Berat bahan peledak yang digunakan (kg)
 V = Volume Batuan Terbongkar (kg/m³)
 PF = *Powder Factor* (Kg handak/volume batuan)

2.5.5.2. Geometri Peledakan Menurut *R.L Ash*

R.L Ash (1967) membuat suatu pedoman perhitungan geometri peledakan jenjang berdasarkan pengalaman empirik yang diperoleh diberbagai tempat dengan jenis pekerjaan dan batuan yang berbeda – beda. Sehingga *R.L Ash* berhasil mengajukan rumusan – rumusan empirik yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam rancangan awal suatu peledakan batuan (lihat gambar 2.3).



(Sumber : *Ash, 1967*)

Gambar 2.3 Geometri Peledakan Menurut Teori *R.L Ash*

A. PENENTUAN *BURDEN* (B)

Jarak *burden* yang baik adalah jarak dimana energi ledakan bisa menekan batuan sesuai dengan fragmentasi yang direncanakan dengan mengupayakan sekecil mungkin terjadinya batuan terbang, bongkah, dan retaknya batuan pada batas akhir jenjang.

Dimensi yang pertama kali ditemukan ialah *burden* (B), yang diturunkan berdasarkan diameter lubang ledak atau diameter mata bor atau diameter dodol bahan peledak. Untuk menentukan *burden*, R.L Ash (1967) mendasarkan pada acuan yang dibuat secara empirik, yaitu adanya batuan standart dan bahan peledak standart. Batuan standart memiliki berat jenis 1,2 dan kecepatan detonasi 12.000 fps.

Apabila batuan yang akan diledakkan sama dengan batuan standart dan bahan peledak yang dipakai ialah bahan peledak *standart*, maka digunakan *burden ratio* (Kb) yaitu 30. Tetapi bila batuan yang akan diledakkan tidak sama dengan batuan *standart* dan bahan peledak yang digunakan bukan pula bahan peledak standart, maka harga Kb *standart* itu harus dikoreksi menggunakan faktor penyesuaian (*adjustment factor*).

Jika :

De = Diameter lubang ledak (mm)

B = *Burden* (m)

Kb = *Burden ratio*

B = ((Kb x De) / 12) ft

B = ((Kb x De) / 39.3) m

Bobot isi batuan standart (D_{st}) = 160 lb/cuft

Bahan peledak :

SG_{std} = 1.2

Ve_{std} (VOD_{std}) = 12000 fps

$Kb_{standart}$ = 30

Maka :

$$Kb \text{ terkoreksi} = 30 \times Af_1 \times Af_2 \dots\dots\dots (2.18)$$

$$Af_1 = \{D_{std} / D\}^{1/3}$$

$$Af_2 = \{(SG \times Ve^2) / (SG_{std} \times Ve_{std}^2)\}^{1/3}$$

Keterangan :

Af_1 = *Adjusment factor* untuk batuan yang diledakkan

Af_2 = *Adjusment factor* untuk bahan peledak yang dipakai

D = Bobot isi batuan yang diledakkan

SG = Berat jenis bahan peledak yang dipakai

Ve = VOD bahan peledak yang dipakai

Jadi :

$$B = ((Kb_{terkoreksi} \times De) / 39,3) \text{ m} \dots\dots\dots (2.19)$$

B. SPACING (S)

Spacing merupakan jarak antara lubang – lubang tembak yang dirangkai dalam satu baris dan diukur sejajar terhadap dinding jenjang.

$$S = Ks \times B \dots\dots\dots (2.20)$$

Keterangan :

K = *Spacing ratio* (1,0 – 2,0)

B = *Burden* (m)

Spacing yang lebih kecil dari ketentuan akan menyebabkan ukuran batuan hasil peledakan terlalu hancur. Tetapi jika *spacing* lebih besar dari ketentuan akan menyebabkan banyak terjadi bongkah (*boulde*) dan tonjolan (*stump*) diantara dua lubang ledak setelah peledakan. Berdasarkan cara urutan peledakannya, pedoman penulisan *spacing* adalah sebagai berikut:

1. Peledakan serentak, $S = 2 B$.
2. Peledakan beruntun dengan *delay interval* lama (*second delay*), $S = B$
3. Peledakan dengan *millisecond delay*, S antara 1 B hingga 2 B
4. Jika terdapat kekar yang saling tidak tegak lurus, S antara 1,2 – 1,8 B.

Peledakan dengan pola *equilateral* dan beruntun tiap lubang ledak dalam baris yang sama, $S = 1,15 B$.

C. **STEMMING (T)**

Stemming merupakan panjang isian lubang ledak tembak yang diisi bahan peledak, tetapi diisi material seperti tanah liat atau material hasil pengeboran (*cutting*).

Persamaan :

$$T = Kt \times B \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

- T = *Stemming* (m)
 Kt = *Stemming ratio* (0,7 – 1,0)
 B = *Burden* (m)

Fungsi *stemming* :

1. Meningkatkan *confinning pressure* dari akumulasi gas hasil peledakan.
2. Menyeimbangkan tekanan di daerah *stemming*.

D. SUBDRILLING

Merupakan tambahan kedalaman lubang ledak yang berada dibawah garis lantai jenjang. *Subdrilling* berfungsi untuk membuat lantai jenjang *relatif* rata setelah peledakan. Adapun persamaan untuk mencari jarak *subdrilling* adalah sebagai berikut :

$$J = K_j \times B \dots\dots\dots (2.22)$$

Keterangan :

- J = *Subdrilling* (m)
 B = *Burden* (m)
 K_j = *Subdrilling ratio* (0,2 – 0,3)

E. TINGGI JENJANG (L)

Secara spesifik tinggi jenjang maksimum ditentukan oleh peralatan lubang bor dan alat muat yang tersedia. Tinggi jenjang juga akan berpengaruh terhadap peledakan seperti fragmentasi batuan, ledakan udara, lemparan batuan dan getaran tanah. Adapun persamaan untuk mencari tinggi jenjang adalah sebagai berikut :

$$L = 5 \times D_e \dots\dots\dots (2.23)$$

Keterangan :

- L = Tinggi Jenjang (m)
 D_e = Diameter lubang ledak (*inch*)

F. KEDALAMAN LUBANG LEDAK (H)

Kedalaman lubang ledak dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$H = K_h \times B \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

- H = Kedalaman lubang ledak (m)

Kh = *Hole Depth Ratio* (1,5 – 4,0)
 B = *Burden* (m)

G. CHARGE LENGHT (PC)

Charge Length merupakan panjang jenjang kolom isian bahan peledak.

Persamaan :

$$PC = H - T \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

Pc = Panjang Kolom Isian (m)
 H = Kedalaman lubang isian (m)
 T = *Stemming* (m)

H. LOADING DENSITY (de)

Adalah jumlah bahan peledak yang digunakan setiap lubang ledak.

Persamaannya adalah sebagai berikut :

$$de = 0,508 \times SGe \times De^2 \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan :

de = *Loading density* (kg/m)
 De = Diameter lubang ledak (*inch*)
 SGe = BJ bahan peledak

I. POWDER FACTOR (PF)

Powder factor adalah suatu perbandingan antara banyaknya bahan peledak yang digunakan untuk meledakkan sejumlah batuan.

$$PF = \frac{\text{Berat bahan peledak (kg)}}{\text{Volume batuan terbongkar (kg/m³)}} \dots\dots\dots (2.27)$$

Keterangan :

E = Berat bahan peledak yang digunakan (kg)
 V = Volume batuan terbongkar (kg/m³)
 PF = *Powder Factor* (Kg handak/ volume batuan)

2.5.6. Bahan Peledak

Bahan peledak (*explosive*) adalah bahan atau zat yang berbentuk cair, padat, gas atau campurannya yang apabila dikenai suatu aksi berupa panas, benturan, gesekan akan berubah secara kimiawi menjadi zat-zat yang lebih stabil yang sebagian besar atau seluruhnya berbentuk gas dan perubahan tersebut berlangsung dalam waktu yang amat singkat, disertai efek panas dan tekanan yang tinggi.

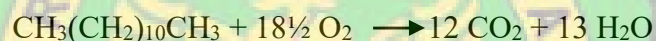
Secara legal bahan peledak banyak digunakan dalam dunia industri yang digunakan dalam pertambangan seperti pada pengeboran minyak, menghancurkan batu-batuan dipegunungan dan kebutuhan pertambangan lainnya, demikian juga banyak digunakan untuk kepentingan militer misalnya sebagai demolisi, roket, *propellant* dan kebutuhan militer yang lain, dimana bahan peledak untuk kedua kegunaan tersebut diatas setelah diproduksi secara berkala dianalisa untuk *quality control*. Akan tetapi secara illegal bahan peledak juga digunakan oleh kelompok teroris dan pelaku-pelaku kriminal untuk pembuatan bom rakitan yaitu dengan rancangan sedemikian rupa dengan bahan-bahn lain secara tidak sah untuk tujuan dapat menimbulkan ledakan.

Pada prinsipnya suatu ledakan adalah merupakan reaksi kimia yang terjadi secara spontan dimana pada umumnya kita mengenal reaksi kimia dapat terjadi secara termodinamika dan termokinetika. Peledakan akan memberikan hasil yang berbeda dari yang diharapkan karena tergantung pada kondisi eksternal saat pekerjaan tersebut dilakukan yang mempengaruhi kualitas bahan kimia pembentuk bahan peledak tersebut. Panas merupakan awal terjadinya proses

dekomposisi bahan kimia pembentuk bahan peledak yang menimbulkan pembakaran, dilanjutkan dengan deflagrasi dan terakhir detonasi. Proses dekomposisi bahan peledak diuraikan sebagai berikut:

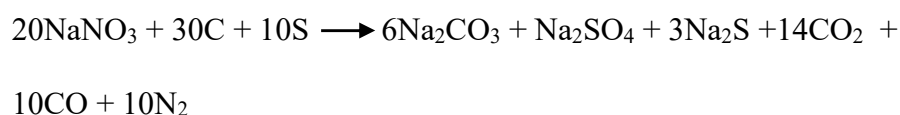
- a) Pembakaran adalah reaksi permukaan yang eksotermis dan dijaga keberlangsungannya oleh panas yang dihasilkan dari reaksi itu sendiri dan produknya berupa pelepasan gas-gas. Reaksi pembakaran memerlukan unsur oksigen (O_2) baik yang terdapat di alam bebas maupun dari ikatan molekuler bahan atau material yang terbakar. Untuk menghentikan kebakaran cukup dengan mengisolasi material yang terbakar dari oksigen.

Contoh reaksi minyak disel (diesel oil) yang terbakar sebagai berikut:

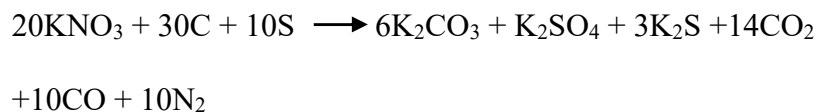


- b) Deflagrasi adalah proses kimia eksotermis di mana transmisi dari reaksi dekomposisi didasarkan pada konduktivitas termal (panas). Deflagrasi merupakan fenomena reaksi permukaan yang reaksinya meningkat menjadi ledakan dan menimbulkan gelombang kejut (*shock wave*) dengan kecepatan rambat rendah, yaitu antara 300 – 1000 m/s atau lebih rendah dari kecepatan suara (*subsonic*). Contohnya pada reaksi peledakan *low explosive* (*black powder*) sebagai berikut:

- *Potassium nitrat + charcoal + sulfur*

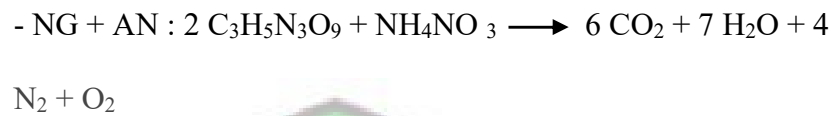
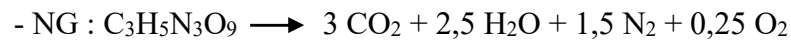
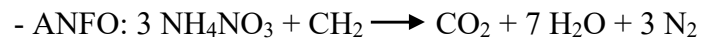


- *Sodium nitrat + charcoal + sulfur*



- c) Ledakan adalah ekspansi seketika yang cepat dari gas menjadi bervolume lebih besar dari sebelumnya diiringi suara keras dan efek mekanis yang merusak. Dari definisi tersebut dapat tersirat bahwa ledakan tidak melibatkan reaksi kimia, tapi kemunculannya disebabkan oleh transfer energi ke gerakan massa yang menimbulkan efek mekanis merusak disertai panas dan bunyi yang keras. Contoh ledakan antara lain balon karet ditiup terus akhirnya meledak, tangki BBM terkena panas terus menerus bisa meledak, dan lain-lain.
- d) Detonasi adalah proses kimia-fisika yang mempunyai kecepatan reaksi sangat tinggi, sehingga menghasilkan gas dan temperature sangat besar yang semuanya membangun ekspansi gaya yang sangat besar pula. Kecepatan reaksi yang sangat tinggi tersebut menyebarkan tekanan panas ke seluruh zona peledakan dalam bentuk gelombang tekan kejut (*shock compression wave*) dan proses ini berlangsung terus menerus untuk membebaskan energi hingga berakhir dengan ekspansi hasil reaksinya. Kecepatan rambat reaksi pada proses detonasi ini berkisar antara 3000 – 7500 m/s. Contoh kecepatan reaksi ANFO sekitar 4500 m/s. Sementara itu *shock compression wave* mempunyai daya dorong sangat tinggi dan mampu merobek retakan yang sudah ada sebelumnya menjadi retakan yang lebih besar. Disamping itu *shock wave* dapat menimbulkan *sympathetic detonation*. Oleh sebab itu peranannya sangat penting di dalam menentukan jarak aman (*safety*

distance) antar lubang. Contoh proses detonasi terjadi pada jenis bahan peledakan antara lain:



2.5.7. Sifat – sifat Bahan Peledak

Sifat – sifat bahan peledak yang berpengaruh dalam hasil peledakan yaitu kekuatan, kecepatan, detonasi, tekanan bobot isi bahan peledak, ketahanan terhadap air, dan sifat gas beracun.

1. Kekuatan

Kekuatan bahan peledak berkaitan dengan energi yang mampu dihasilkan oleh suatu bahan peledak. Pada hekekatnya kekuatan suatu bahan peledak tergantung pada campuran kimiawi yang mampu menghasilkan energi panas ketika terjadi inisiasi. Terdapat dua jenis sebutan kekuatan bahan peledak komersial yang selalu dicantumkan pada spesifikasi bahan peledak oleh pabrik pembuatnya, yaitu kekuatan absolut dan relatif. Harga kekuatan bahan peledak dapat dinyatakan dalam dua nilai yaitu:

a) *Absolute Weight Strength* (AWS)

Yaitu ukuran jumlah energi (dalam kalori) yang tersedia pada setiap gram bahan peledak.

Contoh : - ANFO = 912 cal/gram

b) *Absolute Bulk Strength (ABS)*

Yaitu ukuran jumlah energi (dalam kalori) yang tersedia pada setiap centimeter kubik volume bahan peledak dan dapat dihitung dengan mengalikan AWS dengan densitas dari produk curah.

Contoh : - ANFO = 912 cal/gram x 0,85 gram/cc = 775,2 cal/cc

2. Kecepatan Detonasi

Kecepatan detonasi disebut juga dengan *velocity of detonation* atau VoD merupakan sifat bahan peledak yang sangat penting yang secara umum dapat diartikan sebagai laju rambatan gelombang detonasi sepanjang bahan peledak dengan satuan milimeter per sekon (m/s) atau *feet per second* (fps). Kecepatan detonasi diukur dalam kondisi terkurung (*confined detonation velocity*) atau tidak terkurung (*unconfined detonation velocity*).

Kecepatan detonasi terkurung adalah ukuran kecepatan gelombang detonasi (*detonation wave*) yang merambat melalui kolom bahan peledak di dalam lubang ledak atau ruang terkurung lainnya. Sedangkan kecepatan detonasi tidak terkurung menunjukkan kecepatan detonasi bahan peledak apabila bahan peledak tersebut diledakkan dalam keadaan terbuka. Karena bahan peledak umumnya digunakan dalam keadaan derajat pengurangan tertentu, maka harga kecepatan detonasi dalam keadaan terbuka menjadi lebih berarti.

Kecepatan detonasi bahan peledak harus melebihi kecepatan suara massa batuan (*impedance matching*), sehingga akan menimbulkan energi kejut (*shock energy*) yang mampu memecahkan batuan. Kecepatan detonasi tidak terkurung umumnya 70 – 80 % kecepatan detonasi terkurung, sedangkan kecepatan detonasi

bahan peledak komersial bervariasi 1500 – 8500 m/s atau sekitar 5000 – 25.000 fps. Kecepatan detonasi ANFO antara 2500 – 4500 m/s tergantung pada diameter lubang ledak. Apabila diameter dikurangi sampai batas tertentu maka akan terjadi gagal ledak (*misfire*) karena perambatan tidak dapat berlangsung.

3. Tekanan Detonasi

Tekanan detonasi adalah fungsi dari kecepatan detonasi dan bobot isi dari suatu bahan peledak, merupakan ukuran tekanan di dalam gelombang detonasi. Hubungan kecepatan detonasi dan bobot isi adalah kompleks dan tergantung pada bahan – bahan yang terkandung dalam bahan peledak.

4. Bobot Isi

Bobot isi dari suatu bahan peledak adalah jumlah gram berat bahan peledak pada setiap centimeter kubik volumenya. Biasanya bahan peledak yang mempunyai bobot isi tinggi akan menghasilkan kecepatan detonasi dan tekanan yang tinggi. Peledakan yang menghasilkan fragmen yang berukuran kecil diperlukan bahan peledak dengan bobot isi tinggi.

5. Ketahanan Terhadap Air

Ketahanan bahan peledak terhadap air adalah ukuran kemampuan suatu bahan peledak untuk melawan air disekitarnya tanpa kehilangan sensitifitas atau efisiensi. Bahan peledak larut dalam air dalam waktu yang pendek (mudah larut), berarti bahan peledak tersebut dikategorikan mempunyai ketahanan terhadap air yang buruk atau *poor*, sebaliknya bila tidak larut dalam air disebut sangat baik atau *excellent*. Contoh bahan peledak yang mempunyai ketahanan terhadap air

buruk adalah ANFO, sedangkan untuk bahan peledak yang tahan terhadap air adalah emulsi.

6. Sifat Gas Beracun

Bahan peledak yang meledak menghasilkan dua kemungkinan jenis gas yaitu *smoke* atau *fumes*. *Smoke* tidak berbahaya karena hanya terdiri dari uap atau asap yang berwarna putih. Sedangkan *fumes* berwarna kuning dan berbahaya karena bersifat beracun, yaitu terdiri dari karbon-monoksida (CO) dan oksida-nitrogen (NO_x). *Fumes* dapat terjadi bila bahan peledak yang diledakkan tidak memiliki keseimbangan oksigen, dapat terjadi pula bila bahan peledak tersebut sudah kadaluarsa selama penyimpanan, atau karena hal ini.

7. Macam – macam Produk Bahan Peledak

a. ANFO (*Ammonium Nitrat Fuel Oil*)

ANFO adalah singkatan dari *Ammonium Nitrat* (AN) sebagai pengoksidasi dan *Fuel Oil* sebagai bahan bakar. Setiap bahan bakar berunsur karbon, baik berbentuk serbuk maupun cair, dapat digunakan sebagai pencampur. Pada umumnya bahan bakar yang banyak dipakai sebagai pencampur *Ammonium Nitrat* adalah solar.

Perbandingan AN : FO sebesar 94,5% : 5,5% adalah perbandingan berdasarkan berat. Dengan memvariasikan kebutuhan akan ANFO, akan diperoleh beberapa liter solar yang diperlukan untuk dicampur dengan sejumlah *Ammonium Nitrat*. Apabila kelebihan FO maka akan mengakibatkan adanya gas CO, dan jika kekurangan FO maka akan mengakibatkan adanya gas NO₂.

b. Produk bahan peledak curah *Heavy ANFO*

Produk bahan peledak curah *Heavy ANFO* adalah campuran daripada emulsi dengan ANFO dengan perbandingan yang bervariasi, dan yang umum digunakan perbandingan ANFO : Emulsi yaitu 70% : 30%.

c. Emulsi (*Titan Black*)

Produk bahan peledak curah emulsi terbuat dari campuran antara fase larutan oksidator berbutir sangat halus sekitar 0,001 mm (disebut *droplets*) dengan lapisan tipis matrik minyak hidrokarbonat. Emulsi ini disebut tipe air dalam minyak (*water in oil emulsion*). *Emulsifer* ditambahkan untuk mempertahankan fase emulsi.

Emulsi digunakan sebagai produk bahan peledak curah pada lubang ledak jenis basah karena bobot isi emulsi (*Titan Black*) lebih tinggi dari air jadi apabila bercampur dengan air maka akan tetap mengapung (lihat tabel 2.7)

Tabel 2.7 Perbedaan Ukuran Butir Oksidator Produk Bahan Peledak Curah

| Produk Curah | Ukuran (mm) | Bentuk | VoD (m/s) |
|---------------------|--------------------|----------------|------------------|
| ANFO | 2.000 | Semua padat | 3200 |
| Dinamit | 0.200 | Semua padat | 4000 |
| Slurry | 0.200 | Padat / Liquid | 3300 |
| Emulsi | 0.001 | Liquid | 5000-6000 |

(Sumber : *Safe And Eficient Blasting (Orica)*)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

CV. Bintari Jaya Abadi merupakan perusahaan pertambangan yang bergerak pada bidang penambangan batuan Andesit yang berada di wilayah administratif Desa Pelantaran Kecamatan Cempaga Hulu Kabupaten Kotawaringin Timur, Provinsi Kalimantan Tengah, dengan kode wilayah 62.489.498.4-711.000 yang terletak pada batas wilayah dengan garis lintang $2^{\circ} 03' 14''$ LS - $2^{\circ} 03' 21''$ sampai pada garis bujur $112^{\circ} 56' 36''$ LS - $112^{\circ} 56' 43''$ (lampiran A).

Sesuai dengan keputusan Kepala Dinas Penanaman modal dan pelayanan terpadu satu pintu provinsi Kalimantan Tengah Nomor : 570/4/DESDM-IUPOP/I/DPMPTSP-2018 dengan luas wilayah $\pm 4,5$ Ha dengan masa ijin IUPOP selama 5 tahun.

3.1.1 Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi tempat kegiatan pertambangan batuan andesit ini terletak di daerah Desa Pelantaran Kecamatan Cempaga Hulu Kabupaten Kotawaringin Timur Kalimantan tengah.

Untuk mencapai lokasi penelitian Tugas Akhir di CV.Bintari Jaya Abadi dapat ditempuh dengan cara:

- a. Dari Kota Palangkaraya menuju Kecamatan Cempaga Hulu Kabupaten Kotawaringin Timur dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor roda 2 ataupun kendaraan bermotor roda 4 dengan jarak tempuh \pm

150 km dalam waktu tempuh diperkirakan membutuhkan \pm 2,5 jam melalui jalan darat dengan kondisi jalan beraspal dan berbukit.

- b. Kemudian dari wilayah cempaga hulu ke lokasi penelitian CV. Bintari Jaya Abadi dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan bermotor roda 2 dengan jarak tempuh \pm 3 km dengan waktu tempuh \pm 5 menit melalui jalan darat dengan kondisi jalan beraspal dan berbukit.

3.2. Kondisi Geologi

3.2.1. Kondisi Geologi Regional

1. Fisiografi

Secara umum daerah fisiografi penelitian pada CV. Bintari Jaya Abadi dari Barat Laut sampai arah Tenggara berupa perbukitan, dataran rendah dan dataran tinggi.

2. Stratigrafi

Berdasarkan Peta Geologi Lebar Palangka Raya daerah penelitian skripsi di Kabupaten Kotawaringin Timur terbentuk oleh, Aluvium, formasi Dohor dan Batuan Gunung Api.

a. Aluvium (Qa)

Disusun oleh gambut, pasir lepas, lempung dan lempung kaolinan. Gambut berwarna coklat kehitaman merupakan endapan rawa. Pasir lepas berwarna kekuningan, halus – kasar, merupakan endapan sungai. Lempung berwarna kelabu kecoklatan, mengandung sisa tumbuhan, sangat lunak, terdapat di daerah pasang surut. Lempung kaolinan berwarna putih kekuningan, bersifat liat. Satuan ini tebalnya sekitar 50 – 100 meter.

b. Formasi Dahor (TQd)

Disusun oleh konglomerat yang berselingan dengan batupasir dan batulempung. Konglomerat berwarna coklat kehitaman, agak padat, fragmen terdiri dari kuarsit dan basal berukuran 1 – 3 cm, kemas terbuka dengan matriks yang berukuran pasir. Batupasir berwarna kekuningan sampai kelabu, berbutir sedang – kasar, setempat berstruktur silang – silur. Batulempung berwarna kelabu, agak lunak, karbonan, setempat mengandung lignit, tersingkap sebagai sisipan dalam batupasir dengan ketebalan 20 – 60 cm. Umur formasi ini diperkirakan Miosen Tengah sampai Plistosen berdasarkan korelasi dengan formasi Dahor di lembar Tewah (Sumintadipura, 1976). Tebal formasi ini sekitar 300 meter dan diendapkan di lingkungan paralik.

c. Batuan Gunung Api (TRv)

Disusun oleh breksi gunung api, basal dan tufa. Breksi gunung api berwarna kelabu kehijauan, sangat kompak, fragmen terdiri atas andesit, basal dan rijang dengan diameter 2 – 3 cm, setempat kaya akan bijih besi dan limonit. Basal berwarna coklat kemerahan, pejal, setempat berongga. Tufa berwarna kelabu kemerahan, berupa abu gunung api, berbutir sangat halus, di beberapa tempat mengandung lapilli berukuran sampai 5 cm. Emmichoven (1939) mengelompokkan satuan ini ke dalam kompleks Matan yang berumur Trias.

3. Struktur Geologi

Geologi Lembar Palangkaraya dimulai pada zaman Trias dengan terbentuknya batuan kuarsit dan batuan gunung api. Pada zaman kapur terjadi pengangkatan yang disertai penerobosan batuan granit, mungkin bagian dari pegunungan schwaner. Pengangkatan berikutnya diduga terjadi pada kala Eosen atau Oligosen yang disertai penerobosan basal.

Sejak trias daerah ini berupa daratan, baru pada kala Miosen Tengah sampai Plio-Plistosen mengalami penurunan, sehingga terendapkan Formasi Dahor dalam lingkungan endapan visual.

3.2.2 Kondisi Geologi Daerah Penelitian

1. Morfologi

Berdasarkan hasil pengamatan di daerah penelitian dan sekitarnya menempati wilayah yang cukup landau hingga berbukit dengan ketinggian 50-100 m di atas permukaan laut (dpl), dan menunjukkan keadaan morfologi yang bergelombang lemah hingga perbukitan. Sungai-sungai yang berkembang di lokasi penelitian berdasarkan tahapan geomorfik merupakan sungai periode muda yang dicirikan dengan adanya tebing terjal dan radian sungai yang tidak teratur.

Pola aliran yang berkembang sampai saat ini menunjukkan pola aliran paralel yang mempunyai arah relatif sejajar, mengalir pada daerah dengan kemiringan lereng sedang sampai curam terdapat pula pada daerah dengan morfologi yang paralel dan memanjang. Pola ini memiliki kecenderungan berkembang kearah dendriktik dan trellis.

2. Litologi

Litologi di lokasi penelitian berupa korok dan retas andesit dan basal dengan penyebaran beberapa ratus meter dan andesit pada umumnya bertekstur forpiritik, padat, coklat kehijauan, disusun plagioklas dan ortoklas yang berubah menjadi serisit, horeblenda, piroksen, klorit, kalsit dan mineral bijih. Basal pada umumnya bertekstur afanik disusun plagioklas, piroksen, gelas, mineral bijih dan klorit. Terobosan andesit dan basal diduga berumur Mioesen awal.

3. Struktur Geologi

Dilihat dari lokasi penelitian pada CV. Bintari Jaya Abadi diketahui bahwa daerah memiliki struktur yang terlihat pada dinding-dinding pasca peledakan pada lokasi penelitian.

3.3. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain:

- a. Buku Lapangan (Catatan Harian)
- b. Alat Tulis
- c. Kamera *Handphone* (HP)
- d. Stopwatch berupa aplikasi cycle timer
- e. Alat Pelindung Diri (APD)
- f. Laptop

3.4 Tata Laksana

3.4.1. Langkah Kerja

Adapun langkah kerja dalam penelitian skripsi ini sebagai berikut :

1. Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan penyusunan usulan skripsi, mempelajari buku-buku literature, buku petunjuk maupun buku panduan yang tersedia serta berkaitan dengan geometri peledakan, kegiatan alat gali muat dan alat angkut.

2. Tahap Pengambilan Data

a. Data Primer

- 1) Geometri Peledakan
- 2) Jenis Bahan Peledak
- 3) *Cyle time* alat gali muat dan *cyle time* alat angkut

b. Data Sekunder

- 1) Profil perusahaan
- 2) Peta lokasi daerah penelitian
- 3) Data geologi daerah penelitian
- 4) Peta kesampaian daerah
- 5) *Blast report*

3. Tahap Pengolahan Data

Data geometri peledakan dan data *cyle time* alat gali muat yang telah diambil di lapangan diolah dengan melakukan input data ke computer. Kemudian data tersebut diolah dengan menggunakan perhitungan dan penggambaran, selanjutnya disajikan dalam bentuk tabel, dokumentasi dan perhitungan penyelesaian.

4. Tahap Evaluasi Data

Pemecahan masalah dilakukan berdasarkan pada data yang diperoleh di lapangan yang didasari oleh literatur-literatur yang berhubungan dengan geometri peledakan, alat gali muat dan alat angkut. Hasil dari pengolahan data digunakan untuk mengevaluasi. Kemudian dibandingkan dengan teoritis, sehingga diperoleh hasilnya.

5. Tahap Penyusunan Laporan Skripsi

Setelah mengevaluasi data, maka ditarik kesimpulan. Hasil dari data keseluruhan dirangkum ke dalam laporan tertulis untuk di pertanggungjawabkan dalam bentuk laporan hasil skripsi. Adapun langkah kegiatan dalam penelitian untuk skripsi ini dijabarkan dalam diagram alir.

3.4.2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Metode Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Tujuan penelitian kuantitatif adalah mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori yang berkaitan dengan kegiatan tertentu. Proses pengukuran adalah bagian yang penting dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif. Di dalam melaksanakan permasalahan ini, penyusun menggabungkan antara beberapa metode, yaitu :

1. Metode Observasi (pengamatan)

Metode ini dilakukan dengan cara melakukan pengamatan secara langsung dilapangan.

2. Metode Pustaka

Dilakukan dengan cara mencari literatur mengenai kegiatan produksi, baik berupa data yang diberikan pihak perusahaan, maupun hasil penelitian yang terdahulu.

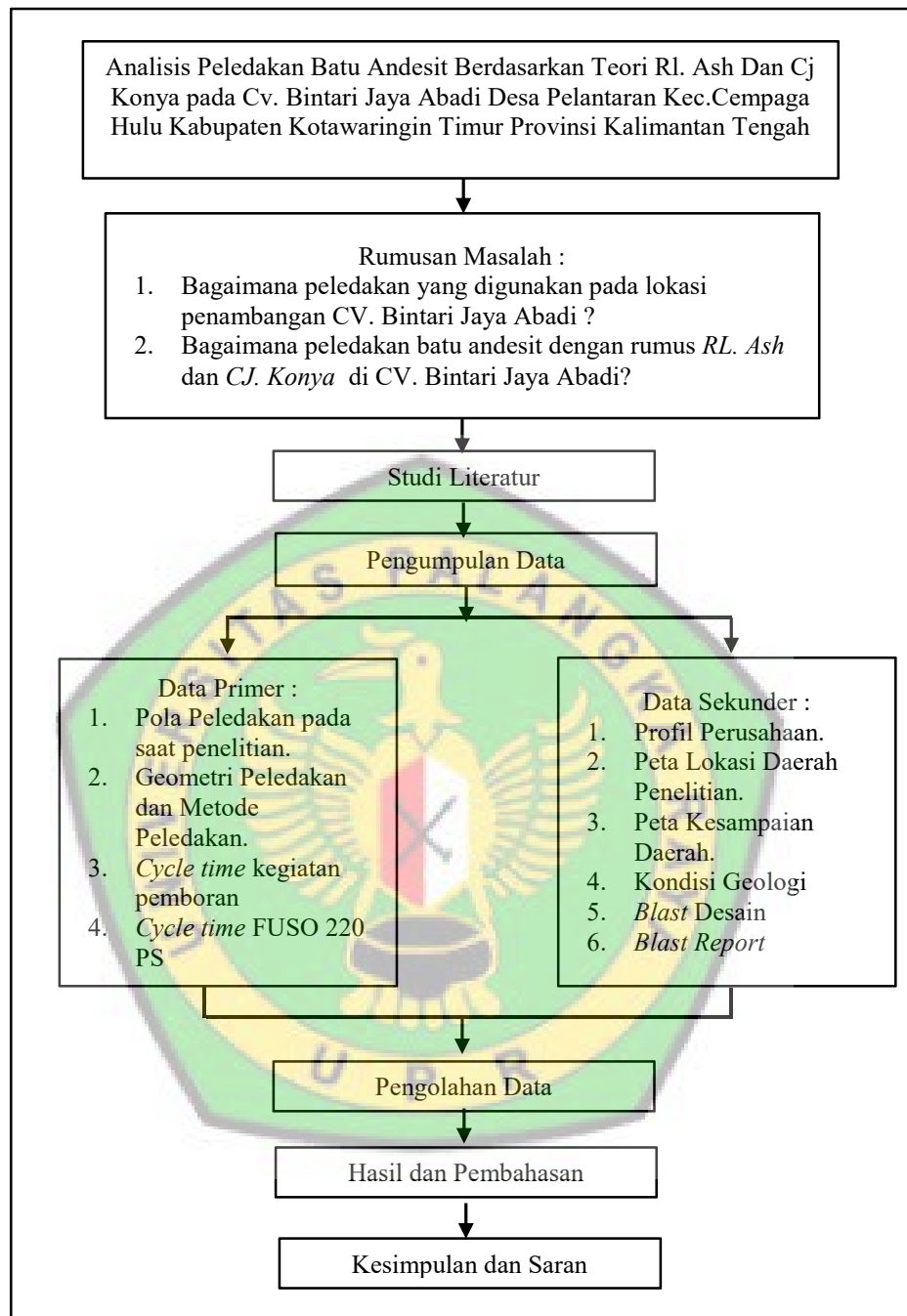
3.4.3. Bagan Alir Penelitian

Tahapan proses penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.

3.4.4. Waktu Penelitian

Penelitian Tugas Akhir ini di mulai pada Maret 2020 sampai dengan April 2020 dengan beberapa perincian rencana sebagai berikut (Lihat tabel 3.1).





Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Tabel 3.1 Tabel Waktu Penelitian di lapangan/perusahaan

| Kegiatan | Maret 2020 | | | | April 2020 | | | |
|---------------------------|------------|---|---|---|------------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Induksi & Studi Literatur | | | | | | | | |
| Study SOP | | | | | | | | |
| Observasi Lapangan | | | | | | | | |
| Pengambilan Data | | | | | | | | |
| Pengolahan Data | | | | | | | | |
| Penyusunan Laporan | | | | | | | | |



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa data dan pembahasan terhadap proses peledakan di CV. Bintari Jaya Abadi ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1 Persentasi *boulder* yang diterapkan CV. Bintari Jaya Abadi 3,3% dikatakan baik, menunjukkan bahwa geometri persentasi ini sudah dibawah persentasi *boulder* maksimum yang telah ditentukan 15%. Dari hasil perhitungan ukuran fragmentasi menunjukkan bahwa ukuran fragmentasi dari peledakan yang dilakukan 96,7% lebih kecil dari 80 cm sehingga telah memenuhi standar ukuran fragmentasi yang diharapkan yaitu $1/3$ dari ukuran *bucket* cat 320D dengan kapasitas *bucket* 1,19 m³ dan kegiatan peledakan pada CV. Bintari Jaya Abadi sudah optimal.
- 2 Persentasi ukuran pada rancangan peledakan Rl. Ash ini dikatakan paling baik karena menghasilkan ukuran *boulder* yang lebih kecil dari rancangan yang sudah diterapkan CV. Bintari Jaya Abadi. Adapun ukuran *boulder* pada rancangan ini 1,5% Sedangkan untuk rancangan geometri peledakan CJ. Konya Untuk persentasi ukuran pada rancangan ini juga dikatakan baik karena menghasilkan ukuran *boulder* menunjukkan bahwa geometri persentasi ini sudah dibawah persentasi *boulder* maksimum yang telah ditentukan 15%. Adapun ukuran *boulder* pada rancangan ini sebesar 4,4%. Akan tetapi pada rancangan ini memiliki ukuran *boulder* yang lebih besar

dari CV. Bintari Jaya Abadi sehingga tidak cocok untuk diusulkan pada kegiatan peledakan selanjutnya

5.2 SARAN

- 1 Rancangan peledakan RI. Ash menghasilkan ukuran *boulder* yang lebih kecil dari rancangan yang sudah diterapkan CV. Bintari Jaya Abadi sehingga sangat cocok untuk diusulkan pada kegiatan peledakan selanjutnya pada CV. Bintari Jaya Abadi. Dan dengan rancangan tersebut sangat efektif untuk *cycle time* alat gali muat dan angkut. Dan sangat berpengaruh dalam proses pengremukan di mulut *crusher*.
- 2 Pada proses pengisian bahan peledak perlu adanya alat ukur untuk memastikan jumlah bahan peledak yang dimasukkan sudah cukup sesuai perencanaan.
- 3 Permukaan peledakan banyak batuan tajam yang belum dibersihkan sering menjadi penyebab *misfire* akibat batu yang terhempas pada peledakan mengenai rangkaian kabel peledakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anscombe, Frederick. "Samir Khalaf, Heart of Beirut: Reclaiming the Bourj. London: Saqi, 2006. 280pp. 208 plates. 11 maps. Bibliography.£ 12.99 pbk." *Urban History* 33.3 (2006): 514-515.
- Ash, R.L., (1990), *Design of Blasting Round*, "Surface Mining", B.A.Kennedy, Editor, Society for mining, Metallurgy, and Exploration.
- Ash, Ro Lo. "Interview, Problems and Opportunities in Managing Dynamic Growth." *The McKinsey Quarterly*, Winter (1967): 24.
- E.S. Nila, E. Rustandi and R. Heryanto. *Dalam Sumintadipura, 1976 Geological Map of the Palangkaraya Quadrangle, Kalimantan*. 1995.
- Gokhale, B. V. (2011). *Rotary Drilling And Blasting In Large Surface Mines*. Netherlands: CRC Press/Balkema, Leiden.
- Hartono, Rudi, Risanto Panjaitan, and Aris Herdiansyah. "Studi Metode Peledakan Pada PT. Pro Intertech Indonesia Kotamadya Sorong Provinsi Papua Barat." *ReTII* (2018).
- Koesnaryo, 1998, "Bahan Peledak dan Metode Peledakan", Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", Yogyakarta, Halaman 1-2.
- Koesnaryo. (1998). *Teknik Pemboran dan Peledakan Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"*. Yogyakarta: UPN.
- Konya, Calvin J., and Edward J. Walter. *Surface blast design*. Prentice-Hall, 1990.
- Lilly, P.A. (1986). *The Use Of The Blastability Index In The Design Of Blasts For Open Pit Mines*. AusIMM/IEAust Large Open Pit Mining Confrence. Newman, 89-92.
- Overchenko, Mikhail N., Mikhail A. Marinin, and Sergei P. Mozer. "Quality improvement of mining specialists training on the basis of cooperation between Saint-Petersburg mining university and Orica company." *228* (2017): 228.

Sagala, Dedy Johannes. Analisis geometri peledakan batuan andesit untuk memperbaiki ukuran fragmentasi pada PIT Lingkar Tiga di PT Bukit Asam TBK Tanjung Enim Sumatera Selatan. Diss. Universitas Bangka Belitung, 2018.

Van Emmichoven, CPA Zeijlmans, and Gustav Heinrich Ralph Koenigswald. De Geologie van het centrale en oostelijke deel van de Westerafdeeling van Borneo. Landsdrukkerij, 1939.

