

TUGAS AKHIR

**PENGARUH KEDALAMAN LUBANG LEDAK TERHADAP
PRODUKTIFITAS ALAT GALI MUAT SHOVEL P&H 4100A DI
PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA**



Disusun Oleh:

Rangga Bayu Permana
416020022

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2020**

**PENGARUH KEDALAMAN LUBANG LEDAK TERHADAP
PRODUKTIFITAS ALAT GALI MUAT SHOVEL P&H 4100A DI
PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar AMd. T



Disusun Oleh:

Rangga Bayu Permana
416020022

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

Setelah melakukan bimbingan dan koreksi terhadap tugas akhir mahasiswa atas nama:



Rangga Bayu Permana
416020022

PENGARUH KEDALAMAN LUBANG LEDAK TERHADAP PRODUKTIFITAS ALAT GALI MUAT SHOVEL P&H 4100A DI PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA

Tugas akhir tersebut sudah dapat diajukan untuk sidang Tugas Akhir

Mataram, 1 Februari 2020

Pembimbing Utama

Alpiana ST., M.Eng
NIDN.08030128401

Pembimbing Pendamping

Joni Safaat Adiansyah, ST., M.Sc., Ph.D
NIDN.0807067303

Mengetahui,
Ketua Program Studi DIII Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram




Aji Svailendra Ubaidillah, ST., M.Sc
NIDN.0806027101

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rangga Bayu Permana
NIM : 416020022
Program Studi : DIII Teknik Pertambangan
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Kedalaman Lubang Ledak Terhadap Produktifitas Alat Gali Muat Shovel P&H 4100A di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji pada hari Sabtu tanggal 1 Februari 2020 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Pertambangan pada Program Studi DIII Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

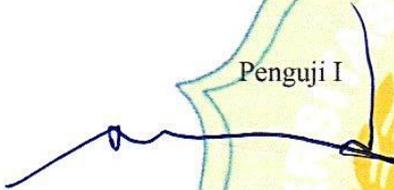
DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang



Alpiana, ST., M.Eng
NIDN.08030128401

Penguji I



Joni Safaat Adiansyah, ST., M.Sc., Ph.D
NIDN.0807067303

Penguji II



Bedy Fara Aga Matrani, ST., MT
NIDN.0810048901

Mataram, 1 Februari 2020

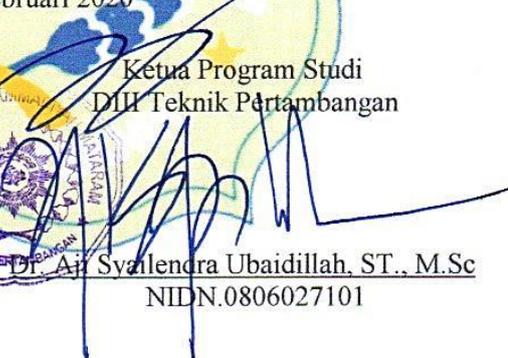
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram




Isfanari, ST., MT
NIDN.0830086701

Ketua Program Studi
DIII Teknik Pertambangan




Dr. Aj Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc
NIDN.0806027101

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan scsungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul:

**“PENGARUH KEDALAMAN LUBANG LEDAK TERHADAP
PRODUKTIFITAS ALAT GALI MUAT SHOVEL P&H 4100A DI
PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA”**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan sccara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram. Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 1 Februari 2020

Yang membuat pernyataan,



Rangga Bayu Permana
NIM.416020022



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM

UPT. PERPUSTAKAAN

Jl. K.H.A. Dahlan No. 1 Mataram Nusa Tenggara Barat

Kotak Pos 108 Telp. 0370 - 633723 Fax. 0370-641906

Website : <http://www.lib.ummat.ac.id> E-mail : upt.perpusummat@gmail.com

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Mataram, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rangga Rayu Permana
NIM : 416020022
Tempat/Tgl Lahir : Rempung, 17 April 1999
Program Studi : Teknik Pertambangan (D III)
Fakultas : Teknik
No. Hp/Email : 082391515119 / ranggayana17@gmail.com
Jenis Penelitian : Skripsi KTI

Menyatakan bahwa demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada UPT Perpustakaan Universitas Muhammadiyah Mataram hak menyimpan, mengalih-media/format, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Repository atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama *tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta* atas karya ilmiah saya berjudul:

PENGARUK KEADALAMAN LURANG LEDAK TERHADAP
PRODUKTIFITAS ALAT CAU MAMAT SHOVEL P & H QDOA
DI PT. ARIMAN MINERAL NUSA TENGGARA

Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah ini menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya tanpa ada unsur paksaan dari pihak manapun.

Dibuat di : Mataram

Pada tanggal : 14 Februari 2020

Penulis



NIM. 416020022

Mengetahui,
Kepala UPT. Perpustakaan UMMAT

Iskandar, S.Sos., M.A.
NIDN. 0802048904

ABSTRAK

Peledakan merupakan sarana yang efektif untuk membongkar batuan dalam industri Pertambangan disamping penggunaan alat mekanis. Pada penambangan di pit Batu Hijau yang dikelola oleh PT. Amman Mineral Nusa Tenggara (PT. AMNT). peledakan digunakan untuk membongkar lapisan tanah penutup (*overburden*), dimana peledakan produksi merupakan metode yang dominan dilakukan untuk mempermudah dalam penggalian batuan dan bijih. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh kedalaman lubang ledak terhadap produktifitas dari alat gali muat serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi ketidak tercapaian lubang ledak. Penelitian ini menganalisa geometri dari pemboran dan peledakan seperti diameter lubang ledak, kemiringan lubang ledak, kedalaman lubang ledak, spasi, burden, stemming, dan subdrilling. Data diolah menggunakan metode statistik dan korelasi linear untuk melihat analisa pengaruh kedalaman lubang ledak terhadap produktifitas alat gali muat. Hasil penelitian menunjukkan geometri pemboran yang digunakan, diameter lubang ledak 311 mm untuk lubang ledak produksi, 311mm atau 251mm untuk lubang ledak trim, dan 140 mm untuk lubang ledak presplit. Sistem pemboran yang digunakan yaitu secara mekanik (*rotary drilling*) dan DTH (Down the hole hammer), dengan pola pemborang zigzag atau selang seling. Geometri peledakan yang digunakan didapatkan dari nilai rata-rata geometri yang digunakan yaitu, spasi 10, 681 m, burden 9,30625 m, stemming 5,11875 m, kedalaman lubang ledak 15, 421 m, dan subdrilling sebesar 2,791 m. Kedalaman lubang ledak dibedakan menjadi tiga yang pertama lubang ledak *meet target*, *over target*, dan *under target*. Persentase rata-rata kedalaman lubang ledak *meet target* 68,375%, lubang ledak *over target* 17,125%, dan lubang ledak *under target* 14,5 %. Tidak tercapainya kedalaman lubang ledak atau peledakan dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain *skill* dari operator pengeboran, keadaan geologi, kekompakan batuan, air tanah (*ground water*), kondisi Cuaca (Hujan), dan umur alat. Hasil analisa memeprilihatkan bahwa kedalaman lubang ledak dapat memberikan kontribusi terhadap produktifitas alat gali muat. Hal ini berkorelasi linear dengan jumlah lubang ledak yang *meet target*, *over target* dan *under target*. Dengan pengelolaan peledakan yang baik akan mampu meningkatkan produksi sebuah kegiatan penambangan.

Kata kunci: peledakan, kedalaman lubang ledak, produktifitas

ABSTRACK

Blasting is an effective means to disassemble rock in the Mining industry besides the use of mechanical devices. In mining in the Batu Hijau pit managed by PT. Amman Mineral Nusa Tenggara (PT. AMNT), blasting is used to dismantle overburden, where blasting production is the dominant method used to facilitate the excavation of rocks and ores. The purpose of this research is to study the effect of the depth of the blast hole on the productivity of the digging tool. This study analyzes the geometry of drilling and blasting such as blast hole diameter, blast hole slope, blast hole depth, spacing, burden, stemming, and subdrilling. The data is processed using statistical methods and linear correlation to see the analysis of the effect of the depth of the blast hole on the productivity of the digging tool. The results showed the drilling geometry used, the diameter of the blast hole 311 mm for the production blast hole, 311mm or 251mm for the trim blast hole, and 140 mm for the explosive blast hole. The drilling system used is mechanically (rotary drilling) and DTH (Down the hole hammer), with zigzag or intermittent patterning. The blasting geometry used was obtained from the average geometry values used, namely 10 spaces, 681 m, 9,30625 m burden, 5,11875 m stemming, explosive hole depth of 15, 421 m, and subdrilling of 2,791 m. The depth of the explosive holes can be divided into the first three explosive holes that meet targets, over targets, and under targets. The average percentage of the blast hole depth reached the target 68.375%, the blast hole over the target 17.125%, and the blast hole under the target of 14.5%. Not achieving the depth of the blast hole or blasting is influenced by several things including the skills of the drilling operator, geological conditions, rock cohesiveness, ground water, weather conditions (rain), and age of the tool. The results of the analysis show that the depth of the blast hole can contribute to the productivity of the digging tool. This is linearly correlated with the number of explosive holes that meet targets, over targets and under targets. With good blasting management will be able to increase the production of a mining activity

Key words: *blasting, the depth of blast hole, productivity*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis sampaikan kepada Allah SWT dengan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENGARUH KEDALAMAN LUBANG LEDAK TERHADAP PRODUKTIFITAS ALAT GALI MUAT SHOVEL P&H 4100A DI PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA”**.

Terimakasih penulis sampaikan kepada pembimbing, asisten lapangan (*Tim Dril & Blast*), teman-teman mahasiswa serta pihak-pihak yang telah membantu penulis selama penulisan Tugas Akhir ini antara lain:

1. Allah SWT, yang telah memberikan limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Bapak dan ibu, serta keluarga penulis atas doa dan dukungan yang telah diberikan selama ini baik moril maupun materil.
3. Dr. H. Arsyad Abdul Gani, M.pd selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Isfanari, ST., MT, Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Dr. Aji Syailendra Ubaidillah, ST., M.Sc selaku ketua program studi D3 Teknik Pertambangan.
6. Alpiana, ST., M.Eng selaku pembimbing I dan Joni Safaat Adiansyah, P.hD selaku pembimbing II penulis.
7. Semua Dosen D3 Teknik Pertambangan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
8. Bapak Nikota Febiansyahly telah membimbing Kerja Praktik penulis.
9. Bapak Khatib Syarbini, atas bimbingan, arahan dan bantuan-bantuannya saat penulis melakukan kerja praktik di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara.
10. Rekan-Rekan Karyawan *Drill and Blast Department* PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

11. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram angkatan 2016 (Mining Kocak) atas dukungan, bantuan dan pengalaman yang telah diberikan.
12. Terimakasih kepada Novy Ruspatiwi atas dukungan dan bantuan selama penulis mengerjakan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak luput dari kesalahan oleh karena itu saran dan masukan yang bersifat membangun dari semua pihak yang berkepentingan sangat penulis harapkan demi kesempurnaan laporan ini.

Semoga laporan kerja praktik ini dapat bermanfaat bagi penulis dan bagi semua pihak, aamiin.



Mataram, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penulisan	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Ruang Lingkup	3
1.6. Manfaat Penelitian.....	3
1.7. Tahapan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Profil Perusahaan.....	5
2.2. L M et Targetasi dan Kesampaian	6
2.3. Iklim dan Cuaca.....	8
2.4. Keadaan Geologi dan Sumber Daya Alam.....	8
2.5. Topografi PT Amman Mineral Nusa Tenggara.....	10
2.6. Cadangan Bijih Tambang Batu Hijau.....	12
2.7. Tahap Penambangan di PT Amman Mineral Nusa Tenggara	14
2.7.1. Pengeboran (<i>Drilling</i>) dan Peledakan (<i>Blasting</i>)	17
2.7.2. Pemuatan dan Pengangkutan	22
2.7.3. Pengolahan Bijih	24
2.7.4. Lingkungan.....	27
2.7.5. Reklamasi Tambangan	27
BAB III DASAR TEORI	
3.1. Geometri Pemboran.....	29

3.1.1. Diameter Lubang Ledak	29
3.1.2. Kedalaman Lubang Ledak.....	29
3.1.3. Kemiringan Lubang Ledak.....	30
3.1.4. Pola Pemboran.....	30
3.2. Sistem Pemboran Secara Mekanik	31
3.2.1. Metode Pemboran <i>Rotary Drilling</i>	31
3.2.2. Metode Pemboran <i>Percussive Drilling</i>	32
3.2.3. Metode Pemboran <i>Rotary-Percussive Drilling</i>	32
3.3. Peledakan.....	32
3.3.1. Geometri Pemboran.....	33
3.3.2. Pola Peledakan.....	36
3.3.3. Penempatan Primer.....	38
3.4. Pemeriksaan Lubang Ledak.....	38
3.4.1. Pengukuran kedalaman	38
3.4.2. Memeriksa Adanya Penghambat.....	39
3.4.3. Memeriksa Adanya Air.....	39
3.4.4. Memeriksa Rongga dan Retakan.....	40
3.4.5. Menutup Rongga Dalam Lubang Ledak.....	40
3.5. Teori Pecahnya Batuan Akibat Peledakan	41
3.6. Produktifitas Alat Gali Muat	42
3.6.1. Waktu Edar.....	43
3.6.2. Metode Pemuatan	43
3.6.3. Efisiensi Kerja	44

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Geometri Pemboran	45
4.1.1. Diameter Lubang Ledak.....	45
4.1.2. Kedalaman Lubang Ledak.....	45
4.1.3. Kemiringan Lubang Ledak.....	45
4.1.4. Pola Pemboran.....	45
4.2. Sistem Pemboran	45
4.3. Geometri Peledakan.....	46
4.4. Kegiatan Pengukuran Lubang Ledak di PIT PT. AMNT.....	47
4.5. Kedalaman Lubang Ledak Aktual.....	51
4.6. Faktor-Faktor yang mengakibatkan tidak tercapainya kedalaman lubang ledak.....	52
4.7. Hubungan Kedalaman Lubang Ledak Terhadap Produktifitas	53
4.7.1. Hubungan Antara Ketercapaian Lubang Ledak <i>Meet Target</i> (Sesuai Target) Terhadap Produktifitas.....	53
4.7.2. Hubungan Antara Ketercapaian Lubang Ledak <i>Over Target</i> Terhadap Produktifitas	54
4.7.3. Hubungan Antara Ketercapaian Lubang Ledak <i>Under Target</i> Terhadap Produktifitas	55
4.7.4. Hubungan Antara Ketercapaian Lubang Ledak <i>Meet Target +</i> <i>Over Target</i> Terhadap Produktifitas.....	56

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan 58

5.2. Saran 58

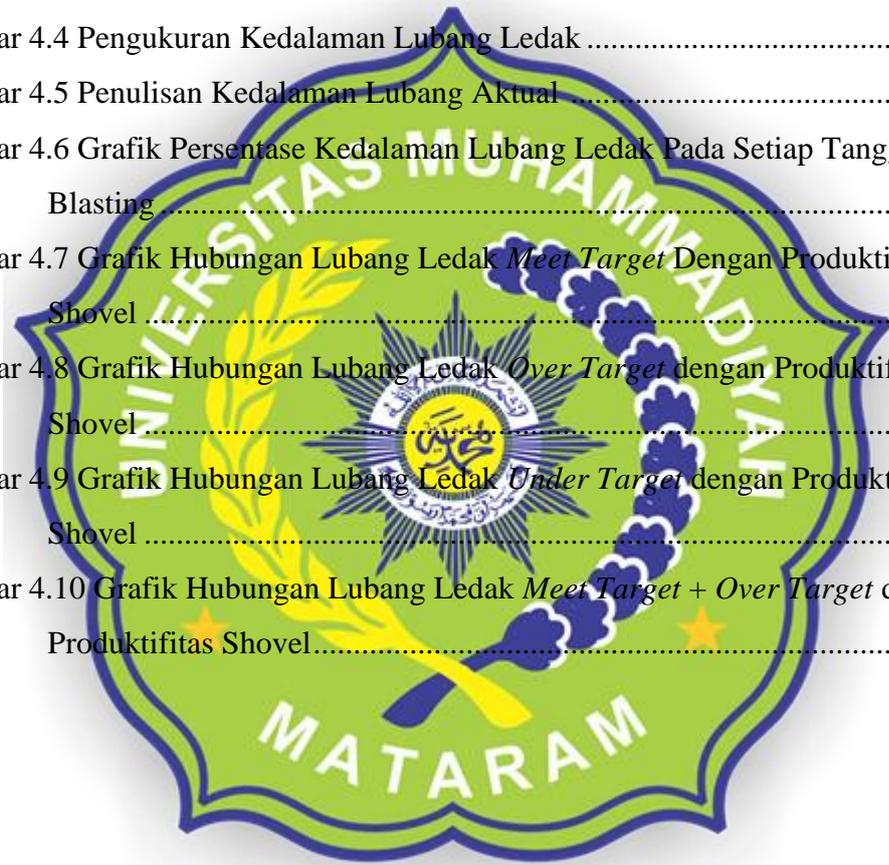
DAFTAR PUSTAKA 60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Bagan Alir Tahapan Penelitian	6
Gambar 2.1. Batasan Kontak Karya PT. Amman Mineral Nusa Tenggara	6
Gambar 2.2. Peta L $Meet$ Targetasi Tambang Pit Batu Hijau	7
Gambar 2.3. Peta Geologi L $Meet$ Targetasi Tambang Pit Batu Hijau	9
Gambar 2.4. Litho Section East-West	9
Gambar 2.5. Peta Topografi PT. Amman Mineral Nusa Tenggara	11
Gambar 2.6. Topografi Akhir 2015	12
Gambar 2.7. Model Cebakan Mineral Tembaga di Pit Batu Hijau	13
Gambar 2.8. Model Cebakan Mineral Emas di Pit Batu Hijau	13
Gambar 2.9. Sistem Penambangan <i>Open Pit</i> pada Batu Hijau	15
Gambar 2.10. <i>Bench Face Angle</i> (BFA) dan <i>Inter Ramp Angle</i> (IRA)	16
Gambar 2.11. Diagram alir Proses Penambangan di Batu Hijau	16
Gambar 2.12. Alat Bor <i>Atlas Copco</i>	18
Gambar 2.13. Alat Bor D65 dan PV 275	18
Gambar 2.14. Elektronik detonator, <i>booster</i> , dan <i>non-electric</i> detonator	20
Gambar 2.15. Emulsion Truck Orica	20
Gambar 2.16. Pengisian <i>Stemming</i> oleh <i>Stemming Truck</i>	21
Gambar 2.17. Kegiatan Peledakan	21
Gambar 2.18. Kegiatan Pemuatan Material oleh <i>Electric Shovel</i> P&H 4100A	22
Gambar 2.19. <i>Haul truck</i> CAT 793C	23
Gambar 2.20. Pabrik Pengolahan Bijih PT Amman Mineral Nusa Tenggara	24
Gambar 2.21. <i>Crusher</i>	24
Gambar 2.22. Tempat Penampungan Air Asam Tambang	27
Gambar 2.23. Reklamasi Area Tambang Batu Hijau	28
Gambar 3.1. Gambar sketsa pola pemboran	31
Gambar 3.2. Geometri Peledakan	35
Gambar 3.3. Peledakan Tunda Antar Baris	37
Gambar 3.4. Peledakan Tunda Antar Beberapa Lubang	37
Gambar 3.5. Peledakan Tunda Antar Lubang	38
Gambar 3.6. Pengukuran Kedalaman Lubang Ledak	39

Gambar 3.7 Penggunaan Selubung Plastik Pada ANFO	40
Gambar 3.8 Teori Pecahnya Batuan	42
Gambar 4.1 Desain Geometri Peledakan Berdasarkan Data Geometri Peledakan	47
Gambar 4.2 Alat-alat yang digunakan untuk mengukur dan menimbun lubang ledak	48
Gambar 4.3 Pengecekan Nomer <i>Pattern</i> dan <i>Planning</i> kedalaman lubang ledak	49
Gambar 4.4 Pengukuran Kedalaman Lubang Ledak	50
Gambar 4.5 Penulisan Kedalaman Lubang Aktual	50
Gambar 4.6 Grafik Persentase Kedalaman Lubang Ledak Pada Setiap Tanggal Blasting	52
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Lubang Ledak <i>Meet Target</i> Dengan Produktifitas Shovel	54
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Lubang Ledak <i>Over Target</i> dengan Produktifitas Shovel	55
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Lubang Ledak <i>Under Target</i> dengan Produktifitas Shovel	56
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Lubang Ledak <i>Meet Target + Over Target</i> dengan Produktifitas Shovel.....	57



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Estimasi Cadangan <i>Pit</i> Batu Hijau.....	12
Tabel 4.1 Data Geometri Peledakan Setiap Tanggal Blasting	46
Tabel 4.2 Data Persentase Kedalaman Lubang Ledak Bulan Juli-Agustus.....	51
Tabel 4.3 Hubungan lubang ledak <i>Meet Target</i> dengan Produktifitas shovel....	53
Tabel 4.4 Hubungan lubang ledak <i>Over Target</i> dengan Produktifitas shovel....	55
Tabel 4.5 Hubungan persentase lubang ledak <i>Under Target</i> dengan Produktifitas	56
Tabel 4.6 Hubungan <i>Meet Target + Over Target</i> dengan Produktifitas	57



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Rekapitulasi data QC tanggal 2 Juli 2019
- Lampiran 2 Rekapitulasi data QC tanggal 6 Juli 2019
- Lampiran 3 Rekapitulasi data QC tanggal 9 Juli 2019
- Lampiran 4 Rekapitulasi data QC tanggal 22 Juli 2019
- Lampiran 5 Rekapitulasi data QC tanggal 27 Juli 2019
- Lampiran 6 Rekapitulasi data QC tanggal 2 Agustus 2019
- Lampiran 7 Rekapitulasi data QC tanggal 10 Agustus 2019
- Lampiran 8 Rekapitulasi data QC tanggal 13 Agustus 2019
- Lampiran 9 Data Produktifitas Shovel



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peledakan merupakan sarana yang efektif untuk membongkar batuan dalam industri Pertambangan disamping penggunaan alat mekanis. Pada penambangan di pit Batu Hijau yang dikelola oleh PT. Amman Mineral Nusa Tenggara (PT. AMNT), peledakan digunakan untuk membongkar lapisan tanah penutup (*overburden*), dimana peledakan produksi merupakan metode yang dominan dilakukan untuk mempermudah dalam penggalian batuan dan bijih.

Jenis lapisan tanah yang keras serta jumlah produksi yang besar pada PT. AMNT menyebabkan pengeboran dan peledakan sebagai metode yang paling efektif untuk mempermudah penggalian batuan penutup demi pencapaian target produksi. Salah satu factor yang mempengaruhi keberhasilan peledakan adalah geometri peledakan. Geometri peledakan akan mempengaruhi ukuran fragmentasi dan keberhasilan peledakan (Safarudin dkk, 2016). Fragmentasi yang baik bersifat tidak terlalu halus dan tidak terlalu kasar (*boulder*), melainkan optimal sesuai dengan alat yang beroperasi (Munawir dkk, 2015).

Masalah yang sering muncul biasanya ukuran dari fragmentasi yang dihasilkan tidak sesuai dengan yang diinginkan sehingga banyak terdapat (*boulder*) batuan bongkah. Hal ini menyebabkan harus dilakukannya *secondary blasting* (peledakan ulang), selain memakan biaya yang banyak, hal ini juga berpengaruh terhadap produktifitas dari alat gali muat dimana proses penggalian maupun proses pemuatan terhambat dan mempengaruhi waktu gali alat muat (*digging time*) (Ramadan dkk, 2017). Banyaknya *boulder* ini bisa dipengaruhi oleh kurang baiknya geometri peledakan yang digunakan dimana salah satu yang berpengaruh adalah kedalaman lubang ledak. Dalam desain geometri peledakan, kedalaman lubang ledak sudah ditentukan kedalamannya, tetapi aplikasi di lapangan bisa berbeda dengan yang ada pada planingnya. Kegiatan pengukuran lubang ledak pada PT. AMNT dilakukan oleh team QC (*Quality Control*) yang bertujuan untuk menyamakan antara keadaan lubang ledak yang ada pada

lapangan agar sesuai dengan *planning* yang digunakan. Keberhasilan suatu perencanaan peledakan adalah optimalnya kegiatan peledakan yang dapat memberikan pengaruh positif terhadap aktifitas pemuatan dan pengangkutan pada kegiatan produksi (Hustrulid, 1999 dalam Putri, 2018).

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara pengukuran kedalaman lubang ledak di PT. AMNT ?
2. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi ketidak tercapaiannya kedalaman lubang ledak ?
3. Bagaimana pengaruh kedalaman lubang ledak terhadap produktifitas alat gali muat ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui cara mengukur kedalaman lubang ledak di PT. AMNT
2. Untuk mengetahui pengaruh kedalaman lubang ledak terhadap produktifitas alat gali muat
3. Untuk mengetahui faktor apa saja yang memepengaruhi ketidak tercapaiannya kedalaman lubang ledak

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan ini adalah

- Pengukuran dan pengambilan data dilakukan selama bulan juli-agustus 2019
- Pengukuran dilakukan pada lubang pemboran produksi dan trim.
- Penelitian dilakukan di dinding barat dan timur tambang Batu Hijau Phase 7.
- Metode pengukuran kedalaman lubang ledak aktual dengan meteran
- Alat gali muat yang diamati *electric power shovel* P&H 4100A.

1.5. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara ini adalah pengamatan kedalaman lubang ledak aktual dan produktifitas dari alat gali muat *electric power shovel* P&H 4100A.

1.6. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi Peneliti

Peneliti dapat mengetahui geometri peledakan yang digunakan, metode pengukuran kedalaman lubang ledak actual, dan untuk menambah wawasan dan pengetahuan peneliti dalam penerapan ilmu di bidang pertambangan

2. Bagi perusahaan

Memberikan masukan dan usulan terkait metode pengukuran kedalaman lubang ledak actual sehingga dapat mengoptimalkan produktifitas dari alat gali muat.

1.7. Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Tahapan awal yang dilakukan untuk mencari bahan-bahan pustaka yang menunjang, baik sebagai bahan dasar penelitian maupun sebagai pendukung dan referensi yang berkaitan dengan analisa pengaruh kedalaman lubang ledak dalam kegiatan peledakan pada kegiatan penambangan di PT Amman Mineral Nusa Tenggara Nusa Tenggara

2. Observasi Lapangan

Observasi lapangan yang dimaksud adalah melakukan pengamatan langsung terhadap keadaan di lapangan dan melakukan pencatatan terhadap obyek yang akan diamati.

3. Pengambilan data

Pada penelitian ini, dalam memperoleh data dan informasi, penulis mengambil data dengan dua cara, yaitu:

- a. Pengambilan data primer
Data yang meliputi kedalaman lubang ledak aktual, *pattern* kedalaman lubang ledak *planning* dari geometri yang digunakan, dan data produktifitas alat gali muat.
 - b. Pengambilan data sekunder
Data yang diambil meliputi peta lokasi dan data curah hujan
4. Pengolahan data
- Adapun pengolahan data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:
- a. Data kedalaman lubang ledak aktual dan *planning*
 - b. Data produktifitas alat gali muat
 - c. Faktor-faktor yang mempengaruhi kedalaman lubang ledak



Gambar 1.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian

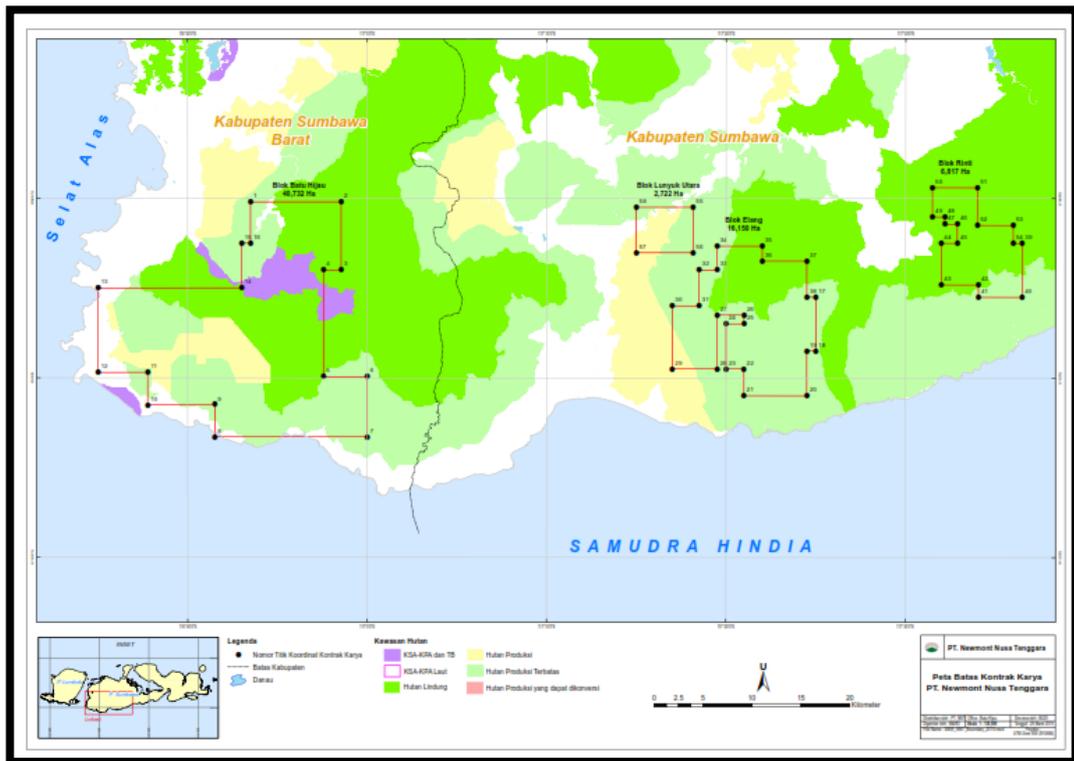
BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1. Profil Perusahaan

PT. Amman Mineral Nusa Tenggara merupakan perusahaan tambang yang berada dibawah PT. Amman Mineral International (PT. AMI). PT. AMI adalah perusahaan Indonesia yang pemegang sahamnya adalah AP Invesment dan Medco Energi. PT. Amman Mineral International (PT. AMI) yang menguasai 82,2% kepemilikan saham dan PT. Pukuafu Indah (PT.PI) sebagai pemegang saham sebanyak 17,8%. Sebagai Perusahaan Nasional, perusahaan Tambang bijih Tembaga dan Emas yang dahulu bernama PT. Newmont Nusa Tenggara telah berganti nama menjadi PT. Amman Mineral Nusa Tenggara (PT. AMNT) tertanggal 3 November 2016.

PT. Amman Mineral Nusa Tenggara merupakan perusahaan tambang bijih tembaga dengan mineral ikutan emas yang dulunya didirikan oleh PT. Newmont Nusa Tenggara pada tahun 1986 dan mulai beroperasi secara penuh pada tahun 2000. PT. Newmont Nusa Tenggara menemukan cebakan Batu Hijau dan pada bulan April 1986 telah selesai melakukan studi kelayakan, kemudian menandatangani Kontrak Karya (KK) dengan pemerintah Republik Indonesia pada tanggal 2 Desember 1986 untuk lahan seluas 1.127.134 Ha yang mencakup wilayah Sekotong, Pulau Lombok, Batu Hijau, dan Rinti di Pulau Sumbawa. PT. Newmont Nusa Tenggara (Sekarang menjadi PT. Amman Mineral Nusa Tenggara) kemudian melakukan beberapa kali penciutan wilayah dan membagi wilayah tersebut menjadi 4 blok, yaitu blok Batu Hijau dengan luas 40.372 Ha, blok Lunyuk Utara dengan luas 2.722 Ha, blok Elang dengan luas 16.150 Ha, dan blok Rinti dengan luas 6.817 Ha. Tahun 1990,



(Sumber: Presentasi Paparan Umum PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2015)
 Gambar 2.1. Batasan Kontrak Karya PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

2.2. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Lokasi penambangan bijih tembaga dan emas yang dilakukan oleh PT. Amman Mineral Nusa Tenggara terletak di bagian Barat Daya Pulau Sumbawa, tepatnya di Kecamatan Sekongkang, Kabupaten Sumbawa Barat, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Secara geografis lokasi area penambangan terletak antara $116,40^{\circ}\text{BT} - 116,55^{\circ}\text{BT}$ dan $8,5^{\circ}\text{LS} - 9,0^{\circ}\text{LS}$ (Gambar 2.2). Lokasi penambangan PT. Amman Mineral Nusa Tenggara berbatasan dengan Kecamatan Jereweh dan Kecamatan Taliwang di sebelah Utara, Kecamatan Jereweh di sebelah Timur, Samudera Hindia di sebelah Selatan dan Selat Alas di sebelah Barat.

Lokasi penambangan PT. Amman Mineral Nusa Tenggara dapat ditempuh dengan perjalanan laut dan perjalanan darat dari Bandara Internasional Lombok (LOP) yang terletak di Kecamatan Praya, Kabupaten Lombok Tengah, NTB. Dari

Bandara Internasional Lombok, perjalanan dapat ditempuh melalui perjalanan darat menuju ke Pelabuhan Kayangan yang berada di Kecamatan Pringgabaya, Kabupaten Lombok Timur. Perjalanan dari Bandara Internasional Lombok menuju Pelabuhan Kayangan dapat ditempuh dalam waktu selama dua jam. Perjalanan selanjutnya dapat ditempuh melalui perjalanan laut dengan menggunakan kapal berkecepatan tinggi milik PT. Amman Mineral Nusa Tenggara yang sering disebut sebagai Tenggara 1. Perjalanan laut menuju Benete Port PT. Amman Mineral Nusa Tenggara ini dapat ditempuh dalam waktu satu setengah jam. Perjalanan dari Benete Port menuju lokasi penambangan Pit Batu Hijau dapat ditempuh dengan perjalanan darat dengan menggunakan mobil perusahaan yang telah dilengkapi dengan *rotary lamp* dan tiang bendera selama satu jam melalui *Primary Access Road (PAR)*.



(Sumber: Long Term PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2017)

Gambar 2.2 Peta Lokasi Tambang Pit Batu Hijau (dapat dilihat di lampiran)

2.3. Iklim dan Cuaca

Lokasi proyek pertambangan Batu Hijau PT. Amman Mineral Nusa Tenggara memiliki iklim tropis dengan suhu udara antara 28°C - 37°C.

2.4. Keadaan Geologi dan Sumber Daya Alam

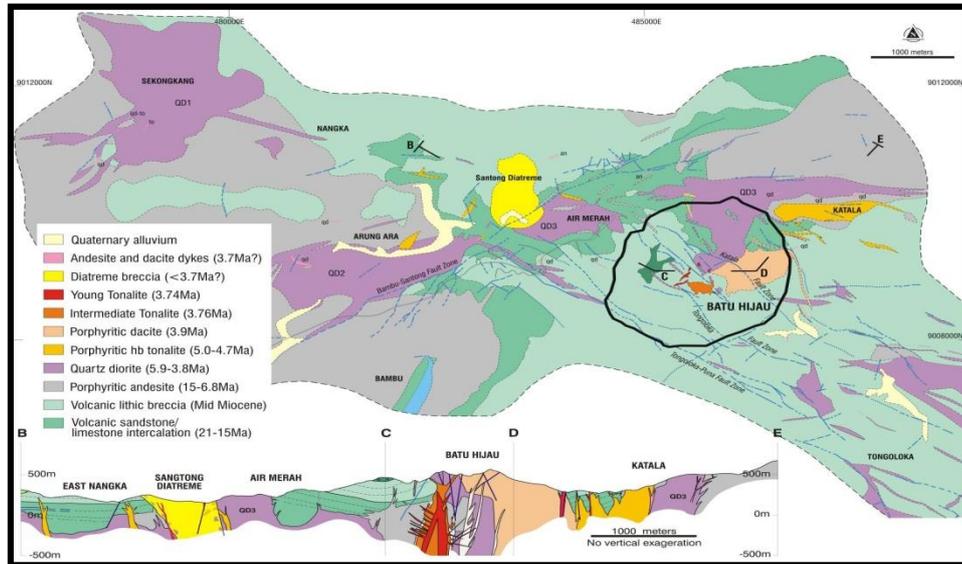
Berdasarkan keadaan geologinya, endapan bahan galian pada Batu Hijau merupakan batuan *porphyry* muda yang mengandung tembaga dan emas yang terjadi berkaitan dengan intrusi-intrusi kompleks tersier yang terdiri atas *phaneric*, *hornblende*, *laccolith*, *diorite*, *dike*, dan *tonalite dome*.

Satuan batuan tertua disebut batuan *metavolcanic*, biasanya bertekstur halus berwarna hijau keabu-abuan hingga *andesitik lava* bertekstur halus yang terjadi diawal Tersier. Di daerah cebakan, *plagioclase* dan *hornblende* dari batuan *metavolcanic* telah mengalami metasomasis dan perubahan unsur batuan (*biotite magnetite clorite*).

Diorite pada bagian timur laut, cebakan berupa *laccolithic* dengan batuan yang menyerupai lengan (*stik-like arm*) mengarah ke bagian tengah cebakan. *Diorite* mengandung *plagioclase phenocryst* berukuran sedang dan *hornblende phenicrist* yang teralterasi serta *biotite* primer dalam bentuk butiran halus. Pada bagian inti dari cebakan muncul *tonalite* dalam bentuk subvertikal (*sub-vertical dike*) yang menerobos pada zona kontak antara *metevolcanic* dan *diorite*.

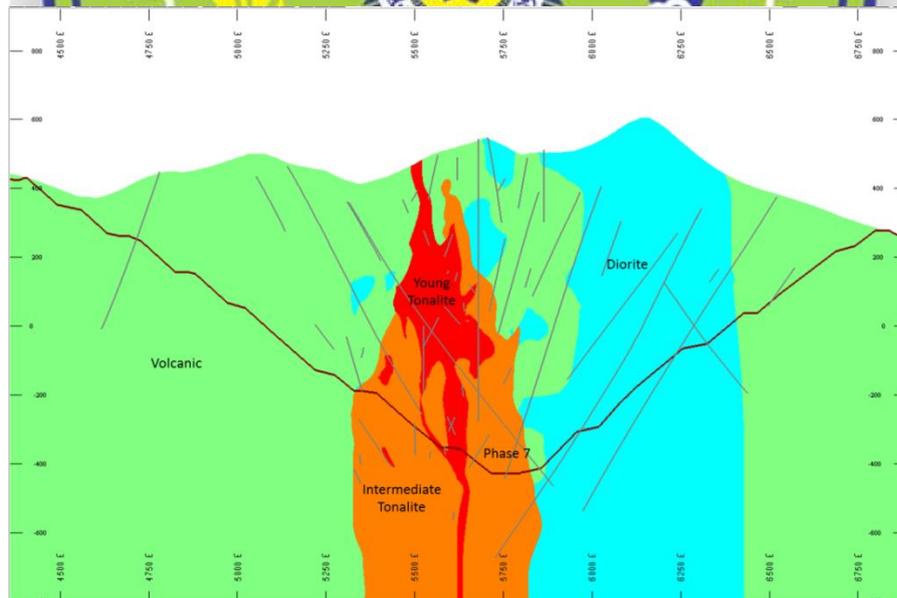
Saat magma berevolusi, intrusi *tonalite (dike)* akan mengandung semakin banyak kuarsa primer. Cebakan Batu Hijau sendiri terdapat 3 jenis *tonalite*, yaitu: tonalit tua (*old tonalite*) merupakan batuan *porphiritic* berwarna abu-abu yang banyak mengandung kuarsa dan *plagioclase phenocrist* dan batuan mafic yang teralterasi serta tonalit menengah (*intermediate tonalite*) yang bertekstur lebih kasar dengan kandungan kuarsa lebih banyak. Sedangkan tonalit muda (*young tonalite*) adalah batuan yang secara mineralogi sama dengan *tonalite* yang

sebelumnya tetapi teksturnya berbeda yaitu berupa tekstur yang lebih kasar, banyak mengandung *quartz phenocrysts*.



(Sumber: Mine Geology, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2015)

Gambar 2.3 Peta Geologi Lokasi Tambang Pit Batu Hijau



(Sumber: Ore Control, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2016)

Gambar 2.4. Litho Section East-West

Massa dasar (bagian batu yang lebih halus) dari tonalite muda lebih kasar dari massa dasar tonalite tua dimana tonalite tua lebih teralterasi dan termineralisasi dibanding tonalite menengah dan tonalite muda. Bagian tengah dari cebakan didominasi oleh mineral chalcophyrite, bornite, dan calcosite ke arah luar cebakan chalcophyrite dan pyrite lebih dominan. Hasil *study mineralogy* awal menunjukkan adanya hubungan kuat antara kuarsa, tembaga, dan emas.

Hasil studi difraksi sinar-X menunjukkan persentase kuarsa berkisar antara 40-50 % pada bagian yang berkadar tinggi, terutama di area dasar bagian tengah cebakan. Dilihat melalui mikroskop diketahui bahwa kandungan emas teridentifikasi sebagai inklusi kecil di dalam bornite, calcophyrite dan selebihnya adalah partikel gangue.

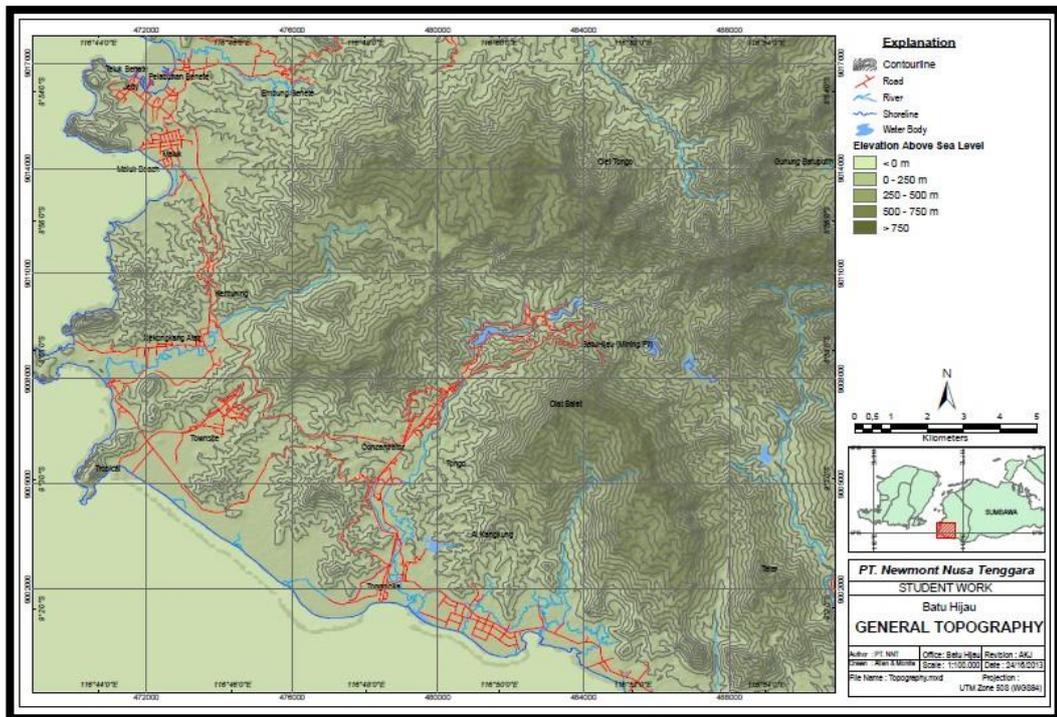
Ada lima tahap mineralisasi dan alterasi di daerah penelitian (Steve Garwin, 2000) yaitu :

1. Tahap Awal, yaitu alterasi dari biotite, magnetite, kuarsa, dan mineralisasi terdiri digenite, bornite, chalcosite
2. Tahap Transisi, yaitu alterasi terdiri dari chlorit, calcite, albit, dan mineralisasi terdiri dari bornite dan chalcopyrite.
3. Tahap Lanjut, yaitu alterasi terdiri dari cericite, smectite, chlorite, mineralisasi terdiri dari chalcopyrite.
4. Tahap Sangat Lanjut, yaitu alterasi sama dengan tahap lanjut, sedangkan mineralisasi terdiri dari sphalerite, galena, pyrite, chalcopyrite.
5. Tahap Akhir, yaitu alterasi terdiri atas mineral zeolite dan calcite, sedangkan mineralisasi berupa pyrite.

2.5. Topografi PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

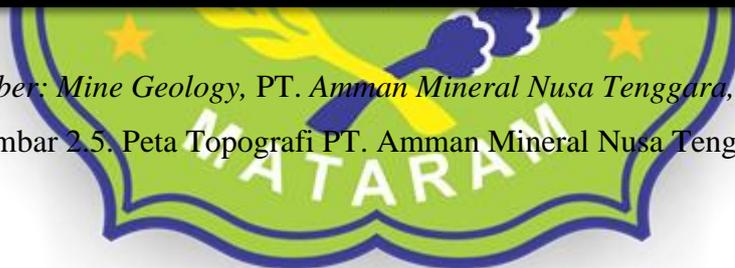
PT. Amman Mineral Nusa Tenggara terletak di sebelah Barat Daya Pulau Sumbawa, berjarak sekitar 15 km dari pantai barat dan 10 km dari Pantai Selatan, tepatnya di Kecamatan Jereweh, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Lokasi proyek pertambangan Batu Hijau terdiri atas perbukitan-perbukitan dengan elevasi antara 300-600 meter di atas permukaan laut yang

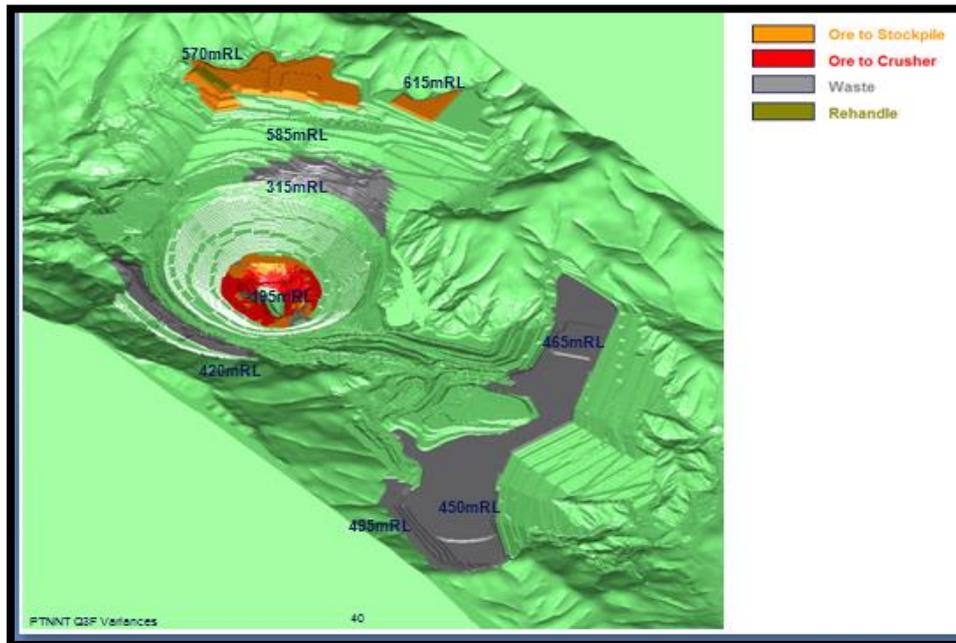
sebagian besarnya masih berupa hutan lebat. Hingga pertengahan November 2016, kegiatan penambangan yang dilakukan oleh PT. Amman Mineral Nusa Tenggara berada pada elevasi -255 mRL pada *bottom pit* (lantai dasar *pit*). Kedalaman ini diperkirakan akan terus bertambah hingga -300 mRL pada batas akhir *phase 6*.



(Sumber: Mine Geology, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2015)

Gambar 2.5. Peta Topografi PT. Amman Mineral Nusa Tenggara





(Sumber: Ore Control, PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2015)

Gambar 2.6. Topografi Akhir 2015

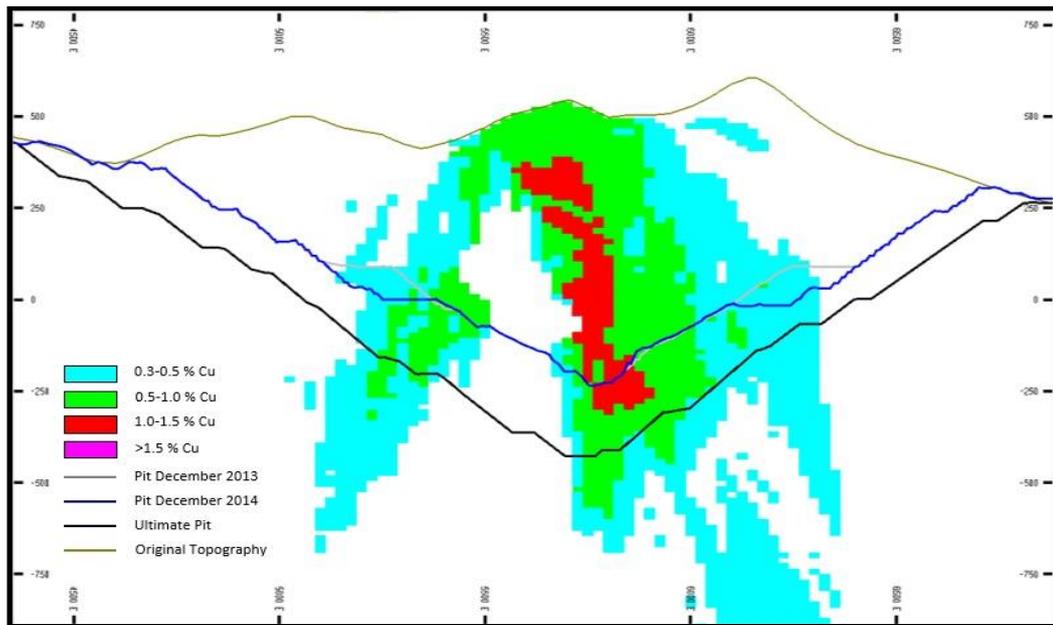
2.6 Cadangan Bijih Tambang Batu Hijau

Jumlah cadangan di Batu Hijau sebesar 827.000 kiloton dengan kadar rata-rata Cu 0,41% dan Au 0,009 oz/ton (Tabel 2.1). Data ini didapatkan berdasarkan Paparan Publik Tahunan PT. Bumi Resources Mineral Tbk. pada bulan Desember 2014. Model cebakan tembaga dan emas dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan 2.8.

Tabel 2.1 Estimasi Cadangan *Pit* Batu Hijau

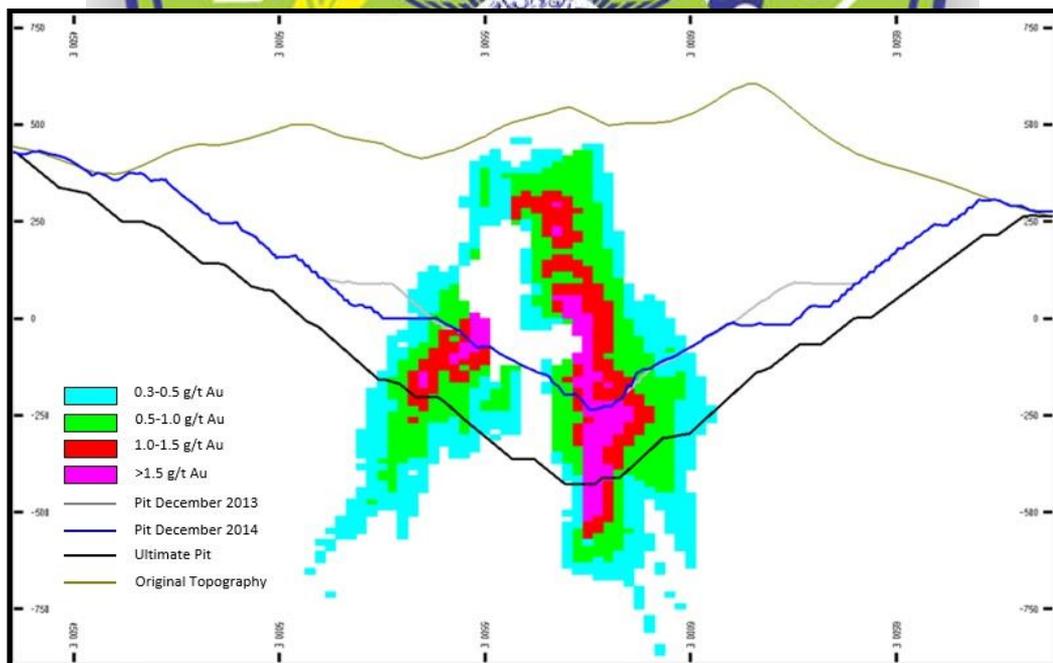
	Proven	Provable
Jumlah	245.000 kilo tons	582.000 kilo tons
Cu (%)	0,49	0,38
Au (oz/ton)	0,014	0,006
Kandungan Cu (mm lb s)	2.392	4.412
Kandungan Au (kilo onz)	3.423	3.650

(Sumber: Mine Geology PT.Amman Mineral Nusa Tenggara, 2011)



(Sumber : Mine Geology PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2014)

Gambar 2.7. Model Cebakan Mineral Tembaga di *Pit* Batu Hijau



(Sumber : Mine Geology PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2014)

Gambar 2.8. Model Cebakan Mineral Emas di *Pit* Batu Hijau

Tambang Batu Hijau mengelompokkan material-material yang ada menjadi tujuh jenis, berdasarkan data rencana tahunan terakhir bulan Desember 2015:

- a. *Acid waste*, merupakan material yang dapat menyebabkan air asam tambang (nilai *Net Carbonate Value* (NCV) negatif) dengan nilai *revenue* $< cost$. Material ini ditimbun di *Tongoloka Waste Dump*.
- b. *Neutral Waste* (NW), material yang memiliki nilai *revenue* $< cost$ dan mempunyai nilai NCV positif. Material ini ditimbun di *Tongoloka Waste Dump*.
- c. *Low Grade* (LG), material yang memiliki nilai *revenue* antara US\$14,03/ton. Material ini disimpan pada *LG Stockpile*.
- d. *Medium Grade* (MG), material yang mempunyai nilai *revenue* antara US\$17,20/ton. Material ini disimpan di *MG Stockpile*.
- e. *High Grade* (HG), material yang memiliki nilai *revenue* US\$ 27,00/ton. Material disimpan di *HG Stockpile*.
- f. *Mill Feed (ROM)*, material yang memiliki nilai *revenue* $> US\$ 27,0/ton$, material ini langsung di kirim ke *Crusher*.
- g. *Top Soil* (TS) adalah tanah lapisan atas (tanah humus) dan *Sub Soil* (SS) adalah tanah lapisan bawah yang akan digunakan untuk penutupan tambang dan sebagian akan digunakan untuk kegiatan reklamasi. Top Soil dan Sub Soil ini disimpan di *Top Soil/Sub Soil Stockpile* di *Tongoloka* dan *East Dump*.

2.7. Tahapan Penambangan di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

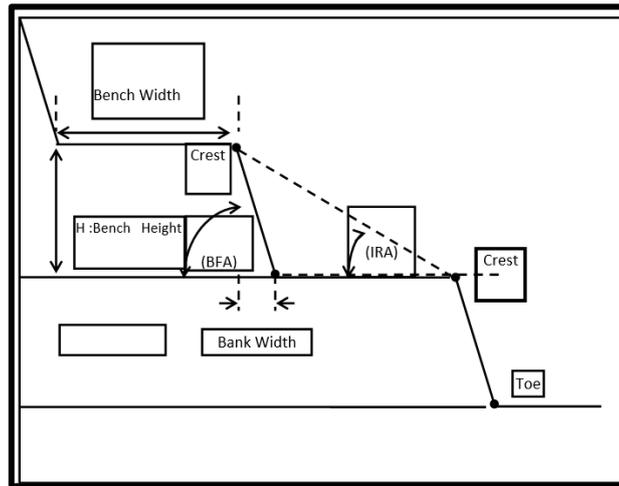
Sistem penambangan yang diterapkan di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara adalah tambang terbuka dengan metode *Open Pit* (Gambar 2.9). *Open Pit* adalah bukaan yang dibuat di permukaan tanah, bertujuan untuk mengambil bijih dan akan dibiarkan tetap terbuka (tidak ditimbun kembali) selama pengambilan bijih masih berlangsung. Tujuan utama dari operasi penambangan adalah menambang dengan biaya serendah mungkin sehingga dicapai keuntungan yang maksimal. Pemilihan berbagai parameter desain dan penjadwalan dalam

pengambilan bijih melibatkan pertimbangan teknik dan ekonomi yang rumit. Dibutuhkan suatu pengambilan keputusan yang optimal antara memaksimalkan perhitungan ekonomis dengan adanya parameter pembatas karena faktor geologi dan pertimbangan teknik lain.



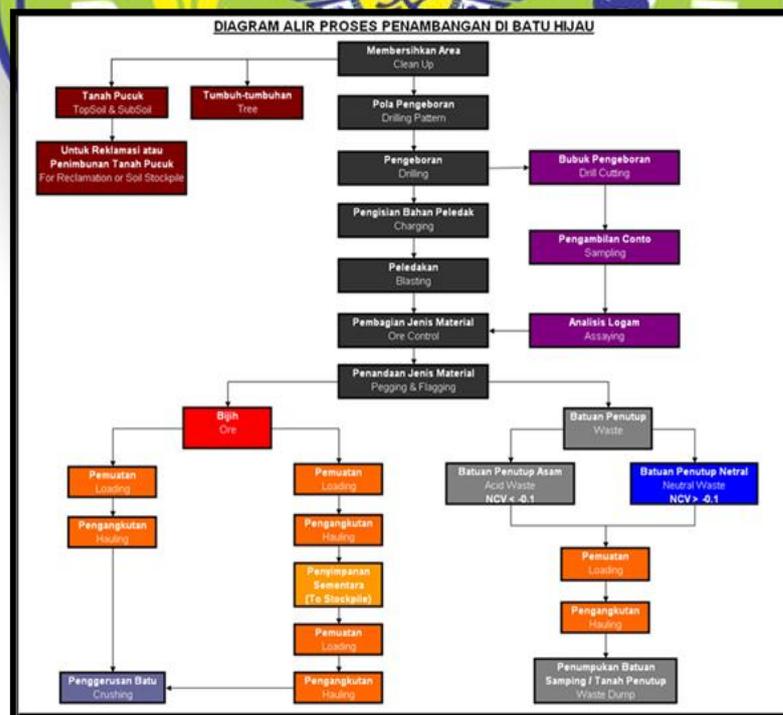
Gambar 2.9. Sistem Penambangan *Open Pit* pada Batu Hijau

Pada tambang Batu Hijau, *pit* berada pada puncak 610 m dari permukaan laut dan direncanakan dasar akhir *pit* berada pada elevasi - 415 m (*phase 7*) di bawah permukaan laut. Jadi total kedalaman *pit* adalah 930 m dan diameter pit sekitar 2 km (1,2 mil) dengan tinggi *bench* 15 m, kemiringan *bench* (*bench face angle*) $\pm 70^{\circ}$, dan IRA (*inter ramp angle*) bervariasi dari 37° sampai 64° . Nilai BFA (*Bench Face Angle*) dan IRA (*Inter Ramp Angle*) ditentukan berdasarkan geotechnical domain pada tiap area tertentu yang memiliki karakteristik geoteknis yang sama (Gambar 2.10). Aktifitas penambangan dilakukan 2 *shift* setiap harinya selama 24 jam dengan rata-rata produksi sebesar 6000-9000 ton/jam.



Gambar 2.10. *Bench Face Angle (BFA)* dan *Inter Ramp Angle (IRA)*

Kegiatan utama penambangan yang dilakukan di Batu Hijau meliputi kegiatan pembersihan area (*land clearing*), pengeboran lubang untuk peledakan (*drilling*), pemberaian batuan dengan peledakan (*blasting*), pemuatan batuan (*loading*) dan pengangkutan batuan (*hauling*), penimbunan (*dumping*), dan peremukan (*crushing*) (Gambar 2.11).



Gambar 2.11. Diagram Alir Proses Penambangan di Batu Hijau

2.7.1. Pengeboran (*Drilling*) dan Peledakan (*Blasting*)

Kondisi batuan di tambang Batu Hijau dikategorikan dalam material yang sulit untuk dibongkar (*very hard ripping*) dengan demikian dibutuhkan pengeboran dan peledakan untuk proses pemberaian. Pemberaian batuan dilakukan untuk membongkar batuan dari lokasi asalnya agar dapat dilakukan pemuatan dan pengangkutan oleh alat mekanis. Sebelum melakukan kegiatan pengeboran dan peledakan pada areal tertentu, *drill and blast engineering* bertugas untuk mencari dan mempersiapkan areal tersebut sehingga siap digunakan. Kegiatan mempersiapkan areal pengeboran dan peledakan ini sering disebut dengan *land clearing*.

Land clearing merupakan kegiatan yang dilakukan untuk mempersiapkan suatu area yang akan dilakukan kegiatan pengeboran dan peledakan. Dalam melakukan *land clearing*, *drill and blast engineering* mempersiapkan area tersebut dengan sangat matang dan sesuai dengan sekuen tambang yang telah direncanakan, sehingga alat bor dapat digunakan secara optimal.

1. Pengeboran (*Drilling*)

Kegiatan pengeboran dilakukan untuk beberapa tujuan yaitu pembuatan *pre-split* pada batas - batas jenjang tambang, pembuatan lubang ledak untuk peledakan produksi, dan pembuatan *drain hole* pada horizontal *drilling* untuk membuat saluran air pada dinding tambang, selain itu pengeboran juga dilakukan untuk pengambilan sampel untuk perhitungan kadar endapan. PT. Amman Mineral Nusa Tenggara menggunakan beberapa jenis alat bor (gambar 2.12), diantaranya :

- a. Alat bor besar, yaitu 5 unit Atlas Copco PV351 dengan diameter 311 mm digunakan untuk pengeboran lubang ledak produksi. Alat bor medium, diantaranya 2 unit PV 235, dengan diameter 251 mm dan 1 unit PV 275 dengan diameter 270 mm digunakan untuk pengeboran lubang trim.

- b. Alat bor kecil, ada 3 unit *drilling machine* D 65 dengan diameter 140 mm yang berfungsi untuk pembuatan lubang ledak pre-split. Lubang pre-split ini bertujuan untuk pembuatan dinding dari jenjang-jenjang yang ada pada tambang.



PV 351 Atlas Copco

PV 235 Atlas Copco

(Sumber: Arsip PT. Amman Mineral Nusa Tenggara, 2016)

Gambar 2.12. Alat Bor Atlas Copco



(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Gambar 2.13. Alat Bor D65 dan PV 275

Pengeboran dilakukan oleh *Drill Operation* dengan panduan titik kontrol yang telah ditentukan berdasarkan *drill pattern* yang telah direncanakan oleh *Drill and Blast Engineering* menggunakan software MineSight. Pattern yang dibuat di Minesight diimport ke Jigsaw Dispatch System untuk di display di layar operator. Dan dipakai sebagai navigasi drill. Sebagian dari hasil pengeboran ini diambil untuk dijadikan sampel dan dikirim ke laboratorium untuk dianalisa kadar serta kandungan mineral dari batuan tersebut. Kegiatan pengeboran ini dikontrol oleh operator menggunakan *Dispatch System* dengan mengimplementasikan *High Precision GPS* yang dipasang pada alat bor dan tercatat pada data MORS.

Kedalaman lubang tembak ditentukan berdasarkan *domain area*-nya (*soft domain, medium domain, hard domain*). Ketentuan tersebut ditentukan berdasarkan acuan berupa *cook book* yang dibuat berdasarkan *historical data trail* yang mulai digunakan pada tahun 2004.

1. *Soft domain*, geometri yang dipakai lebih lebar yaitu *spacing burden* 15m X 13m.
2. *Moderate domain*, geometri yang dipakai yaitu *spacing burden* 12.7-13.2m x 11-11.5m.
3. *Hard domain*, geometri yang dipakai lebih rapat yaitu *spacing burden* 8.6-10.6m X 7.5-9.2m.

2. Peledakan (*Blasting*)

Peledakan bertujuan untuk membraikan batuan dari batuan induknya yang nantinya menghasilkan *broken material* yang memilih fragmentasi yang sesuai untuk diumpankan ke *primarycrusher*.

Setelah selesai dilakukan pengeboran (*drilling*), tahap selanjutnya yang akan dilakukan untuk persiapan peledakan adalah *charging* (pengisian bahan peledak). Sebelum dilakukan pengisian bahan peledak, lubang ledak terlebih dahulu diisi dengan bahan peledak peka detonator (*booster*) yang berfungsi menginisiasi bahan peledak. *Booster* yang digunakan adalah Pentex PPP DUO Orica yang memiliki 2 *slot* untuk detonator. *Slot* tersebut disambungkan pada *non-electric*

detonator sepanjang 18 m dengan *in-hole delay* 500ms dan pada elektronik detonator i-Kon II dengan panjang 65 ft (Gambar 2.14).



Gambar 2.14. Elektronik detonator, *booster*, dan *non-electric* detonator

Pemakaian bahan peledak di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara disesuaikan dengan kondisi lubang tembak, antara lain *Emulsion 100%*, *Fortain Eclipse 11*, *Fortain Eclipse 12*, *Fortain Eclipse 13*, *Fortain Eclipse (70 : 30)* dengan density 1.15-1.30. Bahan peledak diisi pada lubang menggunakan *Emulsion Truck* (Gambar 2.15), kemudian ditutup menggunakan *stemming* berupa *aggregate*(20-30mm) yang dibawa menggunakan *stemming truck*(Gambar 2.16).



Gambar 2.15. *Emulsion Truck* Orica



Gambar 2.16. Pengisian *Stemming* oleh *Stemming Truck*

Peledakan akan dilakukan sesuai jadwal yang telah ditentukan. Setelah persiapan peledakan selesai, seluruh alat dan pekerja yang berada di sekitar wilayah peledakan akan dievakuasi ke zona aman, yang ditandai dengan bendera kuning pada radius 300 m untuk alat, dan bendera hijau 500 m untuk radius aman manusia dari wilayah peledakan, sesuai dengan keputusan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral (KepESDM) tahun 2018 (Gambar 2.17).



Gambar 2.17. Kegiatan Peledakan

Setelah kegiatan peledakan selesai, selanjutnya dilakukan pembatasan *release poligon* pada area *broken muck*, hal ini bertujuan untuk membatasi daerah yang tergolong sebagai *high grade*, *medium grade*, *low grade*, *acid waste* dan *neutral waste*. Adanya batasan tersebut membuat *broken muck* dapat diangkut ke tempat penimbunan (*dumping*) yang telah ditentukan.

2.7.2. Pemuatan dan Pengangkutan

Setelah dilakukan pengeboran dan peledakan, material hasil peledakan akan dimuat dengan beberapa alat muat (Gambar 2.18). PT. Amman Mineral Nusa Tenggara memiliki beberapa alat muat, yaitu:

1. *Electric Shovel* P&H 4100A dengan kapasitas *bucket* $47,4 \text{ m}^3$ (6 unit).
2. *Electric Shovel* P&H 2800XPA dengan kapasitas *bucket* $24,4 \text{ m}^3$ (1 unit).
3. *Wheel Loader* CAT 994D dengan kapasitas *bucket* 19 m^3 (2 unit).
4. *Excavator* HITACHI EX5500 dengan kapasitas *bucket* 29 m^3 (2 unit).
5. *Excavator* HITACHI EX3600 dengan kapasitas *bucket* 22 m^3 .



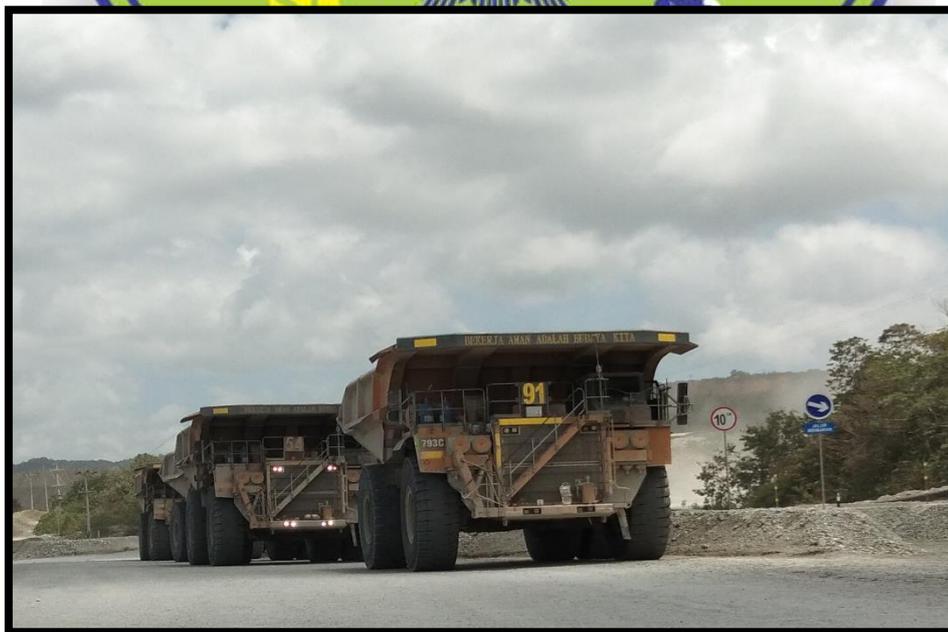
Gambar 2.18. Kegiatan Pemuatan Material Oleh *Electric Shovel* P&H4100A

Setelah kegiatan pemuatan maka material diangkut menuju lokasi *dumping*, *crusher*, dan *stockpile* dengan menggunakan alat angkut. PT. Amman Mineral Nusa Tenggara mempunyai beberapa jenis haul truck yaitu :

1. Truck CAT type 793 C, dengan kapasitas muat 262 ton (111 unit).
2. Truck CAT type 777 D, dengan kapasitas muat 57,7 ton (8 unit).

Material hasil peledakan diangkut menuju lokasi yang berbeda-beda, tergantung dari jenis material yang dibawa oleh *haul truck* diantaranya material bijih *highgrade* diangkut ke *crusher*, bijih *medium grade* dan *low grade* diangkut ke *stockpile*, sedangkan material *subgrade (waste)* diangkut ke *waste dump*.

Sistem penggalian, pemuatan dan pengangkutan diatur oleh *dispatcher* yang menggunakan sistem *dispatch monitoring* dan *GPS* secara otomatis, sehingga semua kegiatan lalu lintas dan operasional dapat diawasi dari ruang kontrol *dispatch*. Alat muat dan alat angkut yang lebih dominan digunakan dalam pelaksanaan kegiatan operasional pemuatan dan pengangkutan di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara adalah *electric shovel P&H 4100A* dan *truck CAT793C* (Gambar 2.19).



Gambar 2.19. Haul Truck CAT 793C

2.7.3. Pengolahan Bijih

Pengolahan bijih pada PT. Amman Mineral Nusa Tenggara dirancang untuk mengolah antara 120.000-180.000 ton bijih per hari (Gambar 2.20). Tahapan pengolahan bijih di PT. Amman Mineral Nusa Tenggara adalah sebagai berikut :



Gambar 2.20. Pabrik Pengolahan Bijih PT. Amman Mineral Nusa Tenggara

1. Penghancuran / Peremukuan (*Crushing*)

PT. Amman Mineral Nusa Tenggara memiliki dua unit *primary crusher* dengan kapasitas 6.000 – 9.000 ton per jam dengan kesediaan alat 80%. *Crusher* ini menerima material berukuran 95 cm lalu material dihancurkan menjadi 17,5 cm. Selanjutnya material yang telah dihancurkan akan dibawa ke konsentrator dengan *belt conveyor* (Gambar 2.21).



Gambar 2.21. *Crusher*

2. Penggerusan (*Grinding*)

Mineral berharga yang telah dibawa *belt conveyor* selanjutnya dilakukan pelepasan dari batuan pengotor yang diawali dengan *SAG mill* (*semi autogenous grinding*) yang memiliki bola baja dengan diameter 175 mm dan kapasitas alat sebesar 6.000 – 9.000 ton/jam. Ukuran mineral diperkecil kembali dari 175 mm sampai 6 mm. Hasil dari *SAG mill* berupa bubuk bijih berukuran 6 mm yang tercampur air (*slurry*), kemudian *slurry* ini dialirkan ke *cyclone* hingga terbentuk *underflow* dan *overflow*, kemudian material *underflow* akan digerus lagi dengan 4 unit *ball mill* dengan ukuran diameter bola baja 140 mm. Ukuran bijih digerus dari ukuran 6 mm menjadi bijih berukuran 0,2 mm. *Slurry* kemudian dipompakan ke tangki *cyclone* yang terletak di sebelah *ball mill* untuk memisahkan partikel bijih yang berukuran lebih besar yang kemudian digerus ulang di dalam *ball mill*.

3. Flotasi

Dalam proses *flotasi* ada dua jenis tahapan yang dilakukan yaitu:

1. Tahapan *Rougher Scavenger*

Dalam tahapan *scavenger* terdapat 5 row *rougher scavenger* dan setiap row nya mempunyai 10 *cell flotasi*.

2. Tahapan *Cleaning*

Tahapan ini merupakan kelanjutan dari tahapan sebelumnya dimana tahapan ini merupakan upaya untuk meningkatkan kadar atau *grade* konsentrator setinggi mungkin. Tahapan yang dilakukan adalah *1st cleaner* dan *cleaner scavenger*, *2nd cleaner* dan *3rd cleaner*. Ada juga pembilasan konsentrator dilakukan pada *column* untuk membebaskan konsentrator dari mineral *hydrophylic*. Dalam *cell flotasi*, *slurry* dicampur dengan sejumlah *reagen* untuk memisahkan mineral berharga dari batuan dasar. Ada 4 jenis *reagen* yang digunakan pada proses flotasi:

- *Primary Collector* (*Hydrocarbon C314*)
- *Secondary Collector* (*Potassium Amyl Xanthate*)
- *Conditioning* (*Hydrated Lime* dan *Quick Lime*)
- *Frother* (*F 583 Hydrocarbon*)

Konsentrat yang dihasilkan mengandung 30%-40% *solid* yang kemudian dilakukan pengeringan dengan cara *thickening*. Disini konsentrat mengandung 60%-70% *solid* yang selanjutnya disalurkan melalui pipa sepanjang 17,6 km menuju ke instalasi filtrasi di *Port Benete*.

4. Pencucian Konsentrat

Pencucian konsentrat atau *thickening* dilakukan dengan cara mengalirkan konsentrat berlawanan arah dengan aliran air pencuci yang merupakan air tawar. Proses ini dilakukan dalam tangki *CCD (Counter Current Decantation)* yang berdiameter 25 m sebanyak tiga tangki. Dalam tangki *CCD* konsentrat dicuci menggunakan air tawar yang diambil dari sumur dalam.

5. Konsentrat

Produk hasil pencucian ini berupa lumpur (*slurry*) yang dikirim ke Pelabuhan Benete untuk dikeringkan. Hasil akhir berupa konsentrat yang akan dikirim ke *smelter* untuk pengolahan lebih lanjut.

6. *Tailing*

Tailing yang dihasilkan dalam bentuk 24%-40% padatan. Air biasanya ditambahkan hingga *tailing* mengandung kurang lebih 30% padatan. Larutan kapur juga dapat ditambahkan untuk mengendapkan tembaga atau logam lainnya yang mungkin larut dalam *slurry*. Dari konsentrator, *tailing* diproses terlebih dahulu untuk menghilangkan kandungan udara pada *tailing*, sehingga ketika ditempatkan di laut dalam, tidak terjadi pergerakan - pergerakan *tailing* ke atas akibat dorongan udara tersebut. Setelah itu *tailing* ditempatkan di palung laut dengan kedalaman 3-4 km dari lepas pantai Sejorong. Cara ini disebut penempatan *tailing* laut dalam (*deep sea tailing placement*). Sistem DSTP menggunakan pipa berdiameter 1,12 m (44 *inch*) untuk pipa di darat dan pipa di laut. Panjang pipa *tailing* di darat sekitar 6 km, terbuat dari baja yang dilapisi karet setebal 19 mm untuk mengurangi abrasi dan korosi.



Gambar 2.22. Tempat Penampungan Air Asam Tambang

2.7.4. Lingkungan

PT. Amman Mineral Nusa Tenggara bertekad untuk memenuhi standar perlindungan lingkungan yang berlaku di Indonesia maupun Internasional. Selama tahap perencanaan proyek berlangsung, suatu tim yang terdiri dari spesialis lingkungan telah melakukan *survey* lingkungan yang meliputi flora, fauna dan batas air (*water shed*) disekeliling lokasi tambang. Data yang diperoleh dari studi ini digunakan untuk mengevaluasi keadaan lingkungan disekitar proyek Batu Hijau, yang berkaitan dengan kondisi awal yang dibangun pada tahap perencanaan.

2.7.5. Reklamasi Tambang

Program reklamasi telah dikembangkan untuk membangun ulang vegetasi setempat yang pada akhirnya akan memiliki struktur dan keragaman yang sama dengan masa sebelum kegiatan penambangan berlangsung. Tempat pembibitan dan persemaian telah didirikan untuk membudidayakan dan mengembangbiakan spesies pohon dan tanaman setempat yang digunakan pada proses ini. Reklamasi ini dilakukan sesegera mungkin pada lahan-lahan yang telah selesai digunakan untuk mencegah erosi dan mempertahankan kestabilan struktur lereng, serta membentuk kembali struktur dan keanekaragaman vegetasi yang sama seperti

sebelum penambangan sesuai dengan peruntukan akhirnya, dan jika memungkinkan, mendukung pembentukan spesies tanaman tertentu yang berperan penting dalam pengembalian habitat satwa liar. Pemantauan ekologi juga dilakukan secara intensif untuk memastikan keefektifan kegiatan reklamasi yang telah dilakukan agar sesuai dengan tujuan yang hendak dicapai. Hasil pemantauan di area reklamasi Batu Hijau menunjukkan adanya pemulihan kualitas lingkungan yang ditunjukkan adanya peningkatan kesuburan tanah, perbaikan iklim setempat, keragaman spesies pohon yang ditanam, dan ditempatinya daerah reklamasi sebagai habitat satwa liar asli Batu Hijau, seperti rusa, ayam hutan, musang, kelelawar, elang bondol, dan satwa liar lainnya. Instalasi pengolahan limbah yang didirikan di Tongoloka dan Sejongong dapat menghapus potensi degradasi air permukaan oleh air asam dari batuan limbah tambang.



Gambar 2.23. Reklamasi Area Tambang Batu Hijau

BAB III

DASAR TEORI

3.1. Geometri Pemboran

Geometri pemboran meliputi diameter lubang bor, kedalaman lubang tembak, kemiringan lubang tembak, tinggi jenjang dan juga pola pemboran (Saputra, 2014).

3.1.1. Diameter Lubang Ledak

Diameter lubang ledak yang terlalu kecil menyebabkan faktor energi yang dihasilkan akan berkurang sehingga tidak cukup besar untuk membongkar batuan yang akan diledakkan, sedang jika diameter lubang ledak terlalu besar maka lubang ledak tidak cukup untuk menghasilkan fragmentasi yang baik, terutama pada batuan yang banyak terdapat kekar dengan jarak kerapatan yang tinggi (Saputra, 2014).

Diameter lubang ledak yang kecil juga memberikan patahan atau hancuran yang lebih baik pada bagian atas jenjang. Hal ini berhubungan dengan stemming dimana lubang ledak yang besar maka panjang stemming juga akan semakin besar dikarenakan untuk menghindari getaran dan batuan terbang, sedangkan jika menggunakan lubang ledak yang kecil maka panjang stemming dapat dikurangi.

Ukuran diameter lubang ledak yang akan dipilih akan tergantung pada:

1. Volume massa batuan yang akan dibongkar (volume produksi)
2. Tinggi jenjang dan konfigurasi isian
3. Ukuran fragmentasi yang diinginkan
4. Alat muat yang digunakan

3.1.2. Kedalaman Lubang Ledak

Menurut Saputra (2014), kedalaman lubang ledak biasanya disesuaikan dengan tinggi jenjang yang diterapkan. Untuk mendapatkan lantai jenjang yang rata pada saat penggalian lantai alat gali maka hendaknya kedalaman lubang tembak harus lebih besar dari tinggi jenjang, yang mana kelebihan daripada kedalaman ini disebut dengan sub-drilling.

3.1.3. Kemiringan Lubang Ledak (arah pemboran)

Arah pemboran yang kita ketahui ada dua, yaitu arah pemboran tegak dan arah pemboran miring. Menurut MC Gregor K. (1967) dalam Wiratmoko (2011), kemiringan lubang ledak antara 10-20 dari bidang vertikal yang biasanya digunakan pada tambang terbuka telah memberikan hasil yang baik. Menurut Saputra (2014), arah penjajaran lubang bor pada jenjang harus sejajar untuk menjamin keseragaman *burden* yang ingin didapatkan dan spasi dalam geometri peledakan. Lubang ledak yang dibuat tegak, maka pada bagian lantai jenjang akan menerima gelombang tekan yang besar, sehingga menimbulkan tonjolan pada lantai jenjang, hal ini dikarenakan gelombang tekan sebagian akan dipantulkan pada bidang bebas dan sebagian lagi akan diteruskan pada bagian bawah lantai jenjang.

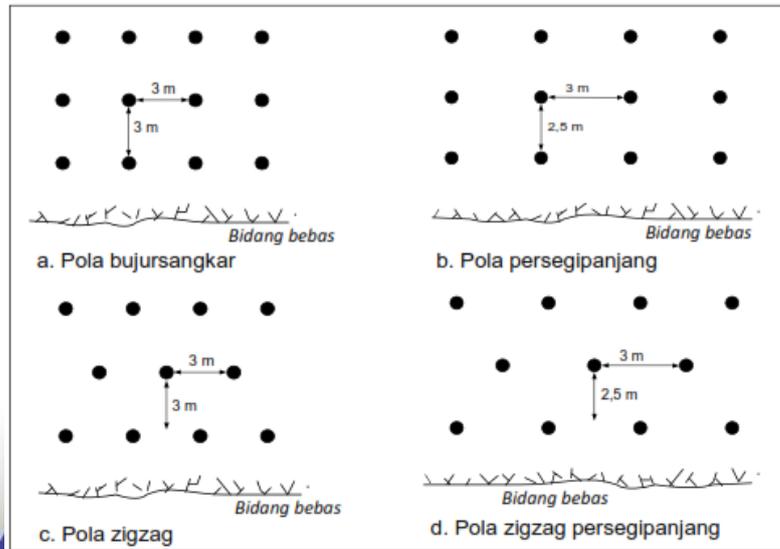
Sedangkan dalam pemakaian lubang ledak miring akan membentuk bidang bebas yang lebih luas, sehingga akan mempermudah proses pecahnya batuan karena gelombang tekan yang dipantulkan lebih besar dan gelombang tekan yang diteruskan pada lantai jenjang yang lebih kecil.

3.1.4. Pola Pemboran

Dalam kegiatan penambangan suatu bahan galian yang keras dan kompak, pemberaiannya dilakukan dengan cara pemboran dan peledakan. Keberhasilan suatu peledakan terletak pada ketersediaan bidang bebas (*free face*) yang mencukupi. Minimal dua bidang bebas yang harus ada. Peledakan dengan hanya satu bidang bebas saja, disebut *crater blasting*, akan menghasilkan kawah dengan lemparan fragmentasi ke atas dan tidak terkontrol. Dengan mempertimbangkan hal tersebut, maka pada tabang terbuka selalu dibuat minimal dua bidang bebas yaitu, dinding bidang bebas dan puncak jenjang (Wiratmoko, 2011). Selanjutnya terdapat tiga pola pengeboran yang mungkin dibuat secara teratur yaitu:

1. Pola bujur sangkar (*square pattern*), yaitu jarak *burden* dan spasi sama
2. Pola persegi panjang (*rectangular pattern*) yaitu jarak spasi dalam satu baris lebih besar dibanding *burden*.

3. Pola zigzag atau selang-seling (*staggered pattern*), yaitu antar lubang bor dibuat zigzag atau selang-seling yang berasal dari pola bujur sangkar dan persegi panjang.



Gambar 3.1 Sketsa Pola Pemboran

3.2. Sistem Pemboran Secara Mekanik (*Mecahanical Drilling*)

Mecahanical drilling merupakan operasi pemboran yang peralatan pemborannya digerakkan secara mekanis sehingga operator pemboran dapat mengendalikan semua parameter pemboran lebih mudah. Peralatan pemboran ini disangga di atas rigs dan menggunakan roda atau ban rantai. Komponen utama pada mechanical drilling adalah,

- a. Mesin (sumber energi mekanik)
- b. Batang Bor (mentransmisi energi mekanik)
- c. Mata Bor (menggunakan energi mekanik untuk menembus batuan)
- d. *Flushing* (membersihkan lubang bor dari *cuttings*)

Mechanical drilling terbagi menjadi tiga macam berdasarkan cara penetrasi terhadap batuan, yaitu *rotary drilling*, *percussive drilling*, dan *rotary-percussive drilling*

3.2.1. Metode Pemboran *Rotary Drilling*

Rotary Drilling adalah metode pemboran yang menggunakan aksi putaran untuk melakukan penetrasi terhadap batuan. Pada metode ini ada dua jenis mata

bor, yaitu *tricone bit* dengan hasil penetrasinya berupa gerusan dan *drag bit* dengan hasil penetrasinya berupa potongan (*Cutting*)

3.2.2. Metode Pemboran *Percussive Drilling*

Percussive drill adalah metode pemboran yang menggunakan aksi tumbukan untuk melakukan penetrasi terhadap batuan. Komponen utama *percussive drilling* adalah piston. Energy tumbukan piston diteruskan ke batang bor dan mata bor dalam bentuk gelombang kejut yang bergerak sepanjang batang bor untuk meremukkan permukaan batuan (Pratama, 2012).

3.2.3. Metode pemboran *Rotary-Percussive Drilling*

Menurut Pratama (2012), *Rotary-percussive drilling* adalah metode pemboran yang menggunakan aksi tumbukan yang dikombinasikan dengan aksi putaran, sehingga terjadi proses peremukan dan penggerusan batuan. Metode ini terbagi menjadi dua:

a. *Top Hammer*

Pada metode ini, aksi putaran dan tumbukan dihasilkan diluar lubang bor yang kemudian ditransmisikan melalui batang bor yang menuju mata bor.

b. *Down The Hole Hammer*

Pada metode ini, aksi tumbukan dihasilkan didalam lubang bor yang dialirkan langsung ke mata bor, sedangkan aksi putarannya dihasilkan diluar mata bor yang kemudian ditransmisikan melalui batang bor menuju mata bor.

3.3. Peledakan

Peledakan merupakan bagian terpenting dalam proses penambangan yaitu proses pembongkaran material (batuan) dari batuan induknya dengan menggunakan bahan peledak. Kegiatan pada masa batuan mempunyai tujuan tertentu yaitu:

- a. Pembongkaran dan pelepasan
- b. Memecahkan dan memindahkan
- c. Membuat rekahan

Faktor-faktor yang diperhatikan dalam peledakan yaitu sebagai berikut:

- a. Karakteristik dan sifat batuan yang diledakkan
- b. Sifat bahan peledak
- c. Teknik atau metode peledakan yang diambil

Parameter yang mempengaruhi dalam merancang suatu operasi peledakan sebagai berikut:

- a. Parameter batuan
- b. Parameter bahan peledak
- c. Sasaran produksi
- d. Fragmentasi yang dikehendaki
- e. Kondisi Lapangan

Pada rancangan peledakan terdapat faktor-faktor yaitu faktor yang tidak dapat dikontrol faktor yang dapat dikontrol. Faktor yang tidak dapat dikontrol meliputi kondisi geologi, sifat dan kekuatan batuan, kondisi cuaca dan air tanah. Sedangkan faktor yang dapat dikontrol meliputi geometri pemboran, geometri peledakan, bahan peledak dan aksesorisnya.

3.3.1. Geometri Peledakan

Menurut Koesnaryo (2001), untuk memperoleh hasil peledakan yang optimal, diperlukan geometri peledakan yang tepat. Hubungan antara berbagai dimensi yang digunakan dalam perencanaan peledakan dapat mempengaruhi hasil peledakan, selain faktor yang mempengaruhi pola peledakan diantaranya diameter lubang bor, ketinggian jenjang, kedalaman lubang bor, *burden*, *spacing*, *subdrilling*, *steaming* dan arah pemboran. Geometri peledakan ada 2 (dua) yaitu geometri peledakan bor miring dan bor tegak.

a. *Burden*

Burden adalah jarak tegak lurus terpendek antara lubang tembak dengan bidang bebas yang panjangnya tergantung pada karakteristik batuan. *Burden* ada dua yaitu:

1. *Burden* Semu (B) adalah *burden* rekayasa atau tidak sebenarnya

2. *Burden* Sebenarnya (B') adalah jarak tegak lurus antara lubang bor dengan bidang bebas yang panjangnya tergantung pada karakteristik batuan
- Besarnya *burden* tergantung dari karakteristik bahan peledak dan lain sebagainya.

KB = Nisbah *burden*

B = *Burden*

De = Diameter lubang ledak

b. Spacing

Spacing adalah jarak antara lubang-lubang bor yang dirangkai dalam satu baris dan diukur sejajar free face (bidang bebas). Biasaya spacing tergantung kepada *burden*, kedalaman lubang ledak, letak primare (booster), waktu tunda dan arah struktur bidang batuan. Persamaan yang digunakan adalah:

$$KS = S/B \dots\dots\dots (1)$$

KS = Nisbah Spacing

S = Spacing (ft)

Yang perlu diperhatikan dalam menentukan spacing adalah adanya interaksi antar muatan bahan peledak yang berdekatan, agar setiap lubang bor diledakkan dengan waktu yang tidak bersamaan dan menggunakan interval, waktu yang cukup, untuk memungkinkan setiap lubang bor meledak dengan sempurna. Jika waktu tunda diperpendek, maka akan terjadi intrusi sehingga akan menyebabkan efek yang kompleks.

c. Stemming

Stemming adalah kolom material penutup lubang ludak di atas kolom isian bahan peledak. Apabila stemming terlalu pendek maka dapat mengakibatkan batu terbang dan suara-suara ledakan yang keras, sedangkan stemming yang terlalu panjang akan mengakibatkan rekahan ke belakang jenjang dan bongkahan disekitar dinding jenjang. Secara teoritik panjang stemming sama dengan panjang *burden*, agar tekanan kearah bidang bebas

atas dan samping seimbang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung jarak stemming adalah:

$$T = 0,7 B \dots\dots\dots (2)$$

T = Stemming,

B = *Burden*

d. Subdrilling

Subdrilling merupakan panjang lubang ledak yang berada dibawah garis lantai jenjang. Subdrilling berfungsi untuk membuat lantai jenjang relatif rata setelah peledakan. Persamaan yang digunakan adalah:

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

J = Subdrilling (m)

B = *Burden* (m)

e. Kedalaman lubang ledak

Kedalaman lubang ledak tidak boleh lebih kecil daripada *burden*. Hal ini untuk menghindari terjadinya overbreak. Disamping itu letak primer (*booster*) menentukan juga kedalam lubang ledak. Persamaan yang digunakan adalah:

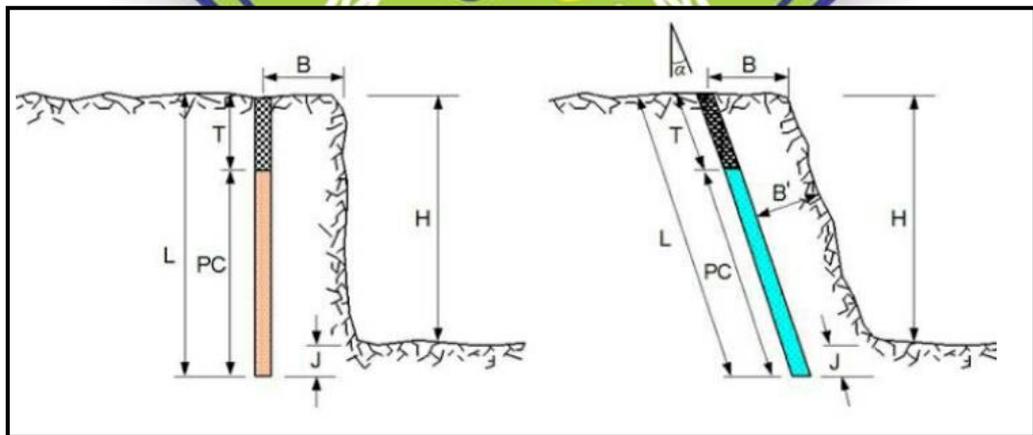
$$KH = H/B \dots\dots\dots (4)$$

$$H = L + J \dots\dots\dots (5)$$

KH = Nisbah kedalaman lubang

L = Tinggi jenjang

J = Subdrilling



Gambar 3.2 Geometri Peledakan

3.3.2. Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan rentetan waktu peledakan antara lubang-lubang bor pada satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya, maupun antaran lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya (Wiratmoko, 2011).

Penentuan pola peledakan ini berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh batuan, pola peledakan di klasifikasikan sebagai berikut:

1. *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya kedepan membentuk kotak.
2. *Corner cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya ke salah satu sudut dari bidang bebasnya..
3. "*V*" *cut* yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuanya kedepan dan membentuk huruf "*V*".

Berdasarkan urutan waktu peledakan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut:

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

Secara umum pola peledakan menunjukkan urutan atau sekuensial ledakan dari sejumlah lubang ledak. Adanya urutan peledakan berarti terdapat jeda waktu ledakan diantara lubang-lubang ledak yang disebut dengan waktu tunda atau *delay time*. Beberapa keuntungan yang diperoleh dengan menerapkan waktu tunda adalah:

1. Mengurangi getaran
2. Mengurangi *Overbreak* dan batu terbang atau lontaran batuan (*Fly Rock*)
3. Mengurangi getaran dan suara
4. Dapat mengarahkan lemparan Fragmentasi batuan
5. Dapat memperbaiki ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan

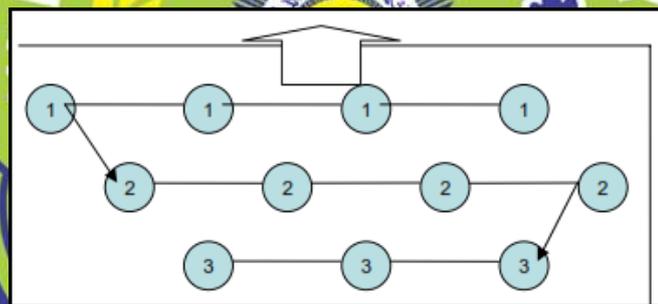
Apabila pola peledakan tidak tepat atau seluruh lubang ledak diledakkan sekaligus, maka akan terjadi hal yang merugikan, yaitu peledakan yang mengganggu lingkungan dan hasilnya tidak efektif dan tidak efisien.

Mengingat area peledakan pada tambang terbuka cukup luas, maka peranan pola peledakan menjadi penting jangan sampai urutan peledakannya tidak logis. Urutan peledakan tidak logis biasanya disebabkan oleh:

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

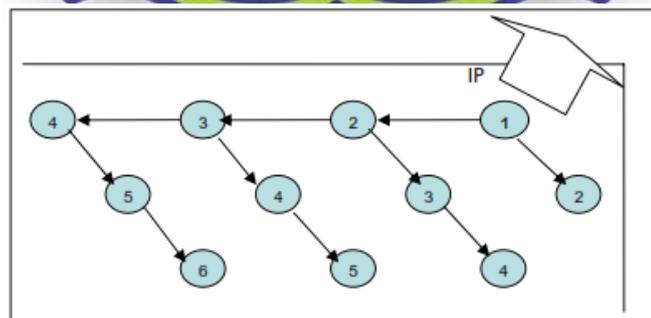
Terdapat beberapa kemungkinan sebagai acuan penentuan pola peledakan pada tambang terbuka, yaitu sebagai berikut:

- a. Peledakan tunda antar baris



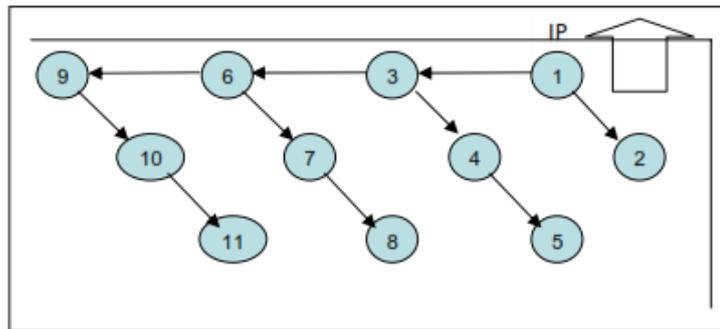
Gambar 3.3 Peledakan tunda antar baris

- b. Peledakan tunda antar beberapa lubang



Gambar 3.4 Peledakan tunda antar beberapa lubang

c. Peledakan tunda antar lubang



Gambar 3.5 Peledakan tunda antar lubang

3.3.3. Penempatan Primer

Primer adalah bahan peledak sebagai penggalak atau menambah energi terhadap peralapisan batuan yang keras dan kuat. Penentuan primer mempengaruhi atas hasil ukuran fragmentasi yang diinginkan saat peledakan. Penempatan primer bahan peledak dibagi menjadi 2 (dua) yaitu:

- a. Bottom primer : primer atau booster diletakkan didasar lubang ledak
- b. Collor Primer : primer atau booster diletakkan dibagian tengah lubang ledak

3.4. Pemeriksaan Lubang Ledak

Pekerjaan yang harus dilakukan menjelang pengisian setiap lubang ledak adalah memeriksa lubang ledak tersebut agar pada saat pengisiannya tidak ada hambatan (Hadi, 2019). Beberapa aspek yang harus diperiksa adalah sebagai berikut:

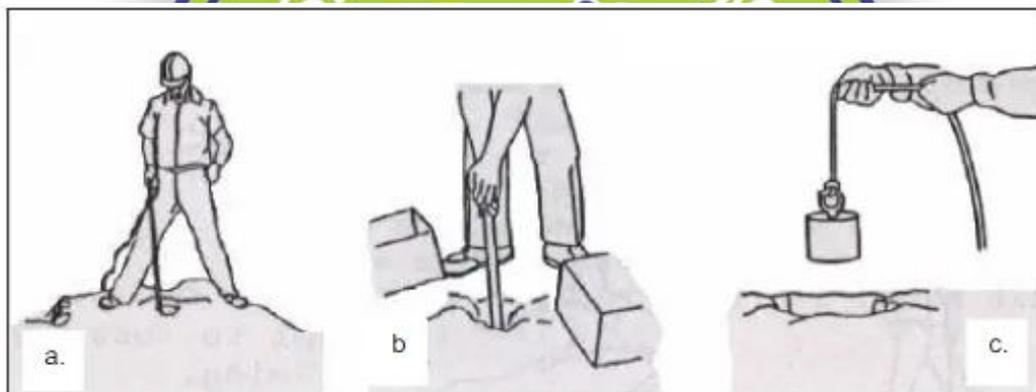
3.4.1. Pengukuran Kedalaman

Menurut Hadi (2019), dalam pengukuran kedalaman lubang ledak biasanya dapat menggunakan tongkat berskala (biasanya dibuat dari bambu), atau dengan meteran yang di berikan pemberat seperti terlihat pada gambar 3.6.a. Bila lubang ledak tidak sesuai dengan yang direncanakan, maka yang harus dilakukan adalah:

1. Apabila terlalu dalam, isilah atau timbun dengan bahan untuk stemming kemudian dipadatkan sampai kedalamannya berkurang dan sesuai dengan yang direncanakan.
2. Apabila kurang dalam, harus dilakukan pengeboran untuk memperdalamnya agar sesuai dengan kedalaman yang diencanakan

3.4.2. Memeriksa adanya Penghambat

Pada saat melakukan pengukuran apabila terasa ada hambatan atau penyumbat dalam lubang dapat digunakan tongkat bambu untuk mendorong material penghambat (tamping). Atau dapat pula menggunakan tali yang diberi pemberat untuk memukul dan mendorong material penghambat (lihat pada gambar 3.6.b dan 3.6.c) jika penyumbat tersebut sulit diatasi dengan kedua cara tersebut maka perlu dibor ulang dengan hati-hati.



Gambar 3.6. Pengukuran kedalaman lubang ledak dan adanya penyumbat dalam lubang ledak

3.4.3. Memeriksa Air

Untuk memeriksa adanya air di dalam lubang dapat dengan menjatuhkan batu kecil kedalam lubang dan bila sampai pada air akan terdengar gema suara benda jatuh kedalam air. Dapat digunakan pompa atau kompresor alat bor untuk mengeluarkan air. Apabila air masuk kembali dengan cepat kedalam lubang, disarankan untuk menggunakan bahan peledak yang tahan terhadap air, misalnya *watergell*, emulsi atau *cartridge*. Bila menggunakan ANFO, pakailah tabung atau selubung plastik yang cukup kuat agar tidak bocor dengan diameter lebih kecil sedikit dibanding diameter lubang ledak, seperti pada gambar 3.7



Gambar 3.7. Penggunaan selubung plastik pada ANFO

3.4.4. Memeriksa Rongga dan Retakan

Sangat penting mengetahui adanya rongga atau retakan besar di dalam lubang ledak. Sulit untuk mengetahui seberapa besar rongga tersebut, sehingga apabila bahan peledak diisikan ke dalamnya akan menambah volume dari yang seharusnya. Efek peningkatan volume berakibat buruk karena akan menyebabkan batu terbang (*fly rock*), ledakan udara (*Airblast*), atau getaran yang hebat. Cara memeriksa adanya rongga dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Menggunakan kaca (atau kaca jam tangan) yang diarahkan ke dalam lubang dan dengan bantuan pantulan sinar matahari dapat terlihat ada tidaknya rongga.
2. Cek data *log-bor* dari juru bor yang menginformasikan adanya kenaikan perubahan penetrasi mendadak pada kedalaman tertentu.

Apabila kedua cara tersebut tidak memungkinkan, tidak ada jalan lain harus ekstra hati-hati menuangkan bahan peledak ke dalam lubang. Apabila kecepatan kenaikan bahan peledak dirasakan lambat, maka harus dihentikan, kemudian isikan material *stemming* secukupnya (Hadi, 2019).

3.4.5. Menutup Rongga dalam Lubang Ledak

Apabila terlihat rongga dalam ledak, langkah-langkah penutupannya adalah sebagai berikut;

1. Apabila rongga berada diantara panjang kolom “isian utama”, maka isikan dahulu bahan peledak sampai batas bawah rongga. Selanjutnya isi rongga

oleh material stemming sampai rongga diperkirakan tertutup. Lanjutkan dengan pengisian bahan peledak sesuai rencana. Untuk meyakinkan bahwa seluruh isian bahan peledak terinisiasi seluruhnya akan lebih baik bila menggunakan primer yang dibuat bersama sumbu ledak.

2. Apabila rongga terdapat dibagian dasar lubang, maka tuangkan dulu material stemming sampai rongga diperkirakan tertutup. Masukkan primer dan dilanjutkan dengan pengisian bahan peledak sesuai rencana.

Pada kasus terdapat rongga diantara panjang kolom “isian utama” akan lebih meyakinkan apabila menggunakan sumbu ledak. Apabila material untuk stemming di bagian atas lubang (collar) terbatas, maka material pengisi rongga di dalam lubang ledak dapat menggunakan kertas karton bekas bahan peledak, ranting kayu, tanah, dan sejenisnya.

3.5. Teori Pecahnya Batuan Akibat Peledakan

Suatu batuan yang pecah akibat dari bahan peledak akan mengalami beberapa tingkat dalam prosesnya, dimana proses tersebut dibagi menjadi 3 (tiga) tingkat yaitu:

- a. Proses Pemecahan Tingkat I

Ketika bahan peledak yang berada didalam lubang ledak meledak, maka akan menimbulkan tekanan yang tinggi disekitar lubang ledak. Gelombang kejut yang dihasilkan dari peledakan tersebut akan merambat dengan kecepatan 3000 – 5000 m/s, sehingga akan mengakibatkan tegangan yang memiliki arah tegak lurus dengan dinding lubang ledak. Dari tegangan tersebut maka akan menimbulkan rekahan radial yang merambat di sekitar lubang tembak. Rekahan menjari pertama terjadi dalam waktu 1 – 2 ms.

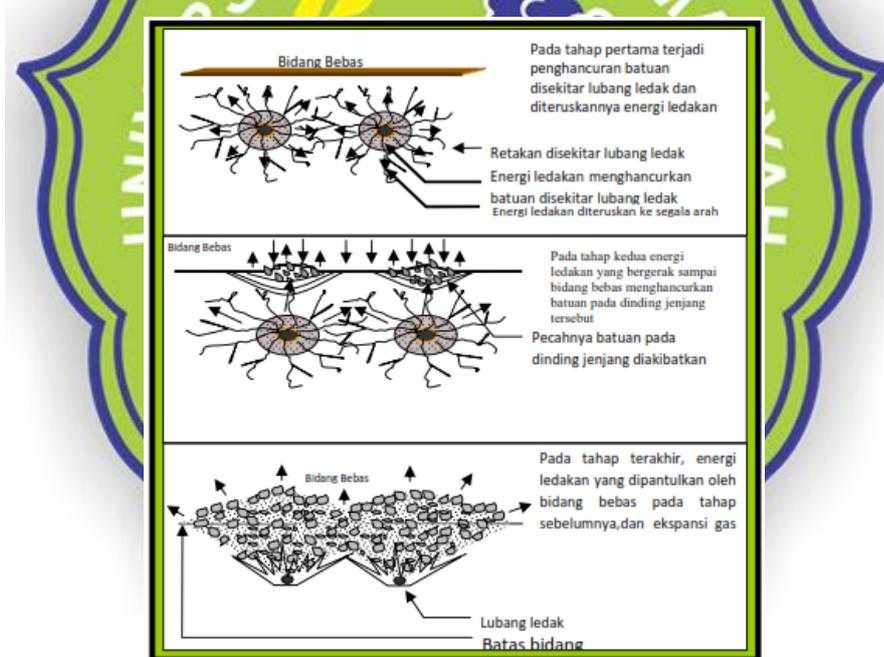
- b. Proses Pemecahan Tingkat II

Tekanan yang dihasilkan dari proses pecahan tingkat I akan menimbulkan gelombang kejut dan akan bernilai positif. Bila gelombang kejut tersebut akan mencapai bidang bebas, maka akan dipantulkan kembali sehingga tekanan akan turun dan bernilai negatif kemudian akan menimbulkan gelombang tarik. Gelombang tarik akan merambat kembali ke

dalam batuan. Satuan batuan akan memiliki gelombang tarik tersebut akan menimbulkan suatu rekahan-rekahan didalam batuan.

c. Proses Pemecahan Tingkat III

Akibat tekanan yang sangat tinggi dari gas-gas hasil peledakan tersebut maka rekahan-rekahan yang telah terbentuk pada tingkat I dan II akan semakin cepat meleber. Apabila siati massa batuan di depan lubang ledak gagal dalam mempertahankan posisinya bergerak kedepan maka tekanan tinggi yang berada di dalam batuan akan dilepas. Efek dari lepasnya batuan tersebut akan menimbulkan tegangan tarik tinggi sebagai lanjutan dari proses tingkat II. Rekahan yang terbentuk akibat proses tingkat II akan menyebabkan bidang-bidang lemah untuk memulai reaksi-reaksi fragmentasi utama pada proses peledakan.



Gambar 3.8 Teori Pecahnya Batuan

3.6. Produktivitas Alat Gali Muat

Produktivitas alat gali muat dapat dilihat dari kemampuan alat tersebut dalam penggunaannya. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi produksi alat muat adalah waktu edar, efisiensi kerja, faktor pengisian (*fill factor*) dan metode pemuatan (Wiratmoko, 2011).

3.6.1. Waktu Edar

Waktu edar adalah waktu yang diperlukan oleh alat mekanis untuk menyelesaikan sekali putaran kerja. Semakin kecil waktu edar alat, maka semakin tinggi produktivitasnya.

a. Waktu edar alat gali muat di lapangan pada umumnya terdiri dari:

- Waktu untuk mengisi atau menggali (t_1)
- Waktu untuk berputar dengan muatannya (t_2)
- Waktu untuk menumpahkan muatannya (t_3)
- Waktu untuk berputar muatan kosong (t_4)

Jadi total waktu edar (C_t): $t_1 + t_2 + t_3 + t_4$ (menit)

3.6.2. Metode Pemuatan

Menurut Lesmana dan Waterman (2019), Pola pemuatan dapat dilihat dari beberapa keadaan, yaitu berdasarkan dari jumlah penempatan posisi alat angkut untuk dimuati ada 3 yaitu *Single Back Up*, *Double Back Up*, *Triple Back Up*. Berdasarkan dari posisi alat angkut untuk dimuati, *Top Loading* dan *Bottom Loading*. Berdasarkan *manuvernya*, pola pemuatan dibedakan menjadi beberapa, *Frontal cut*, *parallel cut with drive by*, *parallel cut with turn and back*. Menurut Wiratmoko (2011), Berdasarkan kemajuan jenjang ada tiga metode yang dilakukan oleh alat muat dan alat angkut yaitu:

a. *Frontal Cut*

Merupakan metode dimana alat muat didepan jenjang dan menggali ke permukaan kerja (lurus) lalu kesamping. Pada metode pemuatan ini alat muat melayani lebih dulu alat angkut yang ada di sebelah kirinya kemudian setelah penuh dilanjutkan pada alat angkut sebelah kanannya. *Swing angel* bervariasi antara 10^0 - 110^0 namun untuk operasi lebih efisien menggunakan *swing angel* 60^0

b. *Drive By Cut*

Merupakan metode dimana alat muat bergerak memotong dan sejajar muka penggalian. Cara ini lebih efisien untuk alat muat dan alat angkut, walaupun *swing angel*-nya lebih besar dari *frontal cut*, karena alat angkut secara beruntun dimuati oleh alat muat.

c. *Parallel Cut*

Metode pemuatan ini dilakukan dengan posisi alat angkut berada disamping alat muat. Alat angkut mendekati alat muat dari belakang kemudian mengatur posisi agar membelakangi alat muat. Setelah sampai di samping alat muat kemudian diberi muatan dan kembali.

3.6.3. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja adalah penilaian terhadap pelaksanaan suatu pekerjaan, atau merupakan perbandingan antara waktu yang dipakai untuk bekerja dengan waktu yang tersedia. Beberapa faktor yang mempengaruhi penilaian terhadap efisiensi kerja, antara lain :

a. Waktu kerja penambangan

Waktu kerja penambangan adalah jumlah waktu kerja yang digunakan untuk melakukan kegiatan penambangan, meliputi kegiatan penggalan, pemuatan, dan pengangkutan. Efisiensi kerja akan semakin besar apabila banyaknya waktu kerja penambangan semakin mendekati jumlah waktu yang tersedia.

b. Hambatan yang terjadi

Hambatan yang sering terjadi adalah jika jumlah jam kerja dapat dimanfaatkan secara efektif, maka diharapkan sasaran produksi kegiatan pemuatan dan pengangkutan dapat terpenuhi. Namun kenyataannya dilapangan sering terjadi beberapa hambatan sehingga mengurangi jam kerja efektif.

c. Banyaknya curah hujan

Turunnya hujan akan berpengaruh terhadap volume produksi dari kegiatan kerja di lapangan, terutama apabila seringkali terjadi dengan curah hujan yang besar. Maka dari itu perlu sekali diperhatikan besar kecilnya curah hujan dan hari hujan rata-rata yang pernah terjadi, untuk di analisa bagaimana pengaruh hujan tersebut terhadap waktu kerja maupun volume yang dihasilkan.