

SKRIPSI

ANALISIS *STRENGTH* BATUAN TERHADAP *PENETRATION RATE* PEMBORAN LUBANG LEDAK PADA TAMBANG BIJIH EMAS PT NEWMONT NUSA TENGGARA

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya



HUGO PRATAMA
03111002067

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

SKRIPSI

**ANALISIS *STRENGTH* BATUAN TERHADAP
PENETRATION RATE PEMBORAN LUBANG LEDAK
PADA TAMBANG BIJIH EMAS PT NEWMONT NUSA
TENGGARA**



**HUGO PRATAMA
03111002067**

**JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS *STRENGTH* BATUAN TERHADAP
PENETRATION RATE PEMBORAN LUBANG LEDAK
PADA TAMBANG BIJIH EMAS PT NEWMONT NUSA
TENGGARA**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya


Oleh:

HUGO PRATAMA
03111002067

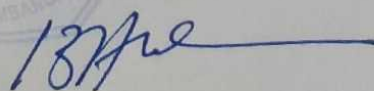
Disetujui untuk Jurusan Teknik Pertambangan
oleh:

Pembimbing I




Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA.
NIDK. 8864000016

Pembimbing II


Bochori, S.T., M.T.
NIP. 197410252002121003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hugo Pratama

NIM : 03121002067

Judul : Analisis *Strength* Batuan Terhadap *Penetration Rate* Pemboran Lubang Ledak Pada Tambang Bijih Emas PT. Newmont Nusa Tenggara

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Agustus 2018



Hugo Pratama
NIM. 03111002067

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Hugo Pratama
NIM : 03111002067
Judul : Analisis *Strength* Batuan Terhadap *Penetration Rate* Pemboran
Lubang Ledak Pada Tambang Bijih Emas PT. Newmont Nusa
Tenggara


Menyatakan bahwa skripsi Saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini Saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Agustus 2018




Hugo Pratama
NIM. 03111002067

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Hugo Pratama, lahir pada tanggal 3 November 1993 di Jakarta Timur Provinsi DKI Jakarta. Penulis merupakan anak ke 1 dari 2 bersaudara dari pasangan N.H. Purba, S.H. dan Ns. Lasmaria Refrina, S.Kep.

Penulis pertama kali mengenyam pendidikan di TK Santa Lusia pada tahun 1998 hingga tahun 1999. Pada tahun 1999 penulis melanjutkan pendidikan formal menuju ke Sekolah Dasar yaitu SD Santa Lusia. Penulis menjalani pendidikan selama 6 Tahun Lamanya yaitu mulai Tahun 1999 hingga tahun 2005. Tahun 2005 setelah kelulusan SD, penulis kemudian melanjutkan pendidikan pada tahun yang sama ke SMP Santa Lusia. Penulis mengenyam pendidikan SMP selama 3 tahun dan akhirnya lulus pada tahun 2008. Setelah tamat SMP kemudian melanjutkan pendidikan ke SMA Yadika 8 Jatimulya pada tahun 2008 dan tamat setelah 3 tahun pendidikan yaitu pada tahun 2011. Tahun 2011 penulis mengikuti Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negri (SNMPTN) melalui ujian tulis, kemudian lulus dan terdaftar sebagai mahasiswa di Universitas Sriwijaya Fakultas Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan pada tahun itu juga.

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Tetaplah Berdoa”

(1 Tesalonika 5:17)

Dengan segala kerendahan hati kupersembahkan skripsi ini kepada :

- 1. Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan penyertaanMu.*
- 2. Kedua Orang Tuaku, terimakasih untuk Bapakku dan Mamaku untuk semua dukungan yang diberikan.*
- 3. Para Dosen, baik pengajar, pembimbing akademik, pembimbing skripsi maupun penguji skripsi atas ilmu dan bimbingannya,.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan anugerah-Nya laporan tugas akhir yang berjudul “Analisis *Strength* Batuan Terhadap *Penetration Rate* Pemboran Lubang Ledak Pada Tambang Bijih Emas PT. Newmont Nusa Tenggara” dapat diselesaikan dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini dilaksanakan pada tanggal 13 Juni 2016 sampai 12 September 2016 sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Ucapan terimakasih kepada Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA, sebagai pembimbing pertama dan Bochori, S.T., M.T. sebagai pembimbing kedua dalam penulisan laporan tugas akhir ini, ucapan terimakasih juga disampaikan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir. Subriyer Nasir, M.S., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Hj. Rr. Harminuke Eko Handayani, S.T., M.T., dan Bochori, S.T., M.T., selaku Ketua dan Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ir. A. Taufik Arief, M.S., selaku dosen Pembimbing Akademik.
5. Dosen dan pegawai di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.
6. Hazqil Araf, S.T., selaku pembimbing lapangan di PT. Newmont Nusa Tenggara.

Disadari bahwa dalam penulisan laporan tugas akhir ini banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diharapkan guna penyempurnaan isi dari laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pembaca khususnya dalam dunia pertambangan.

Indralaya, Juli 2018

Penulis

RINGKASAN

ANALISIS *STRENGTH* BATUAN TERHADAP *PENETRATION RATE* PEMBORAN LUBANG LEDAK PADA TAMBANG BIJIH EMAS PT NEWMONT NUSA TENGGARA

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Juli 2018

Hugo Pratama; Dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA dan Bochori, S.T., M.T.

ANALYSIS OF STRENGTH OF ROCKS AGAINST THE PENETRATION RATE OF DRILLING HOLE EXPLOSIVE OF GOLD ORE MINE IN PT NEWMONT NUSA TENGGARA

xiv + 52 halaman, 17 gambar, 24 tabel, 2 lampiran

PT. Newmont Nusa Tenggara (PT NNT) adalah perusahaan tambang di Indonesia yang bergerak di bidang penambangan tembaga dan emas. Peledakan batuan di PT NNT diawali dengan pemboran lubang ledak dengan memperhatikan geometri lubang pemboran. Kekuatan tekan batuan berdasarkan *block model* geologi yang didasarkan pada parameter PLI & RQD dikarenakan terjadi peningkatan yang signifikan terhadap *budget (cost) operasional* yang membuat perlu dilakukan analisis terhadap kondisi aktual di lapangan berdasarkan parameter aktual di lapangan yaitu *penetration rate*. *Penetration rate* merupakan jumlah kemajuan pemboran per lubang berbanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk pemboran satu lubang bor mulai dari permukaan sampai kedalaman yang dituju (meter/jam) dan dapat dijadikan gambaran terhadap akurasi *model* geologi yang baru dikarenakan *penetration rate* cukup mewakili kondisi real di lapangan. Data *penetration rate* yang digunakan untuk perbandingan kekuatan batuan hanya dari elevasi -120, -135, -150, -165 dan -180. Analisis *penetration rate* terhadap kondisi aktual dan *block model* geologi dilakukan untuk melihat distribusi kekuatan materialnya dan akan menghasilkan gambaran tingkat kekuatan batuan yang lebih aktual. Pembuatan domain menurut *penetration rate* dibagi menjadi domain *hard* dengan kecepatan *penetration rate* <44 m/jam, *moderate* dengan kecepatan *penetration rate* 44-58 m/jam dan domain *soft* dengan kecepatan *penetration rate* >58 m/jam. Perbandingan kedua peta kekuatan batuan tersebut mengalami perbedaan paling besar di elevasi -135 sedangkan persamaan paling besar pada elevasi -180. Tingkat persamaan total peta persebaran kekuatan batuan menurut *block model geologi* dan *penetration rate* sebesar 47,63% sedangkan tingkat perbedaan totalnya sebesar 52,57%. Tingkat perbedaan ini cukup besar dan signifikan karena sudah lebih dari 50 %.

Kata Kunci: *instantaneous penetration rate*, *geologi block model*, PT NNT.

Kepustakaan: 10 (1986-2014)

SUMMARY

ANALYSIS OF STRENGTH OF ROCKS AGAINST THE PENETRATION RATE OF DRILLING HOLE EXPLOSIVE OF GOLD ORE MINE IN PT NEWMONT NUSA TENGGARA

Scientific Paper in the form of skripsi, July 2018

Hugo Pratama.; Supervised by Prof. Dr. Ir. H. M. Taufik Toha, DEA and Bochori, S.T., M.T.

ANALISIS *STRENGTH* BATUAN TERHADAP *PENETRATION RATE* PEMBORAN LUBANG LEDAK PADA TAMBANG BIJIH EMAS PT NEWMONT NUSA TENGGARA

xiv + 52 page, 17 picture, 24 table, 2 attachment

PT. Newmont Nusa Tenggara (PT NNT) is a mining company in Indonesia engaged in mining of copper and gold. The rock explosion at PT NNT begins with explosive hole drilling with regard to the geometry of the drilling hole. PT NNT uses the geological model block as a parameter to classify rock strength levels in the Batu Hijau pit. Rock strength based on the geological model block based on PLI & RQD parameters due to a significant increase to the operational budget (cost) which makes it necessary to analyze the actual conditions in the field based on actual parameters in the field that is penetration rate. Penetration rate is the number of drilling progress per hole compared to the time required for drilling of one borehole from the surface to the intended depth (meters / hour) and can be used as an illustration of the accuracy of the new geological model because the penetration rate is enough to represent real conditions in the field. Data penetration rate used for comparison of rock strength only from elevation -120, -135, -150, -165 and -180. The penetration rate analysis of the actual condition and the geological model block is done to see the distribution of its material strength and will produce a more actual rock strength level description. The domain creation according to penetration rate is divided into hard domain with penetration rate <44 m / h, moderate with penetration rate 44-58 m / h and soft domain with penetration rate > 58 m / hr. The comparison of the two rock strength maps has the greatest difference in elevation -135 while the largest equation is at -180 elevation. Total equation level map of rock strength distribution according to block geological model and penetration rate of 47.63% while the total difference of 52.57%. The level of this difference is quite large and significant because it is more than 50%.

Keyword: *instantaneous penetration rate, geologi block model, PT NNT.*

Citations: 10 (1986-2014)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan Publikasi.....	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Persembahan	v
Riwayat Hidup	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	viii
Summary	ix
Daftar Isi.....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Grafik	xii
Daftar Tabel	xiii
Daftar Lampiran	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Pembatasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Metode dan Komponen Pengeboran.....	4
2.2 <i>Rock Mass Rating</i> (RMR).....	5
2.2.1 <i>Universal Compressive Strength</i> (UCS)	5
2.2.2 <i>Rock Quality Design</i> (RQD)	6
2.2.3 Jarak Antar Kekar.....	6
2.2.4 Kondisi Air Tanah.....	6
2.2.5 Kondisi Kekar	6
2.3 <i>Penetration rate</i>	6
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	9
3.2 Metode Penelitian	10
3.2.1 Studi Literatur	11
3.2.2 Pengumpulan Data	11
3.2.3 Pengolahan Data.....	12
3.2.4 Analisis Data	12
3.3 Metode Penyelesaian Masalah.....	12
3.4 Bagan Alir Penelitian.....	13
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Peta Persebaran Kekuatan Batuan	15

4.1.1	Peta Persebaran Kekuatan Batuan Menurut <i>Block Model</i> Geologi	15
4.1.2	Peta Persebaran Kekuatan Batuan Menurut <i>Instantaneous Penetration Rate</i>	20
4.2	Kesesuaian Persebaran Kekuatan Batuan <i>Block Model</i> Geologi dan <i>Penetration Rate</i>	19
4.2.1	Elevasi -120.....	20
4.2.2	Elevasi -135.....	21
4.2.3	Elevasi -150.....	21
4.2.4	Elevasi -165.....	22
4.2.5	Elevasi -180.....	23
4.3	Perhitungan Persentase Persamaan & Perbedaan Domain	23
4.3.1	Elevasi -120.....	24
4.3.2	Elevasi -135.....	25
4.3.3	Elevasi -150.....	26
4.3.4	Elevasi -165.....	27
4.3.5	Elevasi -180.....	28
4.3.6	Perhitungan Total Persamaan dan Perbedaan Kekuatan Batuan.	29

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	31
5.2	Saran	31

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1. Peta Kesampaian Daerah PT. Newmont Nusa Tenggara.....	9
3.2. Bagan Alir Penelitian	14
4.1. <i>Current pit limit</i> di <i>pit</i> batu hijau	15
4.2. Pembagian warna domain kekerasan batuan menurut <i>block model</i> Geologi.....	16
4.3 Peta persebaran kekuatan batuan menurut <i>block model</i> geologi.....	16
4.4 Tampilan awal <i>software</i> minesight.....	17
4.5 Domain kekuatan batuan menurut <i>penetration rate</i> (-120 sampai -180).	19
4.6 <i>Overlay</i> peta persebaran kekuatan batuan elevasi -120.....	20
4.7 <i>Overlay</i> peta persebaran kekuatan batuan elevasi -135.....	21
4.8 <i>Overlay</i> peta persebaran kekuatan batuan elevasi -150.....	22
4.9 <i>Overlay</i> peta persebaran kekuatan batuan elevasi -165.....	22
4.10 <i>Overlay</i> peta persebaran kekuatan batuan elevasi -180.....	23
4.11 Distribusi perbedaan dan persamaan peta kekuatan batuan elevasi -120.	24
4.12 Distribusi perbedaan dan persamaan peta kekuatan batuan elevasi -135.	25
4.13 Distribusi perbedaan dan persamaan peta kekuatan batuan elevasi -150.	26
4.14 Distribusi perbedaan dan persamaan peta kekuatan batuan elevasi -165.	27
4.15 Distribusi perbedaan dan persamaan peta kekuatan batuan elevasi -180.	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
3.1. Rincian waktu kegiatan penelitian.....	10
3.2. Ringkasan metode penyelesaian masalah dalam penelitian	13
4.1. Pembagian domain menurut kecepatan penetration rate.....	18
4.2. Perhitungan perbedaan dan persamaan kekuatan batuan per elevasi..	29
A.1. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Hard</i> Elevasi -120	33
A.2. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Moderate</i> Elevasi -120.....	34
A.3. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Soft</i> Elevasi -120	35
A.4. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Hard</i> Elevasi -135	36
A.5. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Moderate</i> Elevasi -135	37
A.6. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Soft</i> Elevasi -135	38
A.7. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Hard</i> Elevasi -150	39
A.8. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Moderate</i> Elevasi -150.....	40
A.9. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Soft</i> Elevasi -150	41
A.10. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Hard</i> Elevasi -165	42
A.11. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Moderate</i> Elevasi -165.....	43
A.12. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Soft</i> Elevasi -165.....	44
A.13. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Hard</i> Elevasi -180.....	45
A.14. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Moderate</i> Elevasi -180.....	46
A.15. Data <i>Penetration Rate</i> Domain <i>Soft</i> Elevasi -180	47
B.1. Perbandingan Kekuatan Batuan Elevasi -120.....	48
B.2. Perbandingan Kekuatan Batuan Elevasi -135.....	49
B.3. Perbandingan Kekuatan Batuan Elevasi -150.....	50
B.4. Perbandingan Kekuatan Batuan Elevasi -165.....	51
B.5. Perbandingan Kekuatan Batuan Elevasi -180.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Data <i>Penetration Rate</i>	33
B. Perbandingan Kekuatan Batuan Per <i>Grid</i>	48

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peledakan merupakan metode yang digunakan pada pertambangan untuk melakukan kegiatan pembezaian karena batuan terlalu keras sehingga alat gali-muat tidak sanggup melakukan pembezaian. Kegiatan peledakan akan didahului oleh kegiatan pemboran lubang ledak. PT Newmont Nusa Tenggara (PT. NNT) saat ini menentukan kekuatan material berdasarkan PLI (*Point Load Index*) dan RQD (*Rock Quality Designation*). PT NNT melakukan perubahan model *strength* geologi dari *model 2008* menjadi *model 2015* yang mengakibatkan *budget* pemboran dan peledakan meningkat signifikan dari tahun 2015 sampai 2016. PT. NNT terkadang masih menemukan daerah yang secara *block model* geologi dan *penetration rate* berbeda secara kekuatan batuan. Hal ini membuat perlu dilakukan verifikasi terhadap kedua parameter ini sebagai gambaran aktual untuk mengetahui distribusi *instantaneous penetration rate* dan kaitannya dengan kekuatan batuan terhadap *model PLI & RQD* yang ada. Analisis *instantaneous penetration rate* terhadap kondisi aktual dan *block model* geologi perlu dilakukan untuk melihat distribusi dari kekuatan materialnya serta untuk mendapatkan gambaran awal mengenai kekuatan material berdasarkan *penetration rate* di *pit Batu Hijau* PT NNT. Analisis *penetration rate* dan kaitannya dengan geologi *block model* diharapkan dapat menunjukkan sebesar apa perbedaan kekuatan batuan menurut geologi *block model* dan *penetration rate*.

1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana bentuk peta persebaran kekuatan batuan menurut *penetration rate* dan *block model* geologi ?
2. Bagaimana perbandingan peta persebaran kekuatan batuan menurut *penetration rate* dan *block model* geologi?

3. Bagaimana tingkat persentase perbedaan dan persamaan peta persebaran kekuatan batuan menurut *penetration rate vs block model* geologi?

1.3. Pembatasan Masalah

Penelitian ini hanya menggunakan data *penetration rate* yang berupa kecepatan pemboran dari permukaan tanah ke kedalaman yang diinginkan (tidak menggunakan *cycle time* pemboran keseluruhan) dari tahun 2014 sampai tahun 2016 di PT. NNT. Data *penetration rate* yang digunakan hanya pada pemboran lubang ledak produksi. Penentuan nilai acuan kekuatan batuan berdasarkan *penetration rate* mengacu pada parameter *budget drill & blast* PT. NNT. Penelitian ini tidak menganalisis data *core drilling* yang digunakan untuk pembuatan peta persebaran kekuatan batuan menurut *block model* geologi. Data geologi yang digunakan hanya berupa peta persebaran kekuatan batuan yang telah dibuat oleh departemen geologi PT NNT. Analisis data dilakukan berdasarkan *interview*, studi literatur dan pengamatan langsung di lapangan.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik penyebaran kekuatan batuan di PT. NNT untuk kegiatan *drilling & blasting*.
2. Membuat perbandingan peta persebaran kekuatan (*strength*) batuan berdasarkan *penetration rate* dan *block model* di *pit* Batu Hijau PT. NNT dengan menggunakan perangkat lunak (*software*).
3. Menghitung tingkat persentase perbedaan dan persamaan peta persebaran kekuatan batuan menurut *penetration rate vs block model* geologi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian mengenai perbandingan *strength* batuan berdasarkan *block model geologi* dan *penetration rate* bagi PT Newmont Nusa Tenggara (PT NNT) adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi parameter baru bagi PT NNT untuk menentukan persebaran *strength* batuan di *pit* Batu Hijau.

2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan perbandingan bagi PT NNT bila ingin meneliti parameter baru untuk persebaran *strength* batuan di *pit* Batu Hijau.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode dan Komponen Pengeboran

Batuan yang memerlukan rangkaian proses pengeboran dan peledakan dalam kegiatan pemberaian batuan dengan nilai UCS > 25 MPa (Gokhale, B. V., 2011). Kegiatan pembuatan lubang ledak umumnya menggunakan sistem mekanik, terutama metode rotari dipengaruhi oleh tekanan, gaya putaran (*rotation*), dan *flushing* (Carlos & Emilio., 1995). Secara umum metode pengeboran dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu:

1. Pengeboran Rotari
 - *Rotary crushing*
 - *Rotary cutting*
 - *Auger drilling*
2. Pengeboran Perkusi
3. Pengeboran Rotari-Perkusi
 - *Top Hammer:*
 - a. *pneumatic air compressor*
 - b. *portable air compressor*
 - c. *hydraulically operated self contained carrier*

Terdapat empat komponen utama yang ada di semua metode pengeboran, yaitu:

1. Tekanan
2. *Rotation*
3. *Percussion*
4. *Flushing*

Keselarasan antara gaya-gaya *percussion*, *rotation*, *cutting*, dan tekanan menyebabkan *bit* dapat melakukan penetrasi ke batuan. Metode pengeboran

rotary seperti yang digunakan di *pit* Batu Hijau, memanfaatkan komponen *feed*, *rotation* dan *flushing* serta dengan meningkatkan gaya dan *torsi rotation*.

Dalam memilih alat bor, perlu diperhatikan faktor-faktor sebagai berikut:

1. Diameter lubang ledak
2. Kedalaman lubang ledak/dimensi dan geometri jenjang
3. Jenis batuan
4. Kondisi lapangan dan jalan masuk
5. Fragmentasi dan produksi yang dibuthkan dan ditentukan
6. Biaya pengeboran
7. Peraturan-peraturan yang harus dipatuhi

2.2 Rock Mass Rating (RMR)

Rock Mass Rating (RMR) dikembangkan oleh Bienawski. Klasifikasi ini menggunakan metode rating yang didasarkan pada pengalaman Bienawski dalam mengerjakan proyek terowongan dangkal. Metode ini telah dikenal luas dan banyak diaplikasikan dalam keadaan dan lokasi yang berbeda seperti tambang pada batuan kuat, terowongan, tambang batubara, kestabilan lereng dan kestabilan pondasi. Pembobotan massa batuan yang berhubungan pada peledakan adalah nilai pembobotan berdasarkan nilai indeks kemampuan ledakan dan parameter - parameter dalam pembobotan massa batuan, meliputi deskripsi massa batuan , spasi bidang kekar, orientasi bidang kekar, pengaruh *specific gravity* dan kekerasan (Lilly, P.A., 1986). Sistem RMR bertujuan untuk mengklasifikasikan kualitas massa batuan dengan menggunakan data permukaan (Bienawski, 1989). Bienawski menggunakan lima parameter utama yang dijumlahkan untuk memperoleh nilai total RMR yaitu :

2.2.1 Uniaxial Compressive Strength (UCS)

Uniaxial Compressive Strength (UCS) merupakan kekuatan dari batuan yang utuh yang diperoleh dari hasil uji kuat tekan batuan. Uji UCS menggunakan mesin tekan untuk menekan sampel batuan dari satu arah. Nilai UCS merupakan besar tekanan yang diberikan di permukaan batuan hingga batuan pecah. *Point*

Load Index (PLI) merupakan uji kekuatan batuan dengan memberi besar tekanan pada satu titik batuan hingga batuan pecah.

2.2.2 Rock Quality Designation (RQD)

Rock Quality Designation merupakan persentase panjang utuh *core* yang panjangnya lebih dari 10 cm terhadap panjang total *core* nya. Diameter *core* yang dipakai pada pengukuran minimal adalah 54,7 mm. Perhitungan dengan RQD mengabaikan *mechanical fracture* yang dibuat secara sengaja maupun tidak sengaja selama kegiatan pengeboran dan pengukuran (Hoek, dkk. 1995). *Rock Quality Designation* dapat dihitung secara tidak langsung dengan pengukuran orientasi serta jarak antar kekar pada singkapan batuan (Hudson & Harisson, 1997).

2.2.3 Jarak Antar Kekar

Jarak antar kekar merupakan jarak tegak lurus antara dua kekar yang berurutan sepanjang garis pengukuran yang dibuat sembarang. Jarak antar kekar merupakan jarak tegak lurus yang terdapat di antara bidang kekar yang masih berada pada satu buah set kekar yang sama.

2.2.4 Kondisi Air Tanah

Debit aliran air tanah atau tekanan air tanah akan mempengaruhi kekuatan massa batuan. Hal tersebut mengakibatkan diperlukannya perhitungan dalam klasifikasi massa batuan.

2.2.5 Kondisi Kekar

Kondisi kekar dipengaruhi oleh lima parameter yaitu kemenerusan, jarak antara permukaan kekar, kekasaran kekar, material pengisi dan tingkat kelapukan. Parameter tersebut sangat mempengaruhi penentuan ratingnya.

2.3 Penetration Rate

Laju penembusan (*penetration rate*) merupakan jumlah kemajuan pemboran per lubang berbanding dengan waktu yang dibutuhkan untuk pemboran satu lubang bor mulai dari permukaan sampai kedalaman yang dituju (meter/jam per *drill hole*)

(Scheld, C. M., 2011). *Instantaneous penetration rate* hanya mencakup kecepatan pemboran per lubang saja, tanpa memperhitungkan waktu perpindahan bor, waktu memposisikan bor, dan lain lain. Dalam suatu operasi pemboran, laju penembusan atau *Rate of Penetration (ROP)* merupakan suatu faktor yang sangat penting. Maka yang diharapkan dalam suatu operasi pemboran adalah dicapainya ROP yang besar dan optimum. Makin singkat waktu yang diperlukan untuk melakukan operasi pemboran, maka operasi pemboran tersebut akan semakin baik, karena kemungkinan biayanya akan lebih murah (Putra, I. G, 2015:8). ROP yang besar tidak selalu berhubungan dengan biaya yang murah, misalnya bila terjadi kerusakan bit dan lain-lain. Tujuan dasar optimasi WOB adalah untuk mendapatkan ROP yang optimum serta menghindari terjadinya kerusakan pada *bit* akibat *overload* atau kelebihan pembebanan pada *bit*.

Karakteristik batuan merupakan hal terpenting yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan jenis *bit*. Sebab kesalahan-kesalahan akibat pemilihan *bit* terhadap jenis formasi yang ditembus akan menurunkan efisiensi penggunaan *bit*, sehingga ROP tidak optimal. Salah satu karakteristik batuan yang paling menentukan dalam pemilihan jenis pahat adalah kekerasan batuan. Ada empat tipe pahat yang umum dipakai, yaitu *drag bit*, *rolling cutter bit*, *PDC bit*, dan *diamond bit*. *Drag bit* digunakan untuk pemboran yang sangat lunak dengan aksi keruk pada permukaan formasi. *Rolling cutter bit*, untuk membor formasi yang lunak menggunakan gigi yang panjang, runcing dan jarak antara gigi-giginya agak jarang, sedangkan untuk membor formasi yang keras menggunakan gigi yang lebih tebal, lebih pendek, berjarak lebih rapat dan jumlahnya lebih banyak. *PDC bit* dirancang untuk pemboran dengan *rate penetration* tinggi pada formasi lunak sampai medium. *Diamond bit* digunakan untuk formasi keras, yang apabila penggunaan jenis *bit* lain sudah tidak ekonomis lagi (Fitri, 2014:5). Batuan semakin kompak sehingga akan sulit untuk ditembus dan pada umumnya ROP akan menurun dengan adanya tekanan yang semakin besar. Temperatur juga akan semakin tinggi dengan bertambahnya kedalaman. Sifat plastik batuan akan lebih mudah hancur dengan temperature yang tinggi. Tetapi pada kenyataannya, semakin dalam lapisan batuan, batuan tersebut akan semakin kompak, titik leleh dari batuan juga semakin besar, sehingga akan tetap semakin sulit ditembus. Permasalahan juga terjadi pada kondisi

bit. Pada temperature yang tinggi, bit akan menjadi lebih cepat aus. Tetapi perlu diingat, bahwa terdapat lapisan batuan keras maupun lunak, sehingga dengan bertambahnya kedalaman belum tentu akan menurunkan ROP. Dalam pemilihan lumpur pemboran, harus memperhitungkan faktor formasi yang terdapat pada lingkungan pemboran (Ghadafi, M. A, 2014:8).

DAFTAR PUSTAKA

- Bienawski, Z. T. (1989). *Engineering Rock Mass Classification*. Canada: John Willey and Sons Inc.
- Carlos L. J., and Emilio, L. J. (1995). *Drilling and Blasting of Rock*. A. A. Balman Rotterdam: Brookfield.
- Fitri, D. A., Toha, M. T., dan Bochori. (2014). Evaluasi Perimeter Blasting Terhadap Tingkat Getaran Tanah (Ground Vibration) pada Pre Bench Pit Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk, *Jurnal Ilmu Teknik*,. Vol. 2, No. 5.
- Ghadafi, M. A., Komar, S., dan Sudarmono, D. (2014). Kajian Teknis Geometri Peledakan Berdasarkan Analisis Blastability dan Digging Rate Alat Gali Muat di Pit MT-4 Tambang Air Laya PT. Bukit Asam (Persero) Tbk Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu Teknik*,. Vol. 2, No. 3.
- Gokhale, B. V. (2011). *Rotary Drilling And Blasting In Large Surface Mines*. Netherlands: CRC Press/Balkema, Leiden.
- Hoek, E., Kaiser, P.K., and Bawden, W.F. (1995). *Support of Underground Excavations in Hard Rock*. Rotterdam: Balkema.
- Hudson, J. A. and Harrison, J. P. (1997). *Engineering Rock Mechanics*. London: Elsevier Science Ltd.
- 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 Conference. Newman, 89-92.
- Putra, I. G., Toha, M. T., dan Sudarmono, D. (2015). Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Menggunakan Bahan Peledak ANFO dan Bulk Emulsion pada Lapisan Interburden Pit 4500 Blok Selatan PT. Pamapersada-Dahana (Persero) Jobsite Melak, Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmu Teknik*,. Vol. 3, No. 2.
- Scheld, C. M. (2011). *Hydraulic Study of Drilling Fluid Flow in Circular and Annular Tubes*. *Brazilian Journal of Petroleum and Gas*.