

SKRIPSI

Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada *Front* Pertambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik Pertambangan



Oleh:

Riki Rinaldo

BP. 1202078/2012

Konsentrasi : Pertambangan Umum

Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

Jurusan : Teknik Pertambangan

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
PADANG**

2018

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

TUGAS AKHIR

Judul : Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada *Front* Pertambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatam, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat

Nama : Riki Rinaldo

NIM : 1202078/2012

Program Studi : S1 Teknik Pertambangan

Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2018

Disetujui oleh:

Pembimbing 1



Drs. Bambang Heriyadi, M.T.
NIP. 19641114 198903 1 001

Pembimbing 2



Heri Prabowo, S.T., M.T.
NIP. 19721213 200012 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, MT
NIP. 19580313 198303 1 001

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Riki Rinaldo
NIM : 1202078/2012

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan Judul:

**Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan
Peledakan Pada *Front* Pertambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama,
Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota,
Sumatera Barat**

Padang, Agustus 2018

Tim Penguji

Tanda Tangan

- | | | |
|---------------|--------------------------------|----|
| 1. Ketua | : Drs. Bambang Heriyadi, M.T. | 1. |
| 2. Sekretaris | : Heri Prabowo, S.T., M.T | 2. |
| 3. Anggota | : Yoszi M. Anaperta, ST., M.T. | 3. |
| 4. Anggota | : Adree Octova, S.si., M.T. | 4. |





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131
Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax .7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : RIKI RINALDO
NIM/TM : 1202078 / 2012
Program Studi : S1
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :
"ANALISIS PENGARUH PARAMETER GEOMEKANIKA BATUAN TERHADAP
KEGIATAN PELEDAKAN PADA FRONT PENAMBANGAN BLOK A2
di CV TRIARGA HUSATAMA, KECAMATAN LAREH SAGO HALABAN,
KABUPATEN LIMA PULUH KOTA, SUMATERA BARAT.

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain.
Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan
menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku,
baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab
sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 13 AGUSTUS 2018

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan

Drs. Ramon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

METERAI
TEMPEL
3000
TIGA RIBU RUPIAH
RIKI RINALDO



Management
System
ISO 9001:2008

www.tuv.com
ID 9105046446

BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : Riki Rinaldo
TM / NIM : 2012 / 1202078
Tempat / Tanggal lahir : Jambi, 18-10-1994
Jenis Kelamin : Laki-laki
Nama Ayah : Syahrial Ilyas
Nama Ibu : Dartanti
Jumlah Bersaudara : 3
Alamat tetap : Jln. Gatot Subroto Kampung Manggis,
Kec. Pasar Jambi, Kota Jambi

No. TELP/HP : 082114693515



II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SDN 012 Kota Jambi
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 01 Kota Jambi
Sekolah Menengah Atas : SMA N 03 Kota Jambi
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Proyek Akhir

Tempat Penelitian : CV. Triarga Nusatama
Tanggal Penelitian : 02 Feb 2018 - 06 Maret 2018
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada Front Pertambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat

ABSTRAK

Riki Rinaldo : Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada *Front* Penambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.

CV. Triarga Nusatama merupakan perusahaan yang bergerak pada izin usaha jasa penambangan di bagian *mining construction, drill and blast*. Salah satu IJUP perusahaan ini terletak di Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. CV. Triarga Nusatama pada saat ini sedang melakukan kegiatan peledakan di area Blok A2. Dari hasil yang telah dilakukan, belum ada studi geoteknik yang menunjang untuk memperoleh geometri yang ideal, oleh karena itu diperlukan usulan geometri peledakan untuk mendapatkan hasil yang lebih menguntungkan.

Penentuan geometri peledakan dan *powder factor* harus memperhatikan karakteristik massa batuan dan kondisi geologi setempat. Percobaan geometri alternatif dilakukan untuk mengatasi masalah peledakan yang dihasilkan. Rancangan geometri alternatif ditentukan dengan menggunakan karakteristik massa batuan berdasarkan *Lilly's Blastability Index*, berupa *rockmass description, joint plane spacing, joint plane orientation, specific gravity influence*, dan *hardness*. Berdasarkan hasil pembobotan massa batuan yang diledakkan diperoleh nilai *Blastability Index* sebesar 54,125. Dari nilai tersebut, geometri peledakan yang baik untuk lubang bor 3 inch adalah burden 3 m, spasi 2 m, kedalaman lubang ledak 5,5 m, *subdrilling* 0,5 m, tinggi jenjang 3,5 m, *steaming* 2 m, dan panjang kolom isian 2 m, dan diperoleh nilai *powder factor* 0,24 kg/m³. Dari geometri usulan tersebut dihasilkan presentase *boulder* yang diinginkan perusahaan dan penggunaan bahan peledak yang lebih rendah dibandingkan dengan geometri yang diterapkan sebelumnya.

Kata kunci: karakteristik massa batuan, *blastability index*, geometri, peledakan, fragmentasi

ABSTRACT

Riki Rinaldo : **Analysis of the influence of the Geomechanics parameters of rocks Against the blasting at the Quarry Front area A2 at CV. Triarga Nusatama Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.**

CV. Triarga Nusatama is a company engaged in mining business license at the construction area mining, drill and blast. One of The company project is located in Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. CV. Triarga Nusatama on is currently conducting the blasting area Block A2. From the results that have been made, there has been no study of the Geotechnical support to obtain the ideal geometry, therefore needed the proposed blasting geometry to get a more favorable results.

Determination of the geometry of the blasting and powder factor should pay attention to characteristics of rock mass and local geological conditions. Alternative geometry experiments done to address the problem of the resulting explosion. The alternative draft geometry is determined by using the characteristics of rock mass Blastability based on Lilly's Index, in the form of rockmass description, joint plane spacing, joint plane orientation, specific gravity influence, and hardness. Based on the results of weighting the mass of rock Blastability Index values obtained are blown up as big as 54.125. From these values, the geometry of the explosion which is good for a 3 inch bore hole is a burden 3 m, spacing 2 m, a depth of 5.5 m, subdrilling 0.5 m, high level of 3.5 m, steaming of 2 m, and explosive hole long 2 m. And also the value of the powder factor 0.24 kg/m³. From the geometry of the proposal generated the desired percentage of the company's boulder and the use of explosives is lower compared to the previous applied geometry.

Keywords: characteristics of rock mass, blastability index, geometry, blasting, fragmentation

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas ridho dan rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya, shalawat beserta salam penulis sampaikan untuk nabi Muhammad SAW.

Penyelesaian Tugas Akhir ini berdasarkan kegiatan pengambilan data yang dilakukan pada CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Pangkalan Koto Baru, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan kuliah pada Program Studi Strata-1 Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang (UNP) dengan Judul: **” Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada Front Pertambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat”**.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih atas semua fasilitas, bantuan, bimbingan, dan saran yang diberikan kepada penulis.ucapan terimakasih tersebut penulis ajukan kepada:

1. Bapak Drs. Bambang Heriyadi, M.T., sebagai pembimbing satu Tugas Akhir.
2. Bapak Heri Prabowo, S.T., M.T. sebagai pembimbing dua Tugas Akhir.
3. Bapak Ansosry, S.T., M.T., sebagai Pembimbing Akademis.
4. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Suryadi, S.T., selaku Direktur CV. Triarga Nusatama.
6. Bapak Selno Afdianto, S.T., selaku Kepala Teknik Tambang CV. Tekad Jaya.

7. Seluruh karyawan CV. Triarga Nusatama selalu senantiasa membantu penulis dalam berbagai hal.
8. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
9. Kepada seluruh orang-orang terdekat penulis yang sudah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Ibu, Bapak, dan Adik serta seluruh keluarga yang tidak henti-hentinya memberikan doa, cinta, kasih sayang dan dukungan penuh secara moril dan materil sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan lancar.
11. Semua pihak yang membantu kelancaran skripsi ini.

Penulis menyadari bahwasanya Tugas Akhir Ini tidak lepas dari kekurangan, karena itu penulis mengharapkan saran serta kritik yang sifatnya membangun guna memperbaiki Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan penulis sendiri. Terima kasih

Padang, Juli 2018

Riki Rinaldo

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT.....	iv
BIODATA.....	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
 BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	3
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	4
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum Perusahaan.....	6
B. Dasar Teori	10
C. Penelitian Relevan.....	50
D. Kerangka Konseptual.....	54

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian.....	55
B. Jenis Data Penelitian	55
C. Metode Pengumpulan Data	56
D. Teknik Analisis Data	57
E. Diagram Alir Penelitian	59

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Massa Batuan	61
B. Sifat Fisik dan Sifat Mekanik Batuan.....	62
C. Indeks Kemampugalian Batuan.....	62
D. Indeks Kemampuledakan Batuan.....	63
E. Pemboran.....	64
F. Pengamatan pada rancangan peledakan	65
G. Pola Kegiatan Peledakan	65
H. Analisis Fragmentasi Peledakan Aktual	66
I. Analisis <i>Blastability Index</i> terhadap kegiatan peledakan.....	78
J. Analisis Hasil Perbandingan Geometri	79

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	87
B. Saran	90

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Kekuatan Material Batuan Utuh (Bienawski, 1989)	20
Tabel 2. <i>Rock Quality Designation</i> (RQD)(Bienawski, 1989)	21
Tabel 3. Jarak antas (spasi) kekar (bienawski, 1989).....	21
Tabel 4. Penggolongan dan Pembobotan Kekerasan Menurut Bienawski	22
Tabel 5. Tingkat Pelapukan Batuan (Bienawski, 1976).....	23
Tabel 6. Panduan Klasifikasi Kondisi Kekar (Bienawski, 1989).....	24
Tabel 7. Kondisi Air Tanah (Bienawski, 1989)	26
Tabel 8. Kelas Massa Batuan, Kohesi dan Sudut Geser Dalam berdasarkan Nilai RMR (Bienawski, 1989)	27
Tabel 9. Kelebihan dan Kelemahan Metode RMR Bienawski (Swart,A.H.,2004)	29
Tabel 10. Penentuan Spasi Geometri Peledakan Menurut C.J. Konya	42
Tabel 11. Potensi yang Terjadi Akibat Variasi <i>Stiffness Rasio</i>	44
Tabel 12. Pembobotan Massa Batuan Untuk Peledakan.....	48
Tabel 13. Skala Moh's	49
Tabel 14. Kerangka konseptual penelitian	54
Tabel 15. Parameter – parameter Geomekanika	61
Tabel 16. Uji <i>point load</i> batuan	62
Tabel 17. Pembobotan massa batuan	63
Tabel 18. Geometri peledakan pada geometri aktual.....	66
Tabel 19. Persentase tingkat kelolosan fragmentasi batuan geometri aktual.....	68
Tabel 20. Geometri peledakan pada geometri I	70

Tabel 21. Persentase tingkat kelolosan fragmentasi batuan geometri I	72
Tabel 22. Geometri peledakan pada geometri II.....	75
Tabel 23. Persentase tingkat kelolosan fragmentasi batuan geometri II.....	76
Tabel 24. Rancangan geometri berdasarkan <i>Blastability Index</i>	79
Tabel 25. Persentase Fragmentasi Batuan lolos hasil peledakan	80
Tabel 26. Tingkat fragmentasi batuan tertahan pada hasil peledakan	83
Tabel 27. Evaluasi perbandingan ketiga geometri peledakan	84
Tabel 28. Perbandingan geometri peledakan	89
Tabel 29. Rancangan geometri <i>Blastability Index</i>	90

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Peta kesampaian daerah WIUP operasi produksi CV. Tekad Jaya	6
Gambar 2. Satuan Batu Gamping CV. Tekad Jaya.....	7
Gambar 3. Satuan Dasit CV. Tekad Jaya.....	8
Gambar 4. Hasil Pengujian Kualitas Batu Gamping CV. Tekad Jaya.....	9
Gambar 5. Bentuk contoh batu untuk <i>point load test</i>	31
Gambar 6. Grafik kemampugalian.....	33
Gambar 7. Pola pemboran.....	36
Gambar 8. Pola peledakan berdasarkan sistem inisiasi.....	37
Gambar 9. Distribusi energi yang dihasilkan peledakan.....	40
Gambar 10. Geometri peledakan jenang.....	40
Gambar 11. Grafik estimasi PF dan EF dari BI (menurut lilly, 1986).....	50
Gambar 12. Diagram Alir Penelitian	60
Gambar 13. Alat Bor	65
Gambar 14. Tingkat kelolosan batuan dari ayakan pada geometri aktual	67
Gambar 15. Fragmentasi hasil peledakan geometri aktual	69
Gambar 16. Grafik tingkat kelolosan batuan menggunakan persamaan lilly	71
Gambar 17. Fragmentasi batuan hasil peledakan geometri I.....	74
Gambar 18. Grafik tingkat kelolosan batuan menggunakan geometri II.....	75
Gambar 19. Fragmentasi batuan hasil peledakan geometri II.....	78
Gambar 20. Tingkat fragmentasi batuan lolos di CV. Tekad Jaya	80

Gambar 21. Grafik persentase fragmentasi tertaham batuan hasil peledakan 82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Peta Geologi, Topografi, dan Sumberdaya CV. Tekad Jaya

Lampiran B. Kualitas Batu Gamping *Site* CV. Tekad Jaya

Lampiran C. Uji *Point Load*

Lampiran D. Faktor Batuan

Lampiran E. Kondisi Geometri Peledakan dan Fragmentasi Batuan Hasil
Peledakan Aktual

Lampiran F. Kondisi Geometri Peledakan dan Fragmentasi Batuan Hasil
Peledakan Persamaan Lilly

Lampiran G. Kondisi Geometri Peledakan dan Fragmentasi Batuan Hasil
Peledakan Geometri II

Lampiran H. Analisis Geometri Berdasarkan *Blastability Index*

Lampiran I. Analisis Gabungan Geometri Peledakan

Lampiran J. Spesifikasi Alat Bor

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertambangan adalah suatu kegiatan yang dimulai dari kegiatan penyelidikan umum terhadap bahan galian. Secara umum tahapan kegiatan pertambangan terdiri dari Penyelidikan Umum (Prospeksi), Eksplorasi, Perencanaan tambang, Persiapan/konstruksi, Penambangan, Pengolahan, Pemasaran dan Reklamasi.

Dalam industri pertambangan sering dijumpai sifat batuan yang relatif keras, sehingga tidak dapat digali secara langsung karena berpengaruh pada produktifitas alat gali muat tersebut. Dengan berkembangnya teknologi, ditemukan solusi untuk membraikan batuan tersebut yaitu dengan proses peledakan. Dimana proses ini merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pemberaian batuan keras sehingga operasi penambangan dapat berjalan secara efektif dan efisien.

Pada kegiatan pemberaian ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu jenis batuan, density batuan, kekuatan batuan, sruktur batuan, jenis bahan peledak dan teknik peledakan. Untuk mendapatkan hasil dari peledakan yang efektif maka diperlukan klasifikasi massa batuan untuk mengetahui faktor batuan dari batuan tersebut.

CV. Triagra Nusantara adalah sebuah perusahaan kontraktor *drill and blast* yang memiliki kerja sama operasional pertambangan dengan CV. Tekad Jaya sebagai pemilik lokasi tambang gamping yang berlokasi di

Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat.

Aktivitas penambangan yang dilakukan oleh CV. Triagra Nusatama terfokus terhadap *drilling and blasting*. Kegiatan peledakan yang dilakukan oleh perusahaan, hanya didasarkan pada perhitungan menggunakan rumus R. L. Ash (1967) tanpa memperhitungkan parameter – parameter geomekanik batuan penyusun. Berdasarkan hasil peledakan yang telah dilakukan di area kuasa penambangan sebelumnya masih ditemukan *boulder* dengan ukuran yang sangat besar. Akan tetapi hal tersebut merupakan salah satu tujuan dari kegiatan peledakan di CV. Triagra Nusatama yang menginginkan hasil fragmentasi dari kegiatan peledakan dalam ukuran 40 – 85 cm, karena area penambangan CV. Tekad Jaya masih menggunakan metode konvensional atau pemindahan hasil peledakannya dengan cara mengelincirkan batuan dari lokasi peledakan ke lokasi *crusher* dan harapannya batuan dari hasil peledakan setelah sampai di lokasi *crusher* tidak dalam ukuran yang tidak bisa digunakan atau menjadi butiran akibat tergerus dan tertekan oleh batuan lain selama kegiatan pemindahan batuan hasil peledakan.

Permasalahan di atas sangat berpengaruh terhadap penggunaan bahan peledak yang digunakan dan target produksi yang tidak tercapai. Belum adanya penerapan geometri peledakan yang bervariasi untuk memperbaiki hasil peledakan di lapangan dan belum adanya pemetaan massa batuan di lokasi penambangan CV. Tekad Jaya agar kegiatan peledakan menjadi lebih efektif. Sehingga penulis ingin membandingkan hasil peledakan tanpa

memperhatikan parameter geomekanika dan yang menggunakan parameter geomekanika. Perbandingan dilakukan dengan menganalisis klasifikasi massa batuan dan menghubungkannya terhadap kebutuhan bahan peledak berdasarkan hasil penyelidikan geomekanik. Maka dari itu penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “**Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada *Front* Penambangan Blok A2 di CV. Triagra Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat**”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat diidentifikasi masalah tersebut sebagai berikut :

1. Belum dilakukannya pemetaan orientasi bidang lemah.
2. Belum ada pemetaan studi korelasi kuat tekan batuan terhadap rancangan peledakan.
3. Rancangan peledakan tidak didasarkan pada hasil penyelidikan geomekanika.
4. Belum adanya penerapan pola peledakan yang berbeda di lokasi penambangan untuk mempengaruhi fragmentasi batuan dari hasil peledakan.
5. Belum adanya studi pengaruh orientasi kekar terhadap hasil dari peledakan.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas yang didapatkan di perusahaan maka batasan masalah pada penelitian ini ialah :

1. Parameter geomekanika yang diuji berdasarkan parameter geomekanika yang terdapat di dalam persamaan Lilly(1986).
2. Parameter geomekanika dikorelasikan dengan *powder factor*.
3. Tidak memperhitungkan biaya peledakan

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah yang telah diuraikan didapatkan rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai parameter geoteknik yang terdapat di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama ?
2. Berapa nilai *Blastbility Index* dengan menggunakan persamaan lilly di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama ?
3. Bagaimana data geometri peledakan aktual yang dilakukan oleh CV. Triarga Nusatama ?
4. Bagaimana rancangan geometri usulan yang berdasarkan persamaan lilly di CV. Triarga Nusatama ?
5. Bagaimana hasil perbandingan kegiatan peledakan aktual dengan hasil peledakan yang menggunakan metode perhitungan persamaan lilly ?
6. Bagaimana korelasi dari persamaan lilly dengan nilai *powder factor* pada kegiatan peledakan di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama?

E. Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan nilai parameter geoteknik di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama.
2. Memperoleh nilai *Blastbility Index* dengan persamaan lilly(1986).
3. Memperoleh data geometri peledakan aktual di lokasi penambangan CV. Triarga Nusatama.
4. Memperoleh geometri peledakan dengan menggunakan metode persamaan lilly di lokasi penambangan CV. Triarga Nusatama.
5. Memperoleh hasil perbandingan peledakan dengan menggunakan beberapa metode dan membandingkan hasil dari kegiatan peledakan tersebut.
6. Mendapatkan korelasi dari hasil persamaan lilly terhadap *Powder Factor*.

F. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi berupa informasi bagi perusahaan sebagai referensi untuk menentukan keputusan studi yang mengenai geoteknik. Adapun manfaat dari peneliti yaitu mengaplikasikan pengetahuan teoritis yang diperoleh di bangku perkuliahan untuk memecahkan permasalahan terutama pada bidang studi geoteknik. Juga sebagai bekal saat memasuki dunia kerja, sehingga mempunyai nilai tambah bagi peneliti.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Perusahaan

1. Lokasi dan Kesempian Daerah

Lokasi penelitian berada di CV. Tekad Jaya yang merupakan *owner* dari perusahaan jasa penambangan CV. Triarga Nusa Tama. Lokasi IUP Operasi Produksi Batu gamping CV. Tekad Jaya, secara administrasi berada di Jorong Bulakan, Nagari Tanjung Gadang, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Provinsi Sumatera Barat.

Dapat ditempuh dengan kendaraan roda 4 dan roda 2 melalui jalur jalan negara Padang – Payakumbuh (124 Km) – Lareh Sago Halaban (18 Km) dengan waktu tempuh 4 jam.



Gambar 1. Peta Kesempian Daerah WIUP Operasi Produksi CV. Tekad Jaya

2. Geologi Wilayah IUP OP

Berdasarkan data - data litologi yang tersingkap di lapangan, stratigrafi Wilayah IUP Operasi Produksi Batu gamping CV. Tekad Jaya terdiri dari :

a. Satuan Batu Gamping

Dijumpai dalam gamping kristalin marmeran, hitam, abu-abu, kecoklatan, abu-abu kecoklatan, putih kecoklatan, putih, kompak, keras dan getas.



Gambar 2. Satuan Batu Gamping CV. Tekad Jaya

b. Satuan Dasit Gunung Malintang

Satuan dasit Gunung Malintang terdiri dari breksi batugamping sampai basalt, angklomerat, endapan lahar dan lava.



Gambar 3. Satuan Dasit CV. Tekad Jaya

3. Sebaran Batu Gamping

Berdasarkan hasil pemetaan geologi pada wilayah IUP Operasi Produksi batugamping CV. Tekad Jaya seluas 6,5 Ha, ditemukan batu gamping dengan luas sebaran 5,95 Ha.

4. Kualitas Batu Gamping

Untuk mengetahui kualitas batugamping yang akan digunakan untuk kebutuhan sektor industri, dilakukan pengujian terhadap kandungan *Calcium Carbonate* (CaCO_3), *Calcium Oxide* (CaO) dan *Brightness*. Pengujian sampel batugamping dilakukan Laboratorium Sucofindo Pekanbaru.

 KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN LABORATORIUM JALAN RAYA JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU Kampus Bina Widya Jl. HR Soebatrantas KM 12,5 Panam, Kel. Simpang Baru -Panam, Pekanbaru 28293				
Pengirim Sampel	:	CV. TEKAD JAYA		
Jenis Sampel	:	Batu Pecah Ex. Jorong Tanjung Gadang Rumah		
		Nagari Tanjung Gadang Kec. Lareh Sago Halaban Kab. Lima Puluh Kota		
Pekerjaan	:	-		
Tgl. Terima Sampel	:	05 November 2013		
Tgl. Selesai Pengujian	:	13 November 2013		
RANGKUMAN HASIL PENGUJIAN				
No.	Sifat-sifat Material Yang Diuji	Standar Uji	Hasil Uji	Syarat Mutu
1	Berat Jenis Bulk Agregat Kasar (Tertahan Saringan No. 4)	SNI 03-1969-1989	2.70	Min 2.5
	Penyerapan Agregat Kasar (%)		0.62	Maks 3%
2	Indeks Plastis (%)	SNI 03-1966-1990	NP	
3	Batas Cair (%)	SNI 03-1967-1990	NP	
4	Abrasi Agregat Kasar dengan Mesin LA (%)	SNI 2417-2008	27.53	Maks 40%
5	Aggregate Impact Value (%)	BS 812: Part 3: 1975	13	
6	Kekekalan Bentuk Agregat Terhadap Larutan Natrium Sulfat atau Magnesium Sulfat (%)	SNI 03-3407-1994	0.72	..maks 12%
7	Gumpalan Lempung dan Butiran Mudah Pecah Dalam Agregat (%)	SNI 03-4141-199	0.04	Maks 2%
8	Kelekatan Agregat Terhadap Aspal (%)	SNI 03-2439-1991	97	Min 95%
Rekomendasi : Berdasarkan hasil pengujian kekuatan dan ketahanan agregat yang dilakukan, secara umum memenuhi syarat mutu dan dapat digunakan sebagai bahan penyusun Campuran Beraspal (Aspal Beton), Lapis Pondasi Jalan dan Beton semen				
Penanggung Jawab  (LEO SENTOSA, ST. MT.)				

Gambar 4. Hasil Pengujian Kualitas Batu Gamping CV. Tekad Jaya

5. Sumberdaya Batu Gamping

Berdasarkan hasil perhitungan cadangan, untuk mendapatkan volume dan jumlah cadangan batu gamping yang terdapat pada areal prospek di lokasi yang sudah ditentukan. Metode perhitungan cadangan dengan cara menghitung luas penampang masing-masing bidang kontur pada ketinggian tertentu (metode *cross section*), sehingga didapatkan jumlah volume batu gamping. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan dapat diperoleh cadangan batu gamping sebesar 749.350 m³. Jika dikalikan dengan berat jenis batu gamping 2,7 maka jumlah batu gamping yang bisa diusahakan sebesar 2.023.245 Ton.

6. Deskripsi CV. Triarga Nusa Tama

CV. Triarga Nusa Tama merupakan perusahaan yang bergerak dibidang kontraktor jasa drill and blast. CV. Triarga Nusa Tama berdiri

pada 31 Januari 2017, penggunaan nama Triarga Nusa Tama berfilosofi dari nama puncak tertinggi di Sumatera Barat yang selanjutnya menjadi dasar cita-cita pendiri. Perusahaan CV. Triarga Nusa Tama sendiri bercikal bakal di Sumatera Barat, Indonesia.

Sumberdaya manusia yang berkualitas merupakan faktor terpenting bagi TNT untuk menghadapi persaingan dalam negeri dan internasional dimasa kini maupun dimasa yang akan datang. TNT mempercayakan Alumnus Teknik Pertambangan UNP sebagai rekan kerjanya yang terdiri dari sumberdaya manusia berkualitas milik Sumatera Barat. Pembekalan pegawai senantiasa dilakukan dan ditingkatkan melalui in house training, diskusi dan pelatihan.

CV. Triarga Nusa Tama terletak di Jl. KH. Ahmad Dahlan RT. 001 RW. 002 Tanjung Enau Payakumbuh Utara Kota Payakumbuh, Sumatera Barat. Sedangkan untuk kantor operasional terletak di Jl. Bakti 4 Parupuk Tabing Kecamatan Koto Tangah Padang. TNT menjalankan beberapa project yang sedang berjalan yang terletak di PT. Pebana Adi Sarana, PT. Limbas Surya Cipta Mandiri, dan CV. Tekad Jaya.

B. Dasar Teori

1. Pengertian pertambangan

Pertambangan yaitu suatu kegiatan yang dilakukan dengan penggalian ke dalam tanah (bumi) untuk mendapatkan sesuatu yang berupa hasil tambang. Berdasarkan Pasal 1 angka 1 Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009, pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan

kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batu bara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pascatambang. Pengertian tersebut dalam arti luas karena meliputi berbagai kegiatan pertambangan yang ruang lingkupnya dapat dilakukan sebelum penambangan, proses penambangan, dan sesudah proses penambangan.

Pengertian pertambangan mineral dan pertambangan batubara jelaslah berbeda. Pertambangan mineral adalah pertambangan kumpulan mineral yang berupa bijih atau batuan, diluar panas bumi, minyak dan gas bumi, serta air tanah.

2. Asas – asas pertambangan

Asas-asas yang berlaku dalam penambangan mineral dan batubara telah ditetapkan dalam Undang-undang Nomor 4 Tahun 2009 ada 4 (empat) macam, yaitu:

a. Manfaat, Keadilan, dan Keseimbangan

Yang dimaksud dengan asas manfaat dalam pertambangan adalah asas yang menunjukkan bahwa dalam melakukan penambangan harus mampu memberikan keuntungan dan manfaat yang sebesar-besarnya bagi peningkatan kemakmuran dan kesejahteraan rakyat. Kemudian asas keadilan adalah dalam melakukan penambangan harus mampu memberikan peluang dan

kesempatan yang sama secara proporsional bagi seluruh warga negara tanpa ada yang dikecualikan. Sedangkan asas keseimbangan adalah dalam melakukan kegiatan penambangan wajib memperhatikan bidang-bidang lain terutama yang berkaitan langsung dengan dampaknya.

b. Keberpihakan kepada Kepentingan Negara

Asas ini mengatakan bahwa didalam melakukan kegiatan penambangan berorientasi kepada kepentingan negara. Walaupun didalam melakukan usaha pertambangan dengan menggunakan modal asing, tenaga asing, maupun perencanaan asing, tetapi kegiatan dan hasilnya hanya untuk kepentingan nasional.

c. Partisipatif, Transparansi, dan Akuntabilitas

Asas partisipatif adalah asas yang menghendaki bahwa dalam melakukan kegiatan pertambangan dibutuhkan peran serta masyarakat untuk penyusunan kebijakan, pengelolaan, pemantauan, dan pengawasan terhadap pelaksanaannya. Asas transparansi adalah keterbukaan dalam penyelenggaraan kegiatan pertambangan diharapkan masyarakat luas dapat memperoleh informasi yang benar, jelas dan jujur. Sebaliknya masyarakat dapat memberikan bahan masukan kepada pemerintah. Sedangkan asas akuntabilitas adalah kegiatan pertambangan dilakukan dengan cara-cara yang benar sehingga dapat dipertanggungjawabkan kepada negara dan masyarakat.

d. Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan

Asas berkelanjutan dan berwawasan lingkungan adalah asas yang secara terencana mengintegrasikan dimensi ekonomi, lingkungan, dan sosial budaya dalam keseluruhan usaha pertambangan mineral dan batubara untuk mewujudkan kesejahteraan masa kini dan masa mendatang.

3. Pengolongan Bahan Tambang

Dalam Undang–undang Nomor 4 tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara yang telah dijabarkan di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 23 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Kegiatan Usaha Pertambangan Mineral dan Batubara, komoditas tambang terbagi menjadi beberapa golongan yaitu :

a. Mineral Radioaktif

Mineral radioaktif adalah mineral yang mengandung elemen uranium dan thorium. Mineral radioaktif dibagi menjadi lima macam yaitu radium, thorium, uranium, monasit, dan bahan galian radio aktif lainnya.

b. Mineral Logam

Mineral logam merupakan mineral yang tidak tembus pandang dan dapat menjadi penghantar panas dan arus listrik. Mineral logam dibagi menjadi 59 macam yaitu litium, berilium, magnesium, kalium, kalsium, emas, tembaga, perak, timbal, seng, timah, nikel, mangan, platina, bismuth, molybdenum, bauksit, air raksa, wolfram, titanium,

barit, vanadium, kromit, antimony, kobalt, tantalum, cadmium, gallium, indium, yttrium, magnetit, besi, galena, alumina, niobium, zirconium, ilmenit, khrom, erbium, ytterbium, dysprosium, thorium, cesium, lanthanum, niobium, neodymium, hafnium, scandium, aluminium, palladium, rhodium, osmium, ruthenium, iridium, selenium, teluride, strontium, germanium dan zenotin.

c. Mineral Bukan Logam

Mineral bukan logam dibagi menjadi 40 macam yaitu intan, korundum, grafit, arsen, pasir kuarsa, fluorspar, kriorit, yodium, brom, klor, belerang, fosfat, halit, asbes, talk, mika, magnesit, yarosit, oker, fluorit, ball clay, fire clay, zeolite, kaolin, feldspar, bentonit, gypsum, dolomite, kalsit, rijang, pirofilit, kuarsit, zircon, wolastonit, tawas, batu kuarsa, perlit, garam batu, clay, dan batu gamping.

d. Batuan dan Batubara

Batuan adalah benda keras dan padat yang berasal dari bumi, yang bukan logam. Batuan dibagi menjadi 47 macam yaitu pumice, tras, toseki, obsidian, marmer, perlit, tanah diatome, tanah serap, slare, granit, granodiorit, andesit, garbo, periodit, basalt, trakhit, leusit, tanah liat, tanah urug, batu apung, opal, kalsedon, chert, kristal kuarsa, jasper, krisoprase, kayu terkersikan, gamet, giok, agat, diorite, topas, batu gunung quarry besar, kerikil galian dari bukit, kerikil sungai, batu kali, kerikil sungai ayak tanpa pasir, pasir urug,

pasir pasang, sirtu, tanah, urukan tanah setempat, tanah merah, batu gamping, onik, pasir laut, dan pasir yang tidak mengandung unsur mineral logam atau unsur mineral bukan logam dalam jumlah yang berarti ditinjau dari segi ekonomi pertambangan. Batuan dibagi menjadi 4 macam yaitu bitumen padat, batuan aspal, batubara dan gambut.

4. Genesa Batuan Gamping

Batugamping dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, secara mekanik, atau secara kimia. Sebagian besar batu gamping di alam terjadi secara organik. Jenis ini berasal dari pengendapan cangkang atau rumah kerang dan siput. Foraminifera atau ganggang. Atau berasal dari kerangka binatang koral/kerang.

Untuk batu gamping yang terjadi secara mekanik, sebetulnya bahannya tidak jauh berbeda dengan jenis batu gamping yang terjadi secara organik. Yang membedakannya adalah terjadinya perombakan dari bahan batu kapur tersebut yang kemudian terbawa oleh arus dan biasanya diendapkan tidak jauh dari tempat semula. Sedangkan yang terjadi secara kimia adalah jenis batu gamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu dalam air laut ataupun air tawar.

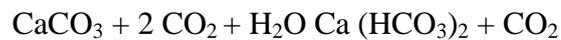
Selain hal diatas, mata air mineral dapat pula mengendapkan batu gamping. Jenis batu gamping ini terjadi karena peredaran air panas alam yang melarutkan lapisan batu gamping di bawah permukaan, yang kemudian diendapkan kembali di permukaan bumi.

Magnesium, lempung dan pasir merupakan unsur pengotor yang mengendap bersama-sama pada saat proses pengendapan. Keberadaan pengotor batu gamping memberikan klasifikasi jenis batu gamping. Apabila pengotornya magnesium, maka batugamping tersebut diklasifikasikan sebagai batu gamping dolomitan.

Begitu juga apabila pengotornya lempung, maka batu kapur tersebut diklasifikasikan sebagai batu gamping lempungan, dan batu gamping pasiran apabila pengotornya pasir. Persentase unsur-unsur pengotor sangat berpengaruh terhadap warna batu kapur tersebut, yaitu mulai dari warna putih susu, abu-abu muda, abu-abu tua, coklat, bahkan hitam. Warna kemerah-merahan misalnya, biasanya disebabkan oleh adanya unsur mangan, sedangkan kehitam-hitaman disebabkan oleh adanya unsur organik.

Batu gamping dapat bersifat keras dan padat, tetapi dapat pula kebalikannya. Selain yang pejal dijumpai pula yang porous. Batu gamping yang mengalami metamorfosa akan berubah penampakkannya maupun sifat-sifatnya. Hal ini terjadi karena pengaruh tekanan maupun panas, sehingga batu gamping tersebut menjadi berhablur, seperti yang dijumpai pada marmer. Selain itu, air tanah juga sangat berpengaruh terhadap penghabluran kembali pada permukaan batugamping, sehingga terbentuk hablur kalsit.

Dibeberapa daerah endapan batu kapur seringkali ditemukan di gua dan sungai bawah tanah. Hal ini terjadi sebagai akibat reaksi tanah. Air hujan yang mengandung CO_2 dari udara maupun dari hasil pembusukan zat-zat organik dipermukaan, setelah meresap ke dalam tanah dapat melarutkan batu gamping yang dilaluinya. Reaksi kimia dari proses tersebut adalah sebagai berikut :



$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ larut dalam air, sehingga lambat laun terjadi rongga di dalam tubuh batu gamping tersebut. Secara geologi, batu gamping erat sekali hubungannya dengan dolomite. Karena pengaruh pelindian atau peresapan unsur magnesium dari air laut ke dalam batu gamping, maka batu gamping tersebut dapat berubah menjadi dolomitan atau jadi dolomite. Kadar dolomite atau MgO dalam batugamping yang berbeda akan memberikan klasifikasi yang berlainan pula pada jenis batu gamping tersebut.

5. Klasifikasi Massa Batuan

a. *Rock Mass Rating (RMR)*

Rock Mass Rating (RMR) atau juga dikenal dengan *Geomechanichs Classification* dikembangkan oleh Bieniawski pada tahun 1972-1973. Metode rating dipergunakan pada klasifikasi ini. Besaran rating tersebut didasarkan pada pengalaman Bieniawski dalam mengerjakan proyek-proyek terowongan dangkal. Metode ini telah dikenal luas dan banyak diaplikasikan pada keadaan dan lokasi yang

berbeda-beda seperti tambang pada batuan kuat, terowongan, tambang batubara, kestabilan lereng, dan kestabilan pondasi. Metode ini dikembangkan selama bertahun-tahun seiring dengan berkembangnya studi kasus yang tersedia dan disesuaikan dengan standar dan prosedur yang berlaku secara internasional (Bieniawski, 1979).

Metode klasifikasi RMR merupakan metode yang sederhana dalam penggunaannya, dan parameter-parameter yang digunakan dalam metode ini dapat diperoleh baik dari data lubang bor maupun dari pemetaan struktur bawah tanah. Metode ini dapat diaplikasikan dan disesuaikan untuk situasi yang berbeda-beda seperti tambang batubara, tambang pada batuan kuat (*hard rock*) kestabilan lereng, kestabilan pondasi, dan untuk kasus terowongan.

Dalam menerapkan sistem ini, massa batuan dibagi menjadi seksi-seksi menurut struktur geologi dan masing-masing seksi diklasifikasikan secara terpisah. Batas-batas seksi umumnya struktur geologi mayor seperti patahan atau perubahan jenis batuan. Perubahan signifikan dalam spasi atau karakteristik bidang diskontinu mungkin menyebabkan jenis massa batuan yang sama dibagi juga menjadi seksi-seksi yang berbeda.

Tujuan dari sistem RMR adalah untuk mengklasifikasikan kualitas massa batuan dengan menggunakan data permukaan, dalam rangka untuk memandu metode penggalian dan juga untuk memberikan rekomendasi pertambangan mendukung serta rentang

yang tidak didukung dan stand-up time. Selain itu, menurut metode RMR, yang tergantung pada kondisi massa batuan di daerah penelitian, penelitian ini juga mencoba untuk mencari tahu risiko rekayasa potensi yang mungkin terjadi selama konstruksi pertambangan dan berusaha untuk menunjukkan metode yang tepat untuk mengendalikan dan mencegah seperti risiko-risiko potensial.

b. Klasifikasi Massa Batuan Metode *RMR (Rock Mass Rating)*

Dalam mengklasifikasikan massa batuan berdasarkan sistem Klasifikasi RMR, Bieniawski menggunakan lima parameter utama yang dijumlahkan untuk memperoleh nilai total RMR, yaitu ;

1) *Uniaxial Compressive Strength (UCS)*

Uniaxial Compressive Strength (UCS) adalah kekuatan dari batuan utuh (*intact rock*) yang diperoleh dari hasil uji UCS. Uji UCS menggunakan mesin tekan untuk menekan sampel batuan dari satu arah (*uniaxial*). Nilai UCS merupakan besar tekanan yang harus diberikan sehingga membuat batuan pecah. Sedangkan *point load index* merupakan kekuatan batuan batuan lainnya yang didapatkan dari uji *point load*. Jika UCS memberikan tekanan pada permukaan sampel, pada uji *point load*, sampel ditekan pada satu titik. Untuk sampel dengan ukuran 50 mm, Bieniawski mengusulkan hubungan antara nilai *point load strength index (Is)* dengan UCS adalah $UCS = 23 Is$. Pada umumnya satuan yang dipakai untuk UCS dan Is adalah MPa.

Pada perhitungan nilai RMR, parameter kekuatan batuan utuh diberi bobot berdasarkan nilai UCS atau nilai PLI-nya seperti tertera pada table dibawah ini.

Tabel 1. kekuatan material batuan utuh (Bieniawski, 1989)

Deskripsi Kualitatif	UCS (MPa)	PLI (MPa)	Rating
Sangat kuat sekali (<i>exceptionally strong</i>)	>250	>10	15
Sangat kuat (<i>very strong</i>)	100-250	4-10	12
Kuat (<i>strong</i>)	50-100	2-4	7
Sedang (<i>average</i>)	25-50	1-2	4
Lemah (<i>weak</i>)	5-25	Penggunaan UCS lebih dilanjutkan	2
Sangat lemah (<i>very weak</i>)	1-5		1
Sangat lemah sekali (<i>extremely weak</i>)	<1		0

2) Rock Quality Designation

RQD didefinisikan sebagai presentase panjang *core* utuh yang lebih dari 10 cm terhadap panjang total *core run*. Diameter *core* yang dipakai dalam pengukuran minimal 54.7 mm. Dan harus dibor dengan *double-tube core barrel*. Perhitungan RQD mengabaikan *mechanical fracture* yaitu *fracture* yang dibuat secara sengaja atau tidak selama kegiatan pengeboran atau pengukuran (Hoek, dkk. 1995).

Tabel 2. *Rock Quality Designation (RQD)* (Bieniawski, 1989)

RQD (%)	Kualitas Batuan	Rating
<25	Sangat jelek (<i>very poor</i>)	3
25-50	Jelek (<i>poor</i>)	8
50-75	Sedang (<i>fair</i>)	13
75-90	Baik (<i>good</i>)	17
90-100	Sangat baik (<i>excellent</i>)	20

3) Jarak antar (spasi) kekar (*Spacing of Discontinuities*)

Jarak antar (spasi) kekar didefinisikan sebagai jarak tegak lurus antara dua kekar berurutan sepanjang garis pengukuran yang dibuat sembarang.

Sementara Sen dan Eissa (1991) mendefinisikan spasi kekar sebagai suatu panjang utuh pada suatu selang pengamatan. Menurut ISRM, jarak antar (spasi) kekar adalah jarak tegak lurus antara bidang kekar yang berdekatan dalam satu set kekar.

Pada perhitungan nilai RMR, parameter jarak antar (spasi) kekar diberi bobot berdasarkan nilai spasi kekar-nya seperti tertera pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. jarak antar (spasi) kekar (Bieniawski, 1989)

Deskripsi	Spasi kekar (m)	Rating
Sangat lebar (<i>very wide</i>)	>2	20
Lebar (<i>wide</i>)	0,6 - 2	15
Sedang (<i>moderate</i>)	0,2 - 0,6	10
Rapat (<i>close</i>)	0,006 - 0,2	8
Sangat rapat (<i>very close</i>)	<0,006	5

4) Kondisi Kekar (*Condition of Discontinuities*)

Ada lima karakteristik kekar yang masuk dalam pengertian kondisi kekar, meliputi kemenerusan (*persistence*), jarak antar permukaan kekar atau celah (*separation/aperture*), kekasaran kekar (*roughness*), material pengisi (*infilling/gouge*), dan tingkat kelapukan (*weathering*). karakteristik tersebut adalah sebagai berikut:

a) *Roughness*

Roughness atau kekasaran permukaan bidang diskontinu merupakan parameter yang penting untuk menentukan kondisi bidang diskontinu. Suatu permukaan yang kasar akan dapat mencegah terjadinya pergeseran antara kedua permukaan bidang diskontinu.

Tabel 4. penggolongan dan pembobotan kekasaran menurut Bienawski (1976)

Kekasaran Permukaan	Deskripsi	Pembobotan
Sangat kasar (<i>very rough</i>)	Apabila diraba permukaan sangat tidak rata, membentuk punggung dengan sudut terhadap bidang datar mendekati vertical,	6
Kasar (<i>rough</i>)	Bergelombang, permukaan tidak rata, butiran pada permukaan terlihat jelas, permukaan kekar terasa kasar.	5
Sedikit kasar (<i>slightly rough</i>)	Butiran permukaan terlihat jelas, dapat dibedakan, dan dapat dirasakan apabila diraba	3
Halus (<i>smooth</i>)	Permukaan rata dan terasa halus bila diraba	1
Licin berlapis (<i>slikensided</i>)	Permukaan terlihat mengkilap	0

b) *Separation*

Merupakan jarak antara kedua permukaan bidang diskontinu. Jarak ini biasanya diisi oleh material lainya (*filling material*) atau bisa juga diisi oleh air. Makin besar jarak ini, semakin lemah bidang diskontinu tersebut.

c) *Continuity*

Continuity merupakan kemenerusan dari sebuah bidang diskontinu, atau juga merupakan panjang dari bidang diskontinu.

d) *Weathering*

Weathering menunjukkan derajat kelapukan permukaan diskontinu.

Tabel 5. Tingkat pelapukan batuan (Bieniawski, 1976).

Klasifikasi	Keterangan
Tidak terlapukkan	Tidak terlihat tanda-tanda pelapukan, batuan segar, butiran kristal terlihat jelas dan terang.
Sedikit terlapukkan	Kekar terlihat berwarna atau kehitaman, biasanya terisi dengan lapisan tipis material pengisi. Tanda kehitaman
	biasanya akan nampak mulai dari permukaan sampai ke dalam batuan sejauh 20% dari spasi.
Terlapukkan	Tanda kehitaman nampak pada permukaan batuan dan sebagian material batuan terdekomposisi. Tekstur asli batuan masih utuh namun mulai menunjukkan butiran batuan mulai terdekomposisi menjadi tanah.
Sangat terlapukkan	Keseluruhan batuan mengalami perubahan warna atau kehitaman. Dilihat secara penampakan menyerupai tanah, namun tekstur batuan masih utuh, namun butiran batuan telah terdekomposisi menjadi tanah.

e) *Infilling*

Filling atau material pengisi antara dua permukaan bidang diskontinu mempengaruhi stabilitas bidang diskontinu dipengaruhi oleh ketebalan, konsisten atau tidaknya dan sifat material pengisi tersebut. *Filling* yang lebih tebal dan memiliki sifat mengembang bila terkena air dan berbutir sangat halus akan menyebabkan bidang diskontinu menjadi lemah.

Dalam perhitungan RMR, parameter-parameter diatas diberi bobot masing- masing dan kemudian dijumlahkan sebagai bobot total kondisi kekar. Pemberian bobot berdasarkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 6. Panduan Klasifikasi Kondisi Kekar

Parameter	Rating				
Panjang kekar <i>Persistence/continuity</i>	< 1 m	1-3 m	3-10 m	10-20 m	>20 m
	6	4	2	1	0
Jarak antar permukaan kekar <i>(separation/aperture)</i>	Tidak ada	< 0,1 mm	0,1–1,0 mm	1-5 mm	> 5 mm
	6	5	4	1	0
Kekasaran kekar <i>(roughness)</i>	Sangat kasar	Kasar	Sedikit kasar	Halus	Slickensided
	6	5	3	1	0
Material pengisi <i>(infilling/gouge)</i>	Tidak ada	Keras		Lunak	
		< 5 mm	> 5 mm	< 5 mm	> 5 mm
	6	4	2	2	0
Pelapukan <i>(weathering)</i>	Tidak lapuk	Sedikit lapuk	Lapuk	Sangat lapuk	Hancur
	6	5	3	1	0

5) Kondisi Air Tanah (*Groundwater Condition*)

Debit aliran air tanah atau tekanan air tanah akan mempengaruhi kekuatan massa batuan. Oleh sebab itu perlu diperhitungkan dalam klasifikasi massa batuan. Pengamatan terhadap kondisi air tanah ini dapat dilakukan dengan 3 cara yaitu :

- *Inflow* per 10 m tunnel length : menunjukkan banyak aliran air yang teramati setiap 10 m panjang terowongan. Semakin banyak aliran air mengalir maka nilai yang dihasilkan untuk RMR akan semakin kecil.
- *Joint Water Pressure* : semakin besar nilai tekanan air yang terjebak dalam kekar (bidang diskontinu) maka nilai yang dihasilkan untuk RMR akan semakin kecil.
- *General condition* : mengamati atap dan dinding terowongan secara visual sehingga secara umum dapat dinyatakan dengan keadaan umum dari permukaan seperti kering, lembab, menetes atau mengalir. Untuk penelitian ini, cara ketiga ini yang digunakan.

Kondisi air tanah yang ditemukan pada pengukuran kekar diidentifikasi sebagai salah satu kondisi berikut : kering (*completely dry*), lembab (*damp*), basah (*wet*), terdapat tetesan air (*dripping*), atau terdapat aliran air (*flowing*). Pada perhitungan nilai RMR, parameter kondisi air tanah

(*groundwater conditions*) diberi bobot berdasarkan tabel dibawah ini.

Tabel 7. Kondisi air tanah (Bieniawski, 1989).

Kondisi umum	Kering (completely dry)	Lembab	Basah	Terdapat tetesan air (dripping)	Terdapat aliran air (flowing)
Debit air tiap 10 m panjang terowongan (liter/menit)	Tidak ada	< 10	10 – 25	25 – 125	> 125
Tekanan air pada kekar / tegangan prinsipal mayor	0	< 0,1	0,1-0,2	0,1-0,2	> 0,5
Rating	15	10	7	4	0

6) Orientasi Kekar (*Orientation of Discontinuities*)

Parameter ini merupakan penambahan terhadap kelima parameter sebelumnya. Bobot yang diberikan untuk parameter ini sangat tergantung pada hubungan antara orientasi kekar-kekar yang ada dengan metode penggalian yang dilakukan. Oleh karena itu dalam perhitungan, bobot parameter ini biasanya diperlakukan terpisah dari lima parameter lainnya.

Lima parameter pertama mewakili parameter dasar dari sistem klasifikasi ini. Nilai RMR yang dihitung dari lima parameter dasar tadi disebut RMR basic. Hubungan antara RMRbasic dengan RMR ditunjukkan pada persamaan dibawah ini.

$$\text{RMR} = \text{RMR}_{\text{basic}} + \text{penyesuaian terhadap orientasi kekar}$$

$$\text{dimana, } \text{RMR}_{\text{basic}} = \sum \text{parameter (a+b+c+d+e)}$$

c. Penggunaan *Rock Mass Rating (RMR)*

Setelah nilai bobot masing-masing parameter-parameter diatas diperoleh, maka jumlah keseluruhan bobot tersebut menjadi nilai total RMR. Nilai RMR ini dapat dipergunakan untuk mengetahui kelas dari massa batuan, memperkirakan kohesi dan sudut geser dalam untuk tiap kelas massa batuan seperti terlihat pada Tabel dibawah ini.

Tabel 8. Kelas massa batuan, kohesi dan sudut geser dalam berdasarkan nilai RMR (Bieniawski, 1989).

Profil massa batuan	Deskripsi				
	Rating	100-81	80-61	60-41	40-21
Kelas massa batuan	Sangat baik	Baik	Sedang	Jelek	Sangat jelek
Kohesi	> 400 kPa	300-400 kPa	200-300 kPa	100-200 kPa	< 100 kPa
Sudut geser dalam	> 45°	35 °-45 °	25 °-35 °	15 °-25 °	< 15 °

Kondisi massa batuan dievaluasi untuk setiap setiap bidang diskontinu yang ada (Bieniawski,1989). Dengan menjumlahkan semua rating dari lima parameter akan diperoleh nilai RMR dasar yang belum memperhitungkan orientasi bidang diskontinu.

Adjusment terhadap orientasi bidang diskontinu ini dipisahkan dalam perhitungan nilai RMR karena pengaruh dari bidang diskontinu

tersebut tergantung pada aplikasi engineering-nya, seperti terowongan, chamber, lereng atau fondasi (Edelbro, 2003). Arah umum dari bidang diskontinu berupa strike dan dip, akan mempengaruhi kestabilan lubang bukaan. Hal ini ditentukan oleh sumbu dari lubang bukaan tersebut, apakah tegak lurus strike atau sejajar strike, penggalian lubang bukaan tersebut, apakah searah dip atau berlawanan arah dengan dip dari bidang diskontinu.

RMR dapat digunakan sebagai panduan memilih penyangga terowongan. Panduan ini tergantung pada beberapa faktor seperti kedalaman lubang bukaan dari permukaan, ukuran dan bentuk terowongan serta metode penggalian yang dipakai (Bieniawski, 1989)

Sedangkan untuk menentukan kestabilan lubang bukaan dapat ditentukan melalui stand-up time dari nilai RMR menggunakan grafik span terhadap stand-up time. Keakuratan dari stand-up time ini menjadi diragukan karena nilai stand-up time sangat dipengaruhi oleh metode penggalian, ketahanan terhadap pelapukan (*durability*), dan kondisi tegangan in situ yang merupakan parameter-parameter penting yang tidak tercakup dalam metode klasifikasi RMR. Oleh karena itu, sebaiknya grafik ini digunakan hanya untuk tujuan perbandingan semata.

d. Rock Mass Rating Basic (RMR Basic)

RMRbasic adalah nilai RMR dengan tidak memasukkan parameter orientasi kekar dalam perhitungannya. Untuk keperluan

analisis kemantapan suatu lereng, Bieniawski (1989) merekomendasikan untuk memakai sistem *Slope Mass Rating (SMR)* sebagai metode koreksi untuk parameter orientasi kekar.

Sedangkan *RMRbasic* adalah nilai *RMRbasic* dengan parameter kondisi air diasumsikan kering. *RMRbasic* bertujuan untuk melihat kondisi batuan secara alami tanpa adanya pengaruh air.

Tabel 9. Kelebihan Dan Kelemahan Metode RMR Bieniawski (Swart, A. H., 2004).

Kelebihan	Kekurangan
Telah dikenal dan digunakan secara luas.	Sangat bergantung terhadap metode penggalian yang digunakan. Rekomendasi penyangga yang diberikan hanya berlaku untuk bentuk terowongan tapal kuda dengan span maksimum 10 m dan kedalaman maksimum 900 m.
Adanya faktor koreksi terhadap orientasi kekar	Faktor koreksi terhadap orientasi kekar merupakan kategori yang kasar dan sulit ditentukan tanpa pengalaman yang luas. Pada kondisi terburuk, orientasi kekar tidak dipertimbangkan untuk mendapatkan pengaruh yang dominan pada
	perilaku massa batuan.
Adanya factor koreksi terhadap pengaruh air tanah.	Dalam praktiknya, beberapa kondisi kekar tidak dapat digambarkan secara akurat
Kondisi kekar yang digambarkan meliputi kontinuitas, separasi, kekasaran, isian, dan alterasi kekar.	Nilai RQD ditentukan melalui persamaan yang diberikan oleh Palmström. Nilai RQD yang diberikan oleh persamaan ini bisa menghasilkan nilai yang lebih besar daripada nilai RQD yang dihitung secara aktual.

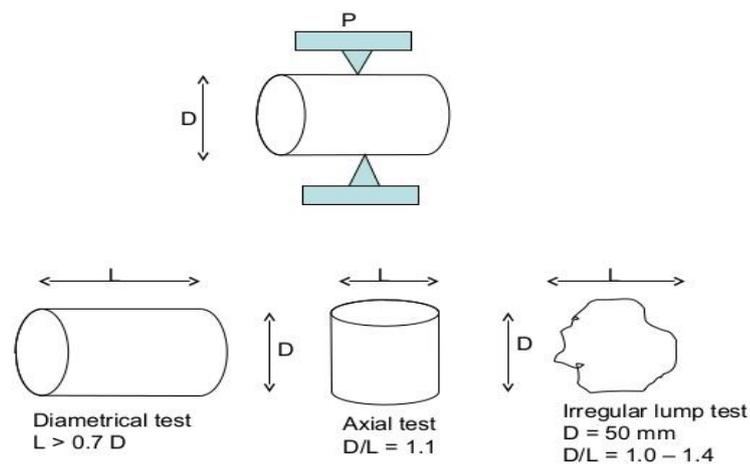
Mudah menggabungkan parameter- parameter yang diukur yaitu RQD dan jarak antar kekar untuk menjelaskan frekuensi kekar ataupun ukuran blok.	Metode RMR memperhitungkan frekuensi kekar dua kali, yaitu melalui RQD dan jarak antar kekar. Oleh karena itu, metode ini sangat sensitif terhadap perubahan dari spasi fraktur yang ada.
Kuat tekan uniaksial digunakan untuk menentukan kekuatan batuan intak. Nilai inidapat dengan mudah ditentukan uji poin load secara langsung dilapangan.	Tidak memperhitungkan pengaruh dari tegangan terinduksi dalam perkiraan kestabilan lubang bukaan.
Parameter-parameter penting dari massa batuan dapat ditentukan dari nilai RMR.	Metode RMR dikembangkan dari latar belakang teknik sipil yang berbeda dengan penggalian berbentuk lombong-lombong.
	Metode RMR sangat tidak sensitif terhadap kuat tekan batuan intak yang merupakan parameter penting dalam perilaku teknik dari massa batuan tertentu (Pells, 2000).
	Metode RMR tidak dapat membedakan perbedaan grade dari material batuan yang dihadapi dengan baik (Pells, 2000).
	Keakuratan dari nilai stand-up time yang diberikan oleh Bieniawski diragukan sejak nilai ini sangat bergantung terhadap metode penggalian yang digunakan, durability dan tegangan in situ yang merupakan parameter penting yang tidak tercakup dalam metode RMR. Oleh karena itu, grafik tersebut hanya digunakan untuk kepentingan perbandingan semata.
	Tidak memperhitungkan laju pada saat batuan segar melapuk ketika tersingkap ke permukaan.

e. Uji *Point Load*

Point load test adalah suatu tes yang bertujuan untuk menentukan kekuatan (*strenght*) dari batu yang di tes baik berupa silinder maupun yang bentuknya tidak beraturan. *Point load test* termasuk dalam uji kuat tekan, karena pada uji kuat tekan terdapat dua macam tes yaitu *point load test* dan *brazillian test*.

Pengujian *point load test* diterapkan pada percontohan yang berbentuk silinder maupun bongkahan batuan yang bentuknya tidak teratur. Pembebanan dilakukan di antara dua buah konus, dimana ujung konus akan menekan batu yang di uji pada satu arah garis lurus.

Terdapat tiga variasi pengujian, yaitu *diametrical test*, *axial test*, dan *irregular test*, yang mana pemilihannya tergantung batu yang di uji.



(Sumber : Mekanika Batuan, Dr. Ir. Suseno Karmadibrata)

Gambar 5. Bentuk contoh batuan untuk *Point Load Test*

Untuk perhitungan *Point Load Test* digunakan rumus sebagai berikut :

- 1) Indeks *point load* dapat langsung dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$I_s = F \frac{P}{D^2} \dots\dots\dots(1)$$

$$F = \left(\frac{D}{50}\right)^2 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan : I_s = Indeks *Strength*

P = beban maksimum

D = Jarak antar dua kanus

- 2) Nilai kuat tekan uniaksial dapat diperkirakan dengan persamaan :

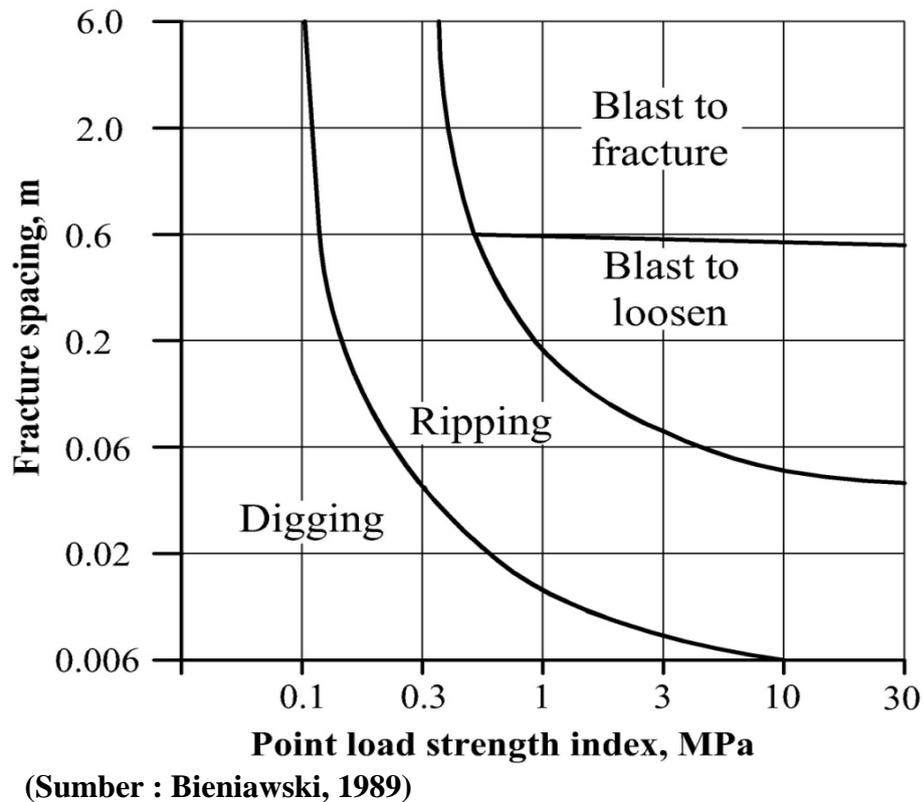
$$\sigma_c = 23 \times I_s \dots\dots\dots(3)$$

keterangan : I_s = Indeks *Strength (point load)*

σ_c = Kuat tekan (UCS)

6. Faktor Kemampugalian Batuan

Faktor kemampu galian merupakan klasifikasi massa batuan terhadap tindakan yang akan dilakukan untuk mendapatkan batuan tersebut melalui uji kuat fisik massa batuan. Dari hasil yang telah didapatkan dapat disimpulkan kegiatan/tindakan apa yang dapat dilakukan sesuai dengan effesiensinya. Hasil dari faktor kemampu galian dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kemampuan Galian

7. Peledakan

a. Kegiatan Peledakan

Kegiatan peledakan yaitu suatu upaya pembezaian batuan dari batuan induk menggunakan bahan peledak. Menurut kamus pertambangan umum, bahan peledak adalah senyawa kimia yang dapat bereaksi dengan cepat apabila diberikan suatu perlakuan, menghasilkan sejumlah gas bersuhu dan bertekanan tinggi dalam waktu yang sangat singkat.

Peledakan memiliki daya rusak bervariasi tergantung jenis bahan peledak yang digunakan dan tujuan digunakannya bahan peledak tersebut. Peledakan dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan,

baik itu positif maupun negatif, seperti untuk memenuhi tujuan politik, ideologi, keteknikan, industri dan lain-lain. Contohnya besi, baja dan logam lainnya, serta bahan galian industri, seperti batubara dan gamping seringkali menggunakan peledakan untuk memperoleh bahan galian tersebut, apabila dianggap lebih ekonomis dan efisien dari pada penggalian bebas (*free digging*) maupun penggaruan (*ripping*).

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

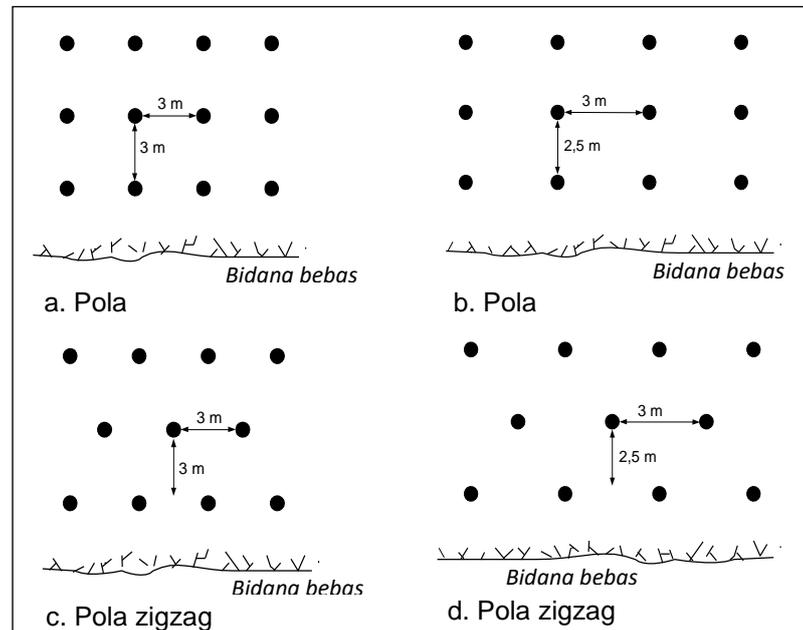
- 1) Target produksi terpenuhi(dinyatakan dalam ton/hari atau ton/bulan).
- 2) Penggunaan bahan peledak efisien yang dinyatakan dalam jumlah batuan yang berhasil dibongkar per kilogram bahan peledak (disebut *powder factor*).
- 3) Diperoleh fragmentasi batuan berukuran merata dengan sedikit bongkah (kurang dari 15% dari jumlah batuan yang terbongkar per peledakan).
- 4) Diperoleh dinding batuan yang stabil dan rata (tidak ada *overbreak*, *overhang*, retakan – retakan).
- 5) Aman.
- 6) Dampak terhadap lingkungan minimal.

(Koesnaryo, 1988 ; 1-2).

b. Pola Pemboran

Kegiatan pemboran lubang ledak merupakan suatu hal yang sangat penting diperhatikan sebelum kegiatan pengisian bahan peledak. Kegiatan pemboran lubang ledak dilakukan dengan menempatkan lubang–lubang ledak secara sistematis, sehingga membentuk suatu pola. Berdasarkan letak lubang bor maka pola pemboran dibagi menjadi dua pola dasar, yaitu:

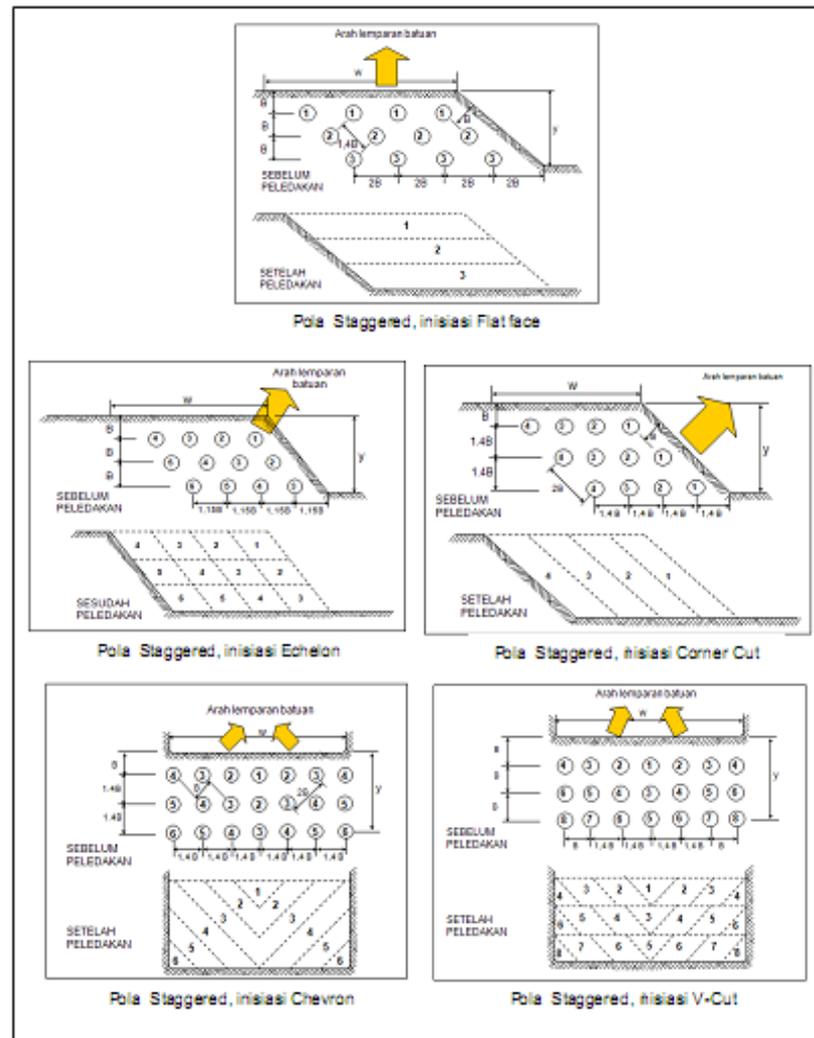
- 1) Pola pemboran sejajar (*parallel pattern*), terdiri dari dua macam, yaitu :
 - Pola bujursangkar (*square pattern*), yaitu jarak burden dan spasi yang sama
 - Pola persegi panjang (*rectangular pattern*), yaitu jarak spasi dalam satu baris lebih besar dibandingkan dengan burden.
- 2) Pola pemboran selang seling (*staggered pattern*), adalah pola pemboran yang penempatan lubang ledak ditempatkan secara selang seling pada setiap kolomnya. Dalam pola ini distribusi energi peledakan antar lubang akan lebih terdistribusi secara merata daripada pola bukan staggered. Pola zigzag terbagi menjadi Pola zigzag bujur sangkar ($B=S$) dan Pola zigzag persegi panjang ($S \geq B$).



Gambar 7. Pola Pemboran

c. Pola Peledakan

Pola peledakan merupakan urutan waktu peledakan antara lubang – lubang bor dalam satu baris dengan lubang bor pada baris berikutnya ataupun antara lubang bor yang satu dengan lubang bor yang lainnya. Pola peledakan ini ditentukan berdasarkan urutan waktu peledakan serta arah runtuh material yang diharapkan. Beberapa contoh pola peledakan berdasarkan sistem inisiasi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 8. Pola Peledakan Berdasarkan Sistem Inisiasi

Berdasarkan arah runtuh batuan, pola peledakan diklasifikasikan sebagai berikut :

- 1) *Box Cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke depan dan membentuk kotak
- 2) *Echelon cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan ke salah satu sudut dari bidang bebasnya.
- 3) “V” *cut*, yaitu pola peledakan yang arah runtuh batuan kedepan dan membentuk huruf V

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 (*delay time*) pada sistem peledakan antara lain adalah:

- Mengurangi getaran
- Mengurangi *overbreak* dan batu terbang (*fly rock*)
- Mengurangi getaran dan suara
- Dapat mengarahkan lemparan fragmentasi batuan
- Dapat memperbaiki ukuran fragmentasi batuan hasil peledakan

d. Hasil Peledakan

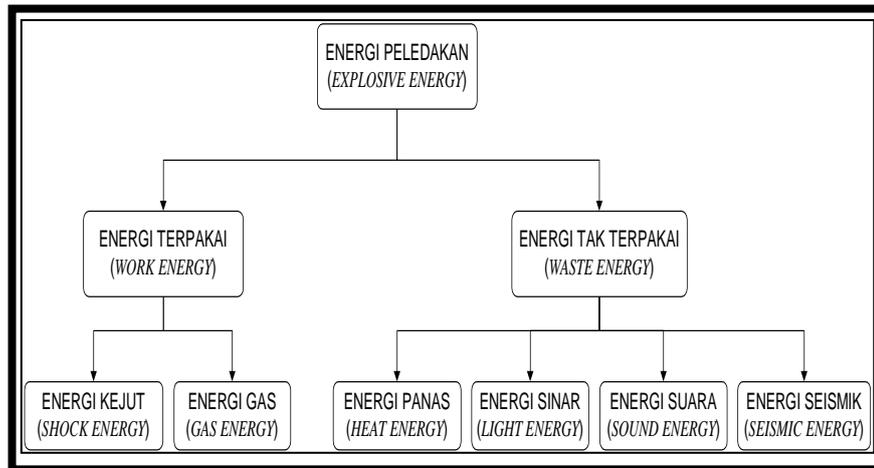
Energi bahan peledak ditimbulkan karena adanya reaksi eksotermis pada saat terjadi reaksi kimia antara bahan-bahan penyusun bahan peledak menjadi gas-gas dalam waktu yang sangat singkat melalui penyalaan oleh suatu inisiator (*primer*). Energi yang dilepaskan tersebut tidak dapat terkonsentrasi sepenuhnya untuk menghancurkan massa batuan (membentuk fragmentasi), tetapi terbagi dalam beberapa jenis energi yang terdistribusi menjadi dua bagian besar, yaitu energi terpakai (*work energy*) dan energi tak terpakai (*waste energy*).

1) Energi terpakai (*work energy*)

Terdapat dua jenis produk energi terpakai, yaitu energi kejut dan energi gas. Ditinjau dari aspek pemanfaatannya, bahan peledak yang memiliki energi kejut yang tinggi dapat diterapkan dalam proses peledakan bongkah batu (*boulder*) dengan metode *mud capping boulders* yang disebut juga *plaster shooting* atau untuk proses peruntuhan bangunan (*demolition*). Dengan demikian energi kejut secara efektif akan terlihat pada peledakan dengan menggunakan metode *external charge* atau muatan di luar lubang tembak. Sedangkan pada kolom lubang ledak dengan bahan peledak didalamnya disumbat atau dikurung rapat oleh material penyumbat (*stemming*), maka digunakan bahan peledak yang memiliki energi gas yang tinggi.

2) Energi tak terpakai (*waste energy*)

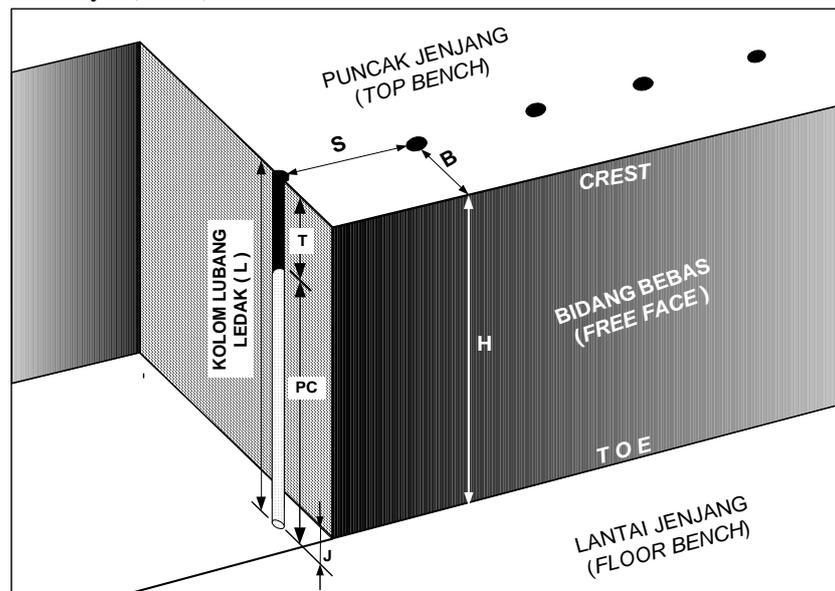
Reaksi peledakan disamping menghasilkan energi yang mampu menghancurkan batuan, juga akan selalu menghasilkan energi yang tidak berkaitan langsung dengan tujuan penghancuran batuan, bahkan akan memberi dampak negatif terhadap lingkungan. Energi yang tidak berkaitan langsung dengan proses penghancuran batuan dikelompokkan ke dalam “energi tak terpakai” atau *waste energy*. Jenis energi tak terpakai adalah energi panas, energi suara, energi sinar/cahaya dan energi seismik.



Gambar 9. Distribusi energi yang dihasilkan peledakan

f. **Geometri Peledakan Menurut C.J. Konya(1990)**

Untuk memperoleh hasil pembongkaran batuan sesuai dengan yang diinginkan maka perlu suatu perencanaan ledakan dengan memperhatikan besaran-besaran geometri peledakan. Berikut penjelasan mengenai perhitungan geometri peledakan menurut C.J.Konya (1990) :



Gambar 10. Geometri Peledakan Jenjang

Terminologi dan simbol yang digunakan pada geometri peledakan seperti terlihat pada Gambar 10 yang artinya sebagai berikut:

B : burden
 S : *spasi*
 H : tinggi jenjang
 J ; *subdrilling*
 L : kedalaman kolom lubang ledak
 T : penyumbat (*stemming*)
 PC : isian utama (*primary charge* atau *powder column*)

1) Burden(B)

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

- a) Burden terlalu kecil: bongkaran terlalu hancur dan tergeser dari dinding jenjang serta kemungkinan terjadinya batu terbang sangat besar.
- b) Burden terlalu besar : Fragmentasi kurang baik (gelombang tekan yang mencapai bidang bebas menghasilkan gelombang tarik yang sangat lemah di bawah kuat tarik batuan). Besarnya burden tergantung dari karakteristik batuan, karakteristik bahan peledak dan diameter lubang ledak.

$$B = 3,15 \times d_e \times \sqrt[3]{\left(\frac{\rho_e}{\rho_r}\right)} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- B = burden (ft),
 de = diameter bahan peledak (inci),
 ρ_e = berat jenis bahan peledak, dan
 ρ_r = berat jenis batuan.

2) Spacing(S)

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

- Spacing* terlalu besar : fragmentasi tidak baik, dinding akhir yang ditinggalkan relative tidak rata
- Spacing* terlalu kecil: tekanan sekitar *stemming* yang lebih besar dan mengakibatkan gas hasil ledakan dihamburkan ke atmosfer diikuti dengan suara bising (*noise*).

Spasi ditentukan berdasarkan sistem tunda yang direncanakan dan kemungkinannya adalah:

Tabel 10. Penentuan Spasi Geometri Peledakan Menurut C.J.Konya

Sistem Penyalaan	H/B < 4	H/B > 4
Serentak	$S = \frac{H + 2B}{3}$	S = 2B
Tunda	$S = \frac{H + 7B}{8}$	S = 1,4 B

Sumber : Suwandi, 2009; 26

3) *Stemming*

Stemming disebut juga “*collar*”. *Stemming* berfungsi untuk mengurung gas yang timbul dan mendapatkan *stress balance*, maka *stemming* sama dengan *burden*.

- a) Batuan massif, $T = B$
- b) Batuan berlapis, $T = 0,7 B$

4) *Subdrilling*

Merupakan tambahan kedalaman dari lubang bor di bawah rencana lantai jenjang. *Sub drilling* berfungsi supaya batuan dapat meledak secara “*full face*” sebagaimana yang diharapkan. Lantai yang tidak rata disebabkan oleh tonjolan-tonjolan yang terjadi setelah dilakukan peledakan akan menyulitkan waktu pemuatan dan pengangkutan. Tingginya *sub drilling* tergantung dari struktur dan jenis batuan dan arah lubang bor. Pada lubang bor yang miring, *subdrilling* lebih kecil. *Sub Drilling* (J) = 0,3 B

- 5) Penentuan diameter lubang dan tinggi jenjang mempertimbangkan 2 aspek, yaitu (a) efek ukuran lubang ledak terhadap fragmentasi, *airblast*, *flyrock*, dan getaran tanah; dan (b) biaya pengeboran. Tinggi jenjang (H) dan burden (B) sangat erat hubungannya untuk keberhasilan peledakan dan ratio H/B (yang dinamakan *Stiffness Ratio*) yang bervariasi memberikan respon berbeda terhadap fragmentasi, *airblast*, *flyrock*, dan getaran tanah yang hasilnya seperti terlihat pada Tabel 11.

Sementara diameter lubang ledak ditentukan secara sederhana dengan menerapkan “Aturan Lima (*Rule of Five*)”, yaitu ketinggian jenjang (dalam feet) “Lima” kali diameter lubang ledaknya (dalam inci).

Tabel 11. Potensi yang terjadi akibat variasi *stiffness ratio*

Stiffness Ratio	Fragmentasi	Ledakan udara	Batu terbang	Getaran tanah	Komentar
1	Buruk	Besar	Banyak	Besar	Banyak muncul <i>back-break</i> di bagian <i>toe</i> . Jangan dilakukan dan rancang ulang
2	Sedang	Sedang	Sedang	Sedang	Bila memungkinkan, rancang ulang
3	Baik	Kecil	Sedikit	Kecil	Kontrol dan fragmentasi baik
4	Memuaskan	Sangat kecil	Sangat sedikit	Sangat kecil	Tidak akan menambah keuntungan bila <i>stiffness ratio</i> di atas 4

Sumber : Konya, 1990; 127

g. Fragmentasi

Fragmentasi adalah istilah umum untuk menunjukkan ukuran setiap bongkah batuan hasil peledakan. Ukuran fragmentasi tergantung pada proses selanjutnya. Untuk tujuan tertentu ukuran fragmentasi yang besar atau boulder diperlukan, misalnya disusun sebagai penghalang (*barrier*) di tepi jalan tambang.

Namun kebanyakan diinginkan ukuran fragmentasi yang kecil karena penanganan selanjutnya akan lebih mudah. Ukuran fragmentasi terbesar biasanya dibatasi oleh dimensi mangkok alat gali (*excavator* atau *shovel*) yang akan memuatnya ke dalam *truck* dan oleh ukuran gap bukaan *crusher*.

1) Metode Pengukuran Fragmentasi

Empat metode pengukuran fragmentasi peledakan (Hustrulid, 1999; 38-42) adalah sebagai berikut :

a) Pengayakan (*sieving*)

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

b) *Boulder counting (production statistic)*

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

c) *Image analysis (photographic)*

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

d) Manual (*Measurement*)

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

2) **Prediksi Distribusi Fragmentasi Kuz-Ram**

Model Kuz-Ram merupakan gabungan dari persamaan Kuznetsov dan persamaan Rossin–Rammler. Persamaan Kuznetsov memberikan ukuran fragmen batuan rata-rata dan persamaan Rossin–Rammler menentukan persentase material yang tertampung di ayakan dengan ukuran tertentu. Persamaan Kuznetsov adalah sebagai berikut :

$$\bar{x} = Ax \left(\frac{V_o}{Q} \right)^{0.8} x Q^{0.167} \dots\dots\dots(5)$$

Dengan :

- \bar{X} = Ukuran rata-rata fragmentasi batuan (cm)
- A = Faktor batuan
- V_o = Volume batuan yang terbongkar (m^3)
- Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

Persamaan di atas untuk tipe bahan peledak TNT. Untuk itu Cunningham memodifikasi persamaan tersebut untuk memenuhi penggunaan ANFO sebagai bahan peledak. Sehingga persamaan tersebut menjadi :

$$\bar{x} = Ax \left(\frac{V_o}{Q} \right)^{0.8} x Q^{0.1667} \left(\frac{E}{115} \right)^{-0.63} \dots\dots\dots(6)$$

Dengan :

Q = Berat bahan peledak tiap lubang ledak (kg)

E = RWS bahan peledak : ANFO = 100, TNT = 115

Untuk menentukan distribusi fragmen batuan hasil peledakan digunakan persamaan Rossin – Rammler, yaitu :

$$R = e^{-\left(\frac{X}{X_c}\right)^n} \dots\dots\dots(7)$$

Dengan :

R = Persentase massa batuan yang lolos dengan ukuran X (cm)

X_c = Karakteristik ukuran (cm)

X = Ukuran Ayakan (cm)

n = Indeks Keseragaman

X_c dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini :

$$X_c = \frac{x}{(0,693)^{1/n}} \dots\dots\dots(8)$$

Indeks n adalah indeks keseragaman yang dikembangkan oleh Cunningham dengan menggunakan parameter dari desain peledakan. Indeks keseragaman (n) ditentukan dengan persamaan di bawah ini :

$$n = \left(2,2 - \frac{14B}{D}\right) \left(1 - \frac{W}{B}\right) \left(1 + \frac{A-1}{2}\right) \left(\frac{PC}{H}\right) \dots\dots\dots(9)$$

Dengan :

B = Burden (m)

D = Diameter (m)

W = Standar deviasi lubang bor (m)

A = Ratio spasi/burden

PC = Panjang muatan handak (m)

H = Tinggi jenjang (m)

Sumber : Konya, 1990; 135-136

3) Pembobotan Faktor Batuan

Salah satu data masukan untuk model Kuz-Ram adalah faktor batuan yang diperoleh dari indeks kemampusedakkan atau *Blastability index* (BI). Nilai BI ditentukan dari penjumlahan bobot lima parameter yang diberikan oleh Lily (dalam Hustrulid, 1999), yaitu : *Rock mass description* (RMD), *join plane spacing* (JPS), *joint plane orientation* (JPO), *specific gravity influence* (SGI), dan *Moh's hardness* (H). Parameter-parameter tersebut kenyataanya sangat bervariasi. Secara lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12. Pembobotan Masa Batuan Untuk Peledakan

<i>Parameter</i>	<i>Pembobotan</i>
1. <i>Rock Mass Description (RMD)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Powdery / Friable</i> ▪ <i>Blocky</i> ▪ <i>Totally massive</i> 	<i>NILAI</i> 10 20 50
2. <i>Joint Mass Description (JPS)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Close (Spasi < 0,1 m)</i> ▪ <i>Intermediate (Spasi 0,1 - 1 m)</i> ▪ <i>Wide (Spasi > 1 m)</i> 	10 20 50
3. <i>Joint Plane Orientation (JPO)</i> <ul style="list-style-type: none"> ▪ <i>Horizontal</i> ▪ <i>Dip out of face</i> ▪ <i>Strike normal to face</i> ▪ <i>Dip into face</i> 	10 20 30 40
4. <i>Specific Gravity Influence (SGI)</i> $SGI = 25 \times SG - 50$	
5. <i>Hardness (H)</i>	H = 0,05 (UCS), <i>Rating</i> 1-10 (skala Mohs)

Sumber : P.A. Lilly, 1986

Tabel 13. Skala Moh's

Kekerasan	Nama Mineral	Alat penguji
1	<i>Talc</i> (Talk)	Sangat Lunak
2	<i>Gypsum</i> (Gypsum)	Tergores kuku manusia
3	<i>Calcite</i> (Kalsit)	Tergores koin perunggu
4	<i>Flourspar</i> (Flourite)	Tergores paku besi
5	<i>Apatite</i> (Apatit)	Tergores kaca
6	<i>Feldspar</i> / Ortoklas	Tergores pisau lipat
7	<i>Quartz</i> (Kuarsa)	Tergores pisau baja
8	<i>Topaz</i>	Tergores amplas
9	<i>Corondum</i>	
10	<i>Diamond</i> (Intan)	

Sumber ; hustrulid, 1999;83

Hubungan antara kelima parameter tersebut terhadap BI dapat dilihat pada persamaan berikut :

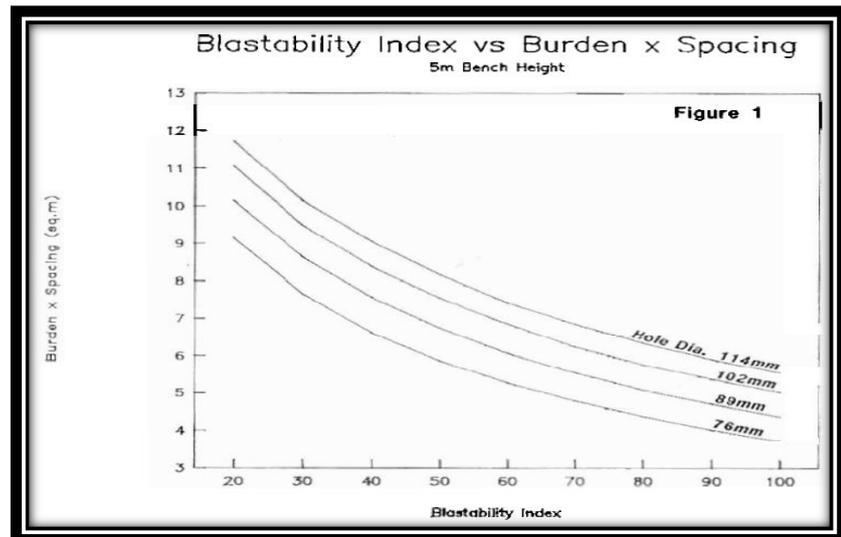
$$BI = 0,5 (RMD + JPS + JPO + SGI + H) \dots\dots\dots(10)$$

Persamaan yang memberikan hubungan antara faktor batuan dengan indeks kemampuledakkan suatu batuan menurut Lily (1986) adalah sebagai berikut :

$$A = 0,12 \times (BI) \dots\dots\dots(11)$$

4) Korelasi *Blastability Index* (BI) terhadap *Powder Factor*

Berdasarkan hasil perhitungan *blastability index* maka dapat dikorelasikan dengan penggunaan *powder factor* sebagai berikut :



Gambar 11. Korelasi *Blastability Index* terhadap geometri

Adapun hubungan korelasi *blastability index* terhadap powder factor menurut Dr. Ir. S. Koesnaryo, Msc, IPM adalah *Powder Factor* (CE) atau *Energy Factor* (FE) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$CE = 0,004 BI$$

$$FE = 0,015 BI$$

C. Penelitian Relevan

Penelitian–penelitian yang relevan terkait permasalahan yang akan diteliti disusun berdasarkan judul penelitian sebagai berikut :

1. Hasil penelitian S. Koesnaryo dari Fakultas Teknologi Mineral UPN “Veteran” Yogyakarta dengan judul **Beberapa Penyelidikan**

Geomekanika Yang Mudah Untuk Mendukung Rancangan Peledakan sebagai karya penelitian untuk kegiatan Simposium dan Seminar Geomekanika Ke – 1 tahun 2012. Dimana penelitian bertujuan untuk mendapatkan pengaruh massa batuan terhadap kegiatan peledakan baik dari geometri sampai bahan peledak. Pada penelitiannya menggunakan korelasi massa batuan dan *blastability index* dari persamaan Lilly (1986).

2. Hasil penelitian Moamar Aprilian Ghadafi, Syamsul Komar, dan Djuki Sudarmono dari Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya di PT. Bukit Asam (Persero) Tbk dengan judul penelitian **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**. Peningkatan Produktivitas alat gali muat berdasarkan hasil peledakan dengan memperhitungkan massa batuan. Dengan menggunakan *blastability index* sebagai acuan untuk menentukan geometri peledakan untuk mencapai hasil yang paling efektif.
3. Hasil penelitian Siti Rofikoh, Ir. Dwiyanto JS, MT dan Najib, ST., M. Eng., Ph. D dari Program Studi Teknik Geologi Universitas Diponegoro. Dengan judul penelitian **Studi Sistem Rekahan Pada Fasies Batu Gamping Gunung Kromong Dalam Hubungannya Dengan Fragmentasi Hasil Peledakan**. Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan fragmentasi hasil peledakan yang optimal

pada batu gamping kompleks Gunung Kromong. Perhitungan fragmentasi dilakukan dengan meneliti karakteristik massa batuan masing – masing fasies batu gamping menggunakan *blastability index*.

4. Hasil penelitian Chatziangelou M. dan Christaras B. dari *Department of Geology, Aristotle University of Thessaloniki, Greece*. Dengan judul penelitian ***Rock Mass Blastability Dependence On Rock Mass Quality***. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai hasil peledakan berdasarkan massa batuan dengan menggunakan metode *blastability index*.
5. Hasil Penelitian M. Nikzad, A. Wetherelt, A.B. Yasrebi dan N. Karim dari *Department of Mining Engineering, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*. Dengan judul ***Rock Mass Quality Determination in Blasting at Jalal – Abad Iron Ore Mine***. Penelitian ini bertujuan untuk mencapai hasil peledakan yang efisien dengan memperhitungkan massa batuanya terhadap rekahan – rekahan yang terdapat dilapangan. Penelitian menggunakan metode korelasi *blastability index* dengan metode peledakan.
6. Hasil penelitian M. Chatziangelou dan B. Christaras dari *Aristotle University of Thessaloniki* dengan judul ***A Geological Classification of Rock Mas Quality and Blast Ability for Widely Spaced Formations***. Penelitian yang menghubungkan massa batuan terhadap kemampuan ledak dan dampak terhadap formasi batuan.

7. Hasil penelitian P. A. Lilly dengan judul *The Use Blastability Index in The Design of Blasts for Open Pit Mines*. Kajian mengenai hubungan *blastability index* terhadap massa batuan. Dengan penelitian memperhitungkan bidang diskontinuitas batuan dengan jumlah bahan peledakan atau efisiensi *powder factor*.
8. Hasil penelitian Reny susanti, Tedy Agung Cahyadi dan Mahasiswa Teknik Pertambangan UPN Veteran Yogyakarta dengan judul **Kajian Teknis Operasi Peledakan Untuk Meningkatkan Nilai Perolehan Hasil Peledakan di Tambang Batubara Kab. Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur**. Peningkatan nilai perolehan hasil peledakan dengan mempertimbangkan unsur mekanika tanah atau gajian terhadap massa batuan area peledakan untuk meminimalisir pemakaian bahan ledak.
9. Hasil penelitian Indra Gumanti Putra, M. Taufik Toha dan Djuki Sudarmono dari Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya. Dengan judul penelitian **Evaluasi Geometri Peledakan Terhadap Fragmentasi Batuan Menggunakan Bahan Peledak Anfo dan Bulk Emulsion Pada Lapisan *Interburdent PIT 4500* Blok Selatan PT. PAMA PERSADA – DAHANA**. Memperhitungkan geometri peledakan dan hasil peledakan dengan memperhatikan atau menghubungkan massa batuan dengan penggunaan *powder factor* dan hasil fragmentasi batuan.
10. Hasil penelitian Paul Singh dan Ravindra Narendrula dari Laurentian *University* Sudbury, Ontario, Canada. Dengan judul penelitian *The Influence of Rock Mass Quality in Controlled Blasting*. Penelitian ini menganalisis pengaruh massa batuan terhadap kegiatan peledakan.

D. Kerangka Konseptual

Berdasarkan hasil uraian diatas dengan maksud dan tujuan penelitian yaitu untuk memperoleh hasil korelasi *powder factor* terhadap massa batuan dengan menggunakan metode persamaan lilly (1986). Adapun kerangka berfikir dalam penelitian ini sebagai berikut :

Tabel 14. Kerangka Konseptual Penelitian

<i>Input</i>	<i>Process</i>	<i>Output</i>
A. Data Primer	1. Penyelidikan awal wilayah	1. Memperoleh nilai Rock
1. Data – data parameter Geomekanika :	2. Pengambilan data parameter – parameter geoteknik dilapangan	Mass Rating massa batuan yang ada dilapangan sebagai acuan perusahaan untuk studi geoteknik.
• RQD	3. Pengambilan sampel uji	2. Memperoleh korelasi antara massa batuan terhadap <i>powder factor</i> .
• JPS	4. Menghitung Nilai <i>Rock Mass Rating (RMR)</i> .	
• JPO	5. Menganalisa persamaan lilly (<i>blastability index</i>)	
• SGI	6. Mengkorelasi antara <i>Blastability Index</i> terhadap <i>Powder Factor</i> .	
• Hardness		
B. Data Sekunder		
1. Peta lokasi		
2. Peta wilayah IUP		
3. Kondisi geologi		
4. Stratiografi wilayah		
5. Data curah hujan		
6. Data litologi		

BAB V PENUTUP

A. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan data parameter geoteknik di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama seperti berikut :
 - a. Nilai *Rock Mass Description* adalah 3 kekar/meter.
 - b. Nilai *Joint Plane Spacing* adalah 25 sampai 30 cm.
 - c. Nilai *Joint Plane Orientation* adalah *Strike normal to face*.
 - d. Nilai *Specific Gravity* adalah 2,14.
 - e. Nilai *Uniaxial Compressive Strength* berdasarkan hasil Uji *Point Load* adalah 95,10 MPa.
2. Dari data parameter di lapangan dan disesuaikan dengan nilai pembobotan *Blastability Index* maka didapatkan nilai total bobot untuk *Blastability Index* di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama sebesar **54,125**.
3. Nilai geometri peledakan aktual di lokasi penambangan blok A2 di *site* CV. Triarga Nusatama adalah sebagai berikut :
 - a. Nilai diameter ludak ledak adalah 3 inch.
 - b. Nilai *burden* adalah 2 meter.
 - c. Nilai *spacing* adalah 2 meter.
 - d. Nilai *stemming* adalah 3,5 meter.
 - e. Nilai kolom isian bahan peledak adalah 2 meter.
 - f. Nilai kedalaman lubang ledak adalah 5,5 meter.

- g. Nilai tinggi jenjang adalah 5 meter.
 - h. Nilai *sub-drilling* adalah 0.5 meter.
 - i. Nilai jumlah bahan peledak per lubang adalah 8 kg.
 - j. Nilai kekuatan relatif handak adalah 100
 - k. Nilai faktor batuan adalah 6,5.
4. Nilai geometri peledakan menggunakan persamaan Lilly berdasarkan *blastability index* di CV. Triarga Nusatama yang dihubungkan dengan tabel geometri dari persamaan Lilly (Lampiran F) adalah sebagai berikut :
- a. Nilai diameter ludak ledak adalah 3 inch.
 - b. Nilai *burden* adalah 3 meter.
 - c. Nilai *spacing* adalah 2 meter.
 - d. Nilai *steaming* adalah 3,5 meter.
 - e. Nilai kolom isian bahan peledak adalah 2 meter.
 - f. Nilai kedalaman lubang ledak adalah 5,5 meter.
 - g. Nilai tinggi jenjang adalah 5 meter.
 - h. Nilai *sub-drilling* adalah 0.5 meter.
 - i. Nilai jumlah bahan peledak per lubang adalah 8 kg.
 - j. Nilai kekuatan relatif handak adalah 100.
 - k. Nilai faktor batuan adalah 6,5.
5. Berdasarkan hasil peledakan yang telah dilakukan di lapangan dengan menggunakan beberapa geometri hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwasanya geometri yang lebih baik digunakan adalah geometri yang menggunakan persamaan Lilly, karena dari segi penggunaan bahan bakar

dan hasil yang diinginkan oleh pihak perusahaan lebih menguntungkan dibandingkan geometri yang lain. Perbandingannya nilai geometri peledakan seperti pada tabel 28 berikut :

Tabel 28. Perbandingan Geometri peledakan

Variabel Peledakan	Geometri Aktual	Geometri I (BI)	Geometri II
Diameter mata bor	3,0"	3,0"	3,0"
<i>Burden</i> (B)	2 m	3 m	3 m
<i>Spacing</i> (S)	2 m	2 m	3 m
Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m	5,5 m	5,5 m
Tinggi jenjang yang (L)	5 m	5 m	5 m
Jumlah bahan peledak/lubang	8 Kg	8 Kg	8 Kg
<i>Powder Factor</i>	0,36 Kg/m ³	0,24 Kg/m ³	0,16 Kg/m ³
Batuan Terbongkar/ lubang	22 m ³	33 m ³	49,5 m ³
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 10 cm	70,75 %	90,18 %	92,80 %
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 120 cm	16,35 %	28,91 %	40,77 %

6. Nilai *powder factor* yang diperoleh melalui perhitungan *blastability index* adalah **0,22**. Adapun korelasi rancangan geometri persamaan lilly dengan menggunakan nilai *powder factor* tersebut dapat dilihat pada tabel 29 berikut :

Tabel 29. Rancangan geometri berdasarkan *Blastability Index*

Variabel Peledakan	Geometri Aktual	Geometri I (BI)	Geometri II
Diameter mata bor	3,0''	3,0''	3,0''
<i>Burden</i> (B)	2 m	3 m	3 m
<i>Spacing</i> (S)	2 m	2 m	3 m
Kedalaman lubang ledak (H)	5,5 m	5,5 m	5,5 m
Tinggi bahan peledak (PC)	1,2 m	1,8 m	2,7 m
Jumlah bahan peledak/lubang	4,8 Kg	8 Kg	12 Kg
<i>Powder Factor</i>	0,22 Kg/m ³	0,22 Kg/m ³	0,22 Kg/m ³
Batuan Terbongkar/lubang	22 m ³	33 m ³	49,5 m ³
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 10 cm	95,03 %	92,19 %	86,68 %
Fragmentasi Tertahan pada Ukuran 120 cm	54,26 %	37,67 %	18 %

Berdasarkan perhitungan diatas dapat dilihat perbedaan dari ketiga perhitungan yaitu dipenggunaan bahan peledak yang disesuaikan dengan nilai *powder factor* yang didapatkan dari *blastability index*. Jadi hasil ini bisa digunakan apabila pihak perusahaan ingin mengefisienkan nilai dari bahan peledak pada kegiatan peledakan.

B. SARAN

1. Dalam menggunakan metode *blastability index* yang baik dan berhubungan dengan kemampuan ledak batuan diperlukan ketelitian dalam menentukan nilai dari parameter geomekanika yang didapatkan di lapangan.

2. Sebaiknya untuk mendapatkan hasil yang baik untuk nilai *blastability index* alangkah baiknya memiliki banyak sampel atau daerah pemetaan yang benar – benar bisa mendukung penelitian.
3. Untuk mendapatkan geometri yang baik dalam melakukan peledakan pada suatu lokasi penambangan, perlu dilakukannya banyak percobaan. Sehingga akan didapatkan perbandingan yang akurat antara satu geometri dengan geometri lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Christaras, M. Chatziangelou, 2014. “*Blastability Quality System (BQS) for using it, in bedrock excavation*” *Structural Engineering and Mechanics, Techno – Press Ltd.*, vol. 51, no. 5, pp. 823 – 845.
- Bieniawski, Z. T. 1989. *Engineering Rock Mass Classification*. New York: Wiley.
- Deere D. U. And Deere D.W. 1998. *The rock quality designation (RQD) index in practice, in Rock classification system for engineering purposes*, (eds. L. Dirkaldie), *ASTM Special Publication 984*, 91 – 101. Philadelphia: Am. Soc. Test. Mat.
- Hoek E. 1994. *Strength of rock and rock masses, ISRM New Journal*, 2(2). 4 –16.
- Hoek E., Marinos P, and Benissi M. 1998. *Applicability of the Geological Strength Index (GSI) classification for very weak and sheared rock masses. The case of the Athens Schist Formation, Bull. Engg. Geol. Env.* 57(2), 151 – 160.
- Koesnaryo. 2010, *Mekanika Batuan, Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN “Veteran” Yogyakarta*.
- Konya C.J., and Walter E.J., 1990. “*Surface Blast Design*”, Prentice Hall, USA.
- Konya, C.J. dan Walter, E.J. 1991. *Rock Blasting and Overbreak Control. Montville: National Highway Institute*.
- Kramadibrata, Suseno., Singgih Saptono., Sulistiyanto., dan Masyhur Irsyam. 2012. *Studi Jarak Kekar Berdasarkan Pengukuran Pada Singkapan Massa Batuan Sedimen di Lokasi Tambang Batubara. Prosiding Simposium dan Seminar Geomekanika ke – 1 Tahun 2012*.
- Lilly, Peter. 1986. *An Empirical Method of Assessing Rock Mass Blastability. The Aus IMM/IE Aust Newman Combine Group, Large Open Pit Mining Conference*, 89 – 92.
- M. Chatziangelou, B. Christaras, 2013. “*Blastability Index on poor quality rock mass*” *Int. J. Of Civil Engineering (IJCE)*, Vol. 2, no. 5, pp. 9 – 16.
- Suwandi, A. 2009. “*Diktat Kursus Juru Ledak XIV pada Kegiatan Penambangan Bahan Galian*”. Pusdiklat Teknologi Mineral dan Batubara. Bandung.
- Osmaini S.H., Heri Prabowo, dan Raimon Kopa. 2018. *Pemetaan Kestabilan Lereng Pada Lokasi Penambangan Emas Pit Durian PT. J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongodow Sulawesi Utara. E-Journal Unp.*