

Analisis Kemampugalian dan Kemampugaruan Material Pit B Tambang Emas Kabupaten Aceh Tengah

Alio Jasipto^{1, a, b}, Simon Heru Prasetyo², Muhammad Zaini Arief³, Damar Kusumanto⁴, Ali Rahman⁴, Nursetyo C⁴

¹ Prgram Studi Teknik Pertambangan, Jurusan Teknologi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung, 35365, Indonesia.

² Prodi Rekayasa Pertambangan, Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesa, Siliwangi, Kec. Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat, 40132, Indonesia.

³ Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Jl. Brigjen Haji Hasan Basri, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, 70124, Indonesia.

⁴ Perusahaan Tambang Emas, Aceh Tengah, Aceh, Indonesia.

^a Kelompok Keilmuan Penambangan, Pengolahan dan Pemurnian, Program Studi Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung, 35365, Indonesia.

^b Pusat Riset dan Inovasi Teknologi Kebumihan dan Mineral, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung, 35365, Indonesia

* Corresponding email: alio.jasipto@ta.itera.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima
13/09/2021
Disetujui
29/12/2021
Diterbitkan
31/12/2021

Abstrak

Penilaian pemberaian massa batuan di area pit tambang perlu dilakukan untuk mengetahui kemampugalian dan kemampugaruan pada batuan saat penambangan dilakukan. Kemampugalian dan kemampugaruan pada batuan dapat ditentukan dengan metode empiric. Studi ini menggunakan kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) untuk menentukan kemampugalian dan kemampugaruan batuan pit B pada sebuah tambang emas yang berada di Kabupaten Aceh Tengah. Kedua kriteria ini membutuhkan data nilai *Point Load Index* dan *fracture spacing* yang diperoleh dari uji laboratorium dan penilaian bidang lemah dilapangan dari massa batuan yang dianalisis. Berdasarkan hasil analisis kemampugalian dan kemampugaruan dengan menggunakan kedua kriteria tersebut, pemberaian massa batuan pada pit B masuk pada kriteria *easy digging*, *hard digging*, *hard ripping* dan *blast to losen*. Secara keseluruhan batuan *mudstone* di pit B dapat digali langsung dengan alat mekanis dan batuan *limestone* serta *jasperoid* dengan metode peledakan.

Kata Kunci: Kemampugalian dan kemampugaruan, *Point load index*, *fracture spacing*.

Abstract

This study uses Franklin (1971) and Pettifer & Fooks (1994) criteria to determine the breaking method of rocks on Pit B of a gold mining located on Aceh Tengah Regency. Both criteria require the value of point load index (PLI) and fracture spacing of the analyzed rock mass. Based on the analysis results of the excavability and rippability using the two mentioned criteria, the breaking of rock mass on Pit B are categorized as easy digging, hard digging, hard ripping, and blast to losen. This study was conducted to determine the hardness of the material around the Pit B area which can be excavated by mechanical or by the blasting method.

Keywords: Excavability and Rippability, Point load index, fracture spacing.

1. Pendahuluan

Studi kemampugalian dan kemampugaruan pada perencanaan tambang pasti dilakukan. Hal ini menjadi salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam dokumen studi kelayakan. Hasil studi ini digunakan untuk menentukan zona material di area sekitar pit yang dapat digali langsung dengan alat

mekanis atau harus menggunakan metode peledakan. Hasil studi ini juga berkaitan erat dengan perencanaan target produksi, jumlah dan jenis alat, serta jumlah bahan peledak.

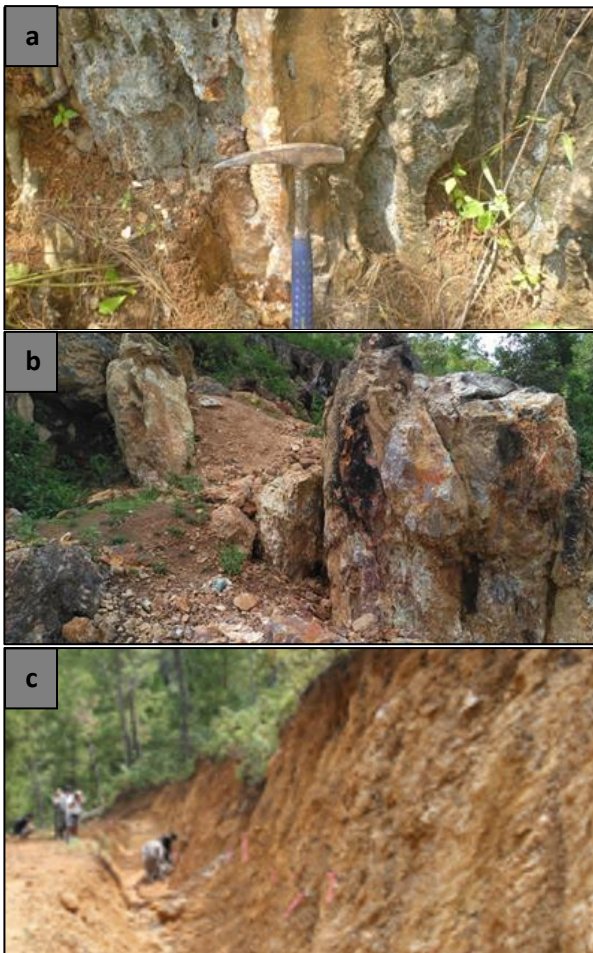
Studi ini dilakukan pada pit B tambang emas di Kabupaten Aceh Tengah. Material penyusun pit B ini terdiri atas *limestone*, *jasperoid*, dan *mudstone*.

Lapisan *mudstone* terletak paling dangkal, diikuti *jasperoid* dan *limestone* berada paling bawah.

Berdasarkan data lapangan diatas dan data pengujian laboratorium yang lebih lanjut, studi ini akan memperkirakan kekuatan batuan *limestone*, *jasperoid*, dan *mudstone* pada pit B dapat digali secara langsung dengan alat mekanis atau harus dengan metode peledakan.

2. Metode

Sumber data yang digunakan dalam analisis diperoleh dari hasil survei lapangan dan pengujian laboratorium. Pada survei lapangan didapatkan singkapan untuk masing-masing material penyusun tersebut yang dapat dilihat pada Gambar 1. Berdasarkan hasil survei lapangan ini diharapkan dapat menggambarkan kondisi geologi, salah satunya adalah *fracture spacing* [3].



Gambar 1. Singkapan material (a) *limestone*, (b) *jasperoid*, dan (c) *mudstone*.

Untuk mendukung hasil survei lapangan, dilakukan pengeboran hingga diperoleh inti batuan yang diberikan pada Gambar 2. Sebagian inti batuan ini akan dibawa ke laboratorium untuk pengujian *point load index* [6,9,10,11,12].



Gambar 2. Inti batuan (a) *limestone*, (b) *jasperoid*, dan (c) *mudstone*.

Analisis kemampugalian dan kemampugaruan dilakukan secara empirik dengan menggunakan dua kriteria, yaitu kriteria franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) [1,4].

Data yang digunakan untuk analisis kemampugalian dan kemampugaruan berdasarkan kedua kriteria diatas adalah *point load index (PLI)* dan *fracture spacing*. Untuk mendapatkan nilai ini, pendekatan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Nilai *PLI* didapat dari nilai kuat tekan uniaksial atau UCS berdasarkan persamaan ISRM (1985) [2].

$$UCS = 20 - 25PLI \tag{1}$$

- Nilai *fracture spacing* didapat dari *Rock Quality Designation* atau *RQD* berdasarkan persamaan Priest dan Hudson (1976) [3].

$$RQD = 100(0,1\lambda + 1)exp^{-0,1\lambda} \tag{2}$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2) diperoleh nilai *point load index* dan *fracture spacing*, kedua nilai ini akan di masukkan kedalam grafik kriteria Fraklin dan kriteria Pettifer & Fooks.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil PLI dan fracture spacing

Berdasarkan hasil pengujian laboaratorium, nilai *uniaxial compressive strength* (UCS) untuk batuan mudstone, jasperoid, dan limestone masing-masing adalah 0,14 MPa, 131 MPa, dan 51 MPa. Nilai UCS ini digunakan untuk mendapatkan nilai *point load index* (PLI) dengan persamaan (1). Selanjutnya dengan persamaan (2) diperoleh hubungan nilai *Rock Quality Design* (RQD) dengan frekuensi kekar dan jarak kekar (*fracture spacing*) [5]. Nilai RQD masing-masing batuan diperkirakan pada range 20-80 persen, hal ini diharapkan dapat mengakomodir semua batuan yang ada di pit B. Nilai PLI dan frakture pada setiap batuan diberikan pada Tabel 1.

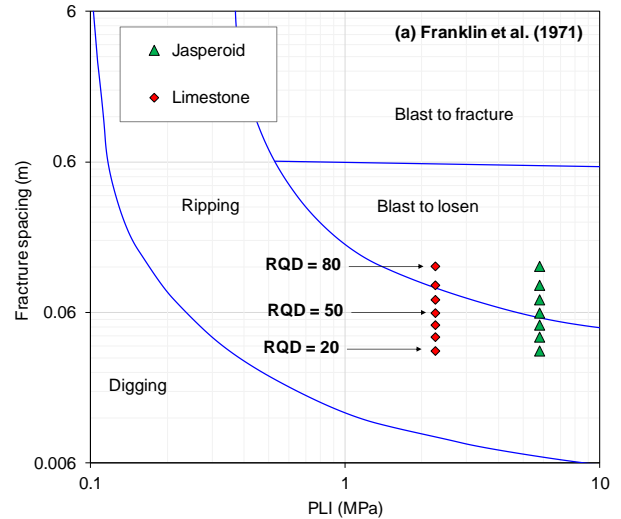
Tabel 1. Nilai PLI dan fracture pada setiap batuan di pit B.

Material	UCS (MPa)	PLI (MPa)	RQD (%)	Frekuensi kekar, λ (1/m)	Jarak Kekar (m)
Mudstone	0,14	0,006	20	30,0	0,03
			30	24,4	0,04
			40	20,2	0,05
			50	16,8	0,06
			60	13,8	0,07
			70	11,0	0,09
Jasperoid	131	5,8	20	30,0	0,03
			30	24,4	0,04
			40	20,2	0,05
			50	16,8	0,06
			60	13,8	0,07
			70	11,0	0,09
Limestone	51	2,3	20	30,0	0,03
			30	24,4	0,04
			40	20,2	0,05
			50	16,8	0,06
			60	13,8	0,07
			70	11,0	0,09
			80	8,2	0,12

Nilai PLI dan jarak kekar pada tabel diatas akan dimasukkan pada masing-masing grafik kriteria Franklin dan Pettifer & Fooks.

3.2. Kriteria Franklin et al, 1971.

Berdasarkan nilai PLI dan jarak kekar pada Tebel 1, selanjutnya dimasukkan pada kurva Franklin (1971) untuk mendapatkan perkiraan kemampuan dan kemampuan setiap material yang ada pada pit B seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

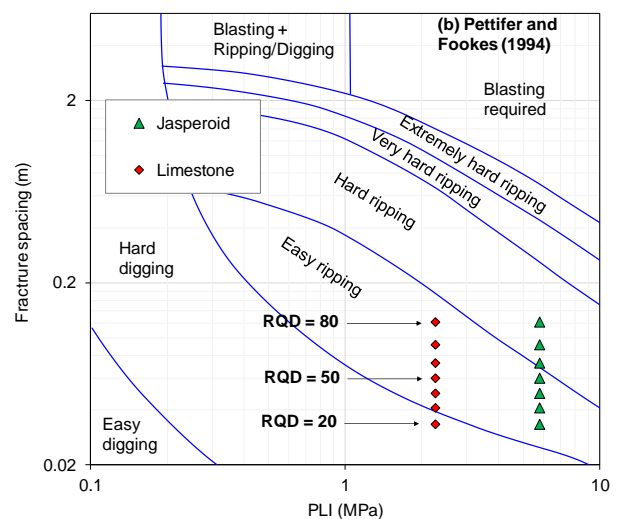


Gambar 3. Hasil kemampuan dan kemampuan material penyusun lereng Pit B pada kriteria Franklin et al. (1971)

Berdasarkan kriteria ini, material *limestone* masuk kedalam metode *ripping* untuk RQD massa batuan yang berada pada rentang RQD = 20-60%, sedangkan untuk RQD > 70%, penggalian *limestone* masuk kedalam metode *blast to loosen*. Sementara itu, *jasperoid* masuk kedalam metode *blast to loosen* untuk RQD > 50%. Untuk material *mudstone* masuk pada kriteria *digging* dikarenakan nilai PLI kurang dari 0,1 MPa.

3.3. Kriteria Pettifer & Fooks, 1994.

Untuk kriteria ini, menggunakan nilai PLI dan jarak kekar yang sama pada penggunaan kriteria Franklin sebelumnya. Hasil kemampuan dan kemampuan menurut kriteria Pettifer & Fooks diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil kemampuan dan kemampuan material penyusun lereng Pit B pada kriteria Pettifer dan Fooks (1994)

Berdasarkan kriteria ini, material limestone dan jasperoid masuk kedalam metode *hard digging* hingga *hard ripping*, sedangkan material mudstone masuk kedalam metode *digging* dan *easy digging*. Hal ini dikarenakan mudstone merupakan material yang paling lunak dengan nilai $UCS = 0,14$ MPa dan $PLI = 0,006$ MPa.

Untuk perbandingan metode penggalian dilokasi lain dengan perkiraan nilai RQD, PLI, dan batuan yang sejenis dapat dilihat pada hasil penelitian analisis metode penggalian batuan berdasarkan kriteria Franklin pada batu *dolomite* di

PT. Bakapindo, Sumatera Barat [8]. Menurut penelitian tersebut batuan *dolomite* memiliki nilai rata-rata RQD 68,9 % dan rata-rata PLI 4,7 digali dengan metode *blast to losen*. Jika dibandingkan dengan hasil studi ini, batuan *limestone* dan *dolomite* merupakan tipe batuan yang sama yaitu batuan sedimen dan masuk kedalam batuan karbonat.

Hasil studi ini juga dibandingkan dengan kumpulan metode penggalian massa batuan dari Turkey oleh Dagfelenler (2021) [7], yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kumpulan metode penggalian massa batuan dari Turkey.

Site Number	Rock Type	Photo no. of the rock mass	GSI	PLI Index, I_{s50} (MPa)	Excavation method	Location
H1	Marl	1	30	0,78	Digger	Himmetoglu Lignite Open Pit at Bolu-Goyuk
H2	Marl	2	27,5	0,93	Digger	
C1	Serpentine	3	30	0,17	Digger-Ripper	Lignite Open Pit Mine at Can-Canakkale
C2	Coal	4	31	2,37	Digger-Ripper	
C3	Marl	5	17.5	2,76	Digger-Ripper	
C4	Marl	7	32	1,43	Digger-Ripper	
C5	Coal	8	34	0,51	Digger-Ripper	
BG	Meta-greywacke	9	27	5,17	Ripper (Hard)	Slope excavations in Can-Biga
L1	Limestone	10	75	4,94	Blasting	Old and active rock quarries close vicinity of Ankara
L2	Limestone	11	52.5	4,84	Blasting	
L3	Limestone	12	48	3,06	Hammer	
L4	Limestone	14	61	4,62	Blasting	



Berdasarkan Tabel 2 di atas, batuan *limestone* dan *jasperoid* yang memiliki nilai PLI 2,3 hingga 5,8 masuk pada metode penggalian *digger-ripper*, *hammer*, dan *blasting*, sedangkan untuk batuan mudstone dengan nilai PLI 0,006 MPa masuk ke dalam metode penggalian *digger*

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis kemampugalian dan kemampugaruan menggunakan kriteria Franklin et

al. (1971) dan Pettifer dan Fookes (1994), batuan *mudstone* dengan nilai PLI 0,006 MPa dapat digali langsung dengan alat mekanis, sedangkan batuan *jasperoid* dan *limestone* dengan nilai PLI 2,3 -5,8 masuk kedalam metode peledakan.

Conflict of Interest

Penulisan nama, *profile*, dan lokasi perusahaan akan disamarkan dalam paper ini. Hal ini berdasarkan permintaan dari perusahaan terkait

akuisisi dan *merger* yang masih dalam proses penyelesaian.

Jurnal Teknologi Technoscientia, vol. 9 (2), pp. 127-132, Juli 2019.

Daftar Pustaka

- [1] Franklin, J.A., Broch, E., and Walton, "Logging the mechanical character of rock", Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, vol. 80, pp. 1-9, January 1971.
- [2] ISRM, "Suggested method for determining point load strength", International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts, vol. 22 (2), pp. 53-60, April 1985.
- [3] Priest, S. D., & Hudson, J, "Discontinuity spacing in rock". International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts, vol. 13 (5), pp. 135-148, May 1976.
- [4] Pettifer, G. S., & Fookes, P. G, "A revision of the graphical method for assessing the excavatability of rock", *Quarterly Journal of Engineering Geology and Hydrogeology*, vol. 27, pp. 145-164, June 1994.
- [5] Bieniawski, Z.T,"Engineering Rock Mass Classification, New York : John Wiley & Sons, 1989.
- [6] Bieniawski, Z.T,"The Point Load Test in Geotechnical Practice, Engineering Geology, vol. 9, pp. 1-11, March 1975.
- [7] Dagdelenler, G, "Comparison of the efficiency evaluations of selected excavatability classifications for rock masses", *Arabian Journal of Geosciences*, vol. 14 : 1281, pp. 1-21, June 2021.
- [8] Kurniaawan, K dan Heriyadi, B, "Analisis Metode Penggalian Batuan Berdasarkan Kriteria Indeks Kekuatan Batu (Franklin) di Site Penambangan Batu Dolomite PT. Bakapindo, Korong Durian, Nagari Kamang Mudiak, Kecamatan Kamang Magek, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat", *Jurnal Bina Tambang*, vol. 3 (3), pp. 1275-1284, 2018.
- [9] Alitalesh, M, Mollaali, M and Yazdani, M "Correlation between uniaxial strength and point load index of rocks," Japanese Geotechnical Society Special Publication, vol. 12, pp. 504-507, January 2016.
- [10] Astanto, N.W, Triheriyadi, A dan Rakhman, A.N, "Studi Rekomendasi Penggalian ditinjau dari Struktur Bidang Lemah dan Kekuatan Batuan Lava Andesit di Daerah Girimulyo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi DIY", *Jurnal Teknologi Technoscientia*, vol. 9, pp. 48-57, Agustus 2016.
- [11] Chau, K.T, and Wong, R.H.C,"Uniaxial Compressive Strength and Point Load Strengt of Rocks", *Int Jurnal Rock MechMin Sci Geomech*, vol 33 (2), pp. 183-188, February 1996.
- [12] Hasanah, N, Hakim R.N, Santoso, E, Melati, S, "Alternatif Penentuan Uniaxial Compressive Strength Batulempung dari Point Load Strength Index dan Rebound Number Schmidt Hammer",