



## ANALISIS KEMAMPUGALIAN DAN KEMAMPUGARUAN ANDESIT BASAL PADA KELURAHAN TUBO KECAMATAN TERNATE UTARA

### EXCAVABILITY AND RIPPABILITY ANALYSIS ON ANDESITE BASALT IN TUBO VILLAGE NORTH TERNATE DISTRICT

Nurany<sup>1</sup>, G. B. Sahetapy<sup>2\*</sup>, D. D. A. Arsdin<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun

<sup>1-3</sup>Jl. Yusuf Abdurahman Kampus II Unkhair Gambesi, Kota Ternate, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>[nurany@unkhair.ac.id](mailto:nurany@unkhair.ac.id), <sup>2\*</sup>[georgesahetapy@unkhair.ac.id](mailto:georgesahetapy@unkhair.ac.id), <sup>3</sup>[Dwi28.apriliyani@gmail.com](mailto:Dwi28.apriliyani@gmail.com)

#### ABSTRAK

Kelurahan Tubo, Kecamatan Ternate Utara merupakan hamparan produk vulkanik Gunung Api Gamalama melalui erupsi yang bertipe efusi hingga eksplosif berbentuk bongkah andesit. Keberadaan bongkahan andesit di Kelurahan Tubo merupakan jenis batuan yang sering digunakan untuk bahan baku bangunan. Pemberaian bongkahan atau massa batuan andesit membutuhkan waktu yang lama jika dilakukan secara tradisional. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis metode kemampugalian dan kemampugaruan yang sesuai dengan bongkahan andesit. Kemampugalian dan kemampugaruan terbagi atas penggalian bebas, penggaruan, peledakan untuk pembongkaran dan peledakan untuk peremukan. Kemampugalian dan kemampugaruan pada penelitian ini menggunakan kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994). Penilaian kemampugalian dan kemampugaruan pada lokasi penelitian didasarkan pada parameter penting yaitu *Point Load Index* (PLI) dan jarak rekahan. Berdasarkan analisis kemampugalian dan kemampugaruan pada lokasi penelitian maka metode penggalian yang sesuai menurut kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994), conto batuan (1A-1C) dengan nilai PLI adalah 2,508 MPa dan jarak rekahan antara 0,129 meter hingga 0,239 meter masuk ke dalam metode peledakan untuk peremukan (*blast to loosen*). Sedangkan conto batuan (I-III) dengan nilai PLI 2,131 MPa dan jarak rekahan antara 0,222 meter hingga 0,496 meter masuk dalam penggaruan mudah sampai penggaruan sangat keras dengan alat gali mekanis (*easy ripping to verry hard ripping*).

**Kata kunci:** andesit, jarak rekahan, kemampugalian, kemampugaruan, *point load index*

#### ABSTRACT

*Tubo Village, North Ternate District is a stretch of volcanic products from Gamalama Volcano through eruptions of the effusion to explosive type in the form of andesite boulders. The presence of andesite boulders in Tubo Village are rock types often used as building materials. Rock-breaking boulders or masses of andesite rock take a long time if done traditionally. This research aims to analyze methods of excavability and rippability that are suitable for andesite boulders. Excavability and rippability are divided into the free excavation, ripping, blasting to loosen, and blasting for fracture. Excavability and rippability in this study used Franklin's (1971) criteria and Pettifer and Fookes's (1994) criteria. The assessment of Excavability and rippability at the research location is based on important parameters, namely the Point Load Index (PLI) and fracture spacing. Based on the analysis of excavability and rippability at the research location, the appropriate rock-breaking methods according to Franklin's criteria (1971) and Pettifer-Fookes' (1994) criteria, rock samples (1A-1C) with a PLI value of 2,508 MPa and a fracture spacing of between 0.129 meters to 0,239 meters are included in the blast to loosen method. Meanwhile, rock samples (I-III) with a PLI value of 2,131 MPa and fracture spacing between 0,222 meters to 0.496 meters fall into easy ripping to very hard ripping with mechanical digging tools (easy ripping to verry hard ripping).*

**Keywords:** andesite, fracture spacing, excavability, rippability, *point load index*

**PENDAHULUAN**

Kelurahan Tubo, Kecamatan Ternate Utara merupakan hamparan produk vulkanik Gunung Api Gamalama melalui erupsi bertipe efusi hingga eksplosif berbentuk bongkah andesit dan andesit basal yang terjadi pada tahun 1840, tahun 1897, dan tahun 1907 [1]. Keberadaan bongkahan andesit dan andesit basaltik di Kelurahan Tubo menjadikan jenis batuan yang sering digunakan untuk bahan baku bangunan oleh masyarakat setempat [2]. Pemberaian bongkahan atau massa batuan andesit membutuhkan waktu yang lama jika dilakukan secara tradisional. Berdasarkan pengujian mekanika batuan kuat tekan batuan andesit termasuk sangat keras [3].

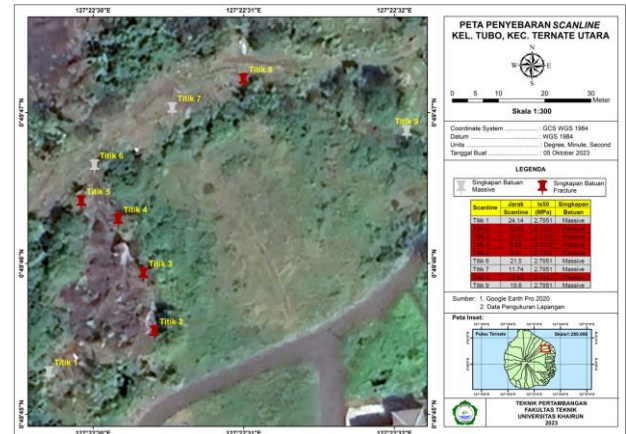
Mengestimasi kemudahan dalam pemberaian batuan dan massa batuan sangat signifikan dalam pekerjaan untuk konstruksi maupun tambang permukaan dan juga pondasi [4]. Pemberaian batuan terbagi atas penggalian bebas, penggaruan, peledakan untuk pembongkaran dan peledakan untuk permukaan. Franklin dkk [5] mengajukan kriteria pemberaian batuan berdasarkan uji indeks *Point Load Strength* ( $I_{s50}$ ) dari batuan utuh dan indeks jarak rata-rata rekahan ( $I_f$ ) sepanjang garis bentangan atau *scanline* [3]. Menurut Pettifer dan Fookes (1994), pemberaian batuan dipengaruhi oleh parameter kekuatan batuan oleh *point load index*, karakteristik rekahan berupa ukuran blok batuan [6].

Penelitian Kaya dkk (2011), pemberaian batuan andesit tuff, dan basalt menurut kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) adalah peledakan untuk pembongkaran penggaruan keras [7]. Pada batuan andesit menurut Triheriyadi dkk (2016) diperoleh kriteria pemberaian batuan adalah penggaruan mudah sampai penggaruan sangat keras [8]. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kemampugalian dan kemampugaran dengan menggunakan parameter kekuatan batuan dengan *Point Load Index* dan jarak rata-rata rekahan sesuai dengan kriteria Franklin (1971) [5] dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) [6].

**METODE PENELITIAN**

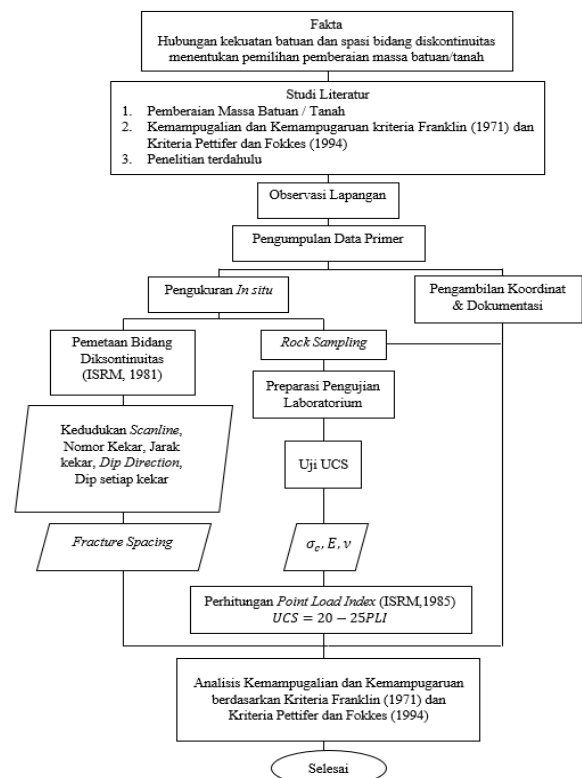
Penelitian ini dilakukan pada Kelurahan Tubo, Kecamatan Ternate Utara, Provinsi Maluku Utara yang terletak pada koordinat 127°22'30,6" BT - 00°49'46,86" LU (Gambar 1). Penelitian diawali dengan studi literatur yang relevan dengan penelitian-penelitian terdahulu [7], [8], dan [9]. Hasil penelitian Kaya dkk [7], pemberaian batuan andesit tuff, dan basalt berdasarkan kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) adalah peledakan untuk pembongkaran penggaruan keras. Pada material batuan andesit menurut penelitian Triheriyadi dkk [8] diperoleh kriteria kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) adalah penggaruan mudah sampai penggaruan sangat keras. Pengukuran *in situ* di antaranya pemetaan bidang diskontinu pada bongkahan andesit basal sesuai ISRM

(1981) [3]. Data yang diperoleh berupa orientasi atau kedudukan dan kondisi bidang diskontinu.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian

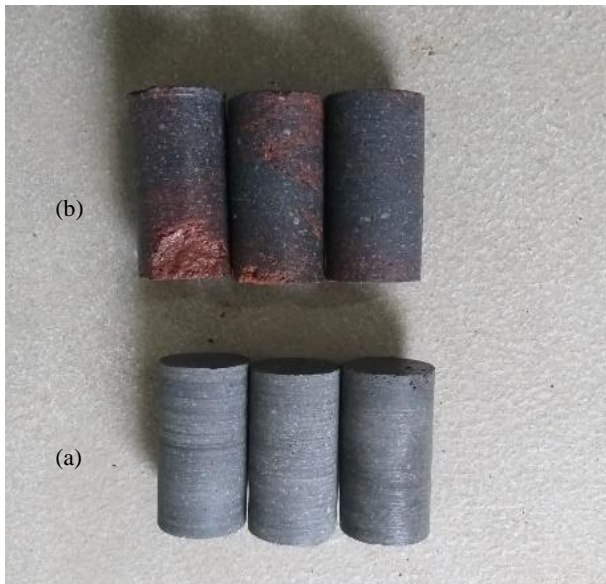
Kemudian dilakukan pengambilan contoh batuan menggunakan metode *grab sampling* untuk pengujian sifat mekanik di laboratorium berupa pengujian kuat tekan uniaksial [10]. Hasil kuat tekan uniaxial diolah untuk menentukan nilai *Point Load Index* (PLI) menggunakan pendekatan ISRM (1985) [11]. Hasil yang diperoleh kemudian akan dianalisis untuk menentukan pemberaian batuan sesuai dengan Kriteria Franklin (1971) [5] dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994) [6]. Rangkaian penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Diagram alir penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil observasi dan pengambilan conto batuan berdasarkan ciri-ciri batuan andesit (*massive*) yang berwarna segar, abu-abu terang-agak gelap (1A-1C) dan batuan yang lapuk (*fracture*) dengan ciri-ciri warna kemerah-merahan (I-III).



**Gambar 3.** (a) Conto batuan 1A-1C, (b) Conto batuan I-III

Nilai jarak rekahan (*fracture spacing*) hasil pemetaan bidang diskontinu ditunjukkan pada Tabel 1.

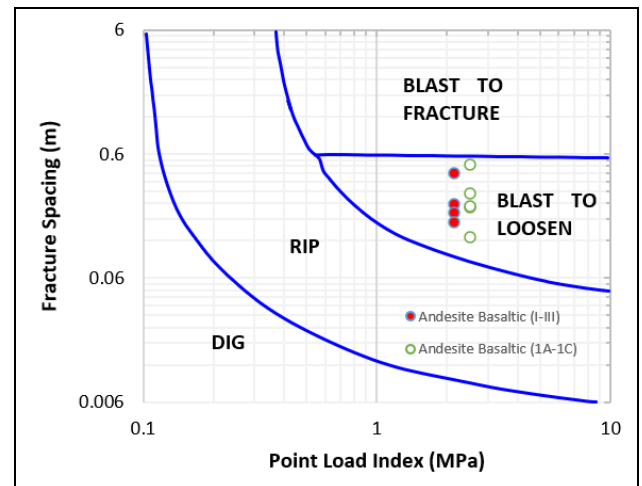
**Tabel 1.** Data *fracture spacing* pada lokasi penelitian

Scanline	Orientasi scanline (DD/Dip)		Fracture spacing (m)
Titik 1	177	90	0,513
Titik 2	333	4	0,129
Titik 3	266	8	0,239
Titik 4	155	57	0,202
Titik 5	195	29	0,171
Titik 6	225	10	0,425
Titik 7	330	80	0,222
Titik 8	140	60	0,230
Titik 9	103	90	0,292

Pengujian laboratorium dilakukan dengan beberapa tahapan yakni preparasi conto uji sesuai dengan kebutuhan pengujian, preparasi conto rasio geometri conto uji L/D adalah 2,09 sesuai dengan pendekatan ISRM (1989) [3]. Hasil pengujian kuat tekan uniaksial diperoleh conto uji (1A-1C) adalah 57,68 MPa dan conto uji (I-III) adalah 49,02 MPa.

Perbedaan nilai UCS didasarkan pada conto batuan dengan ciri-ciri batuan andesit (*massive*) yang berwarna segar, abu-abu terang-agak gelap (1A-1C) dan batuan yang lapuk (*fracture*) dengan ciri-ciri warna kemerah-merahan (I-III). Nilai *Point Load Index* (PLI) diperoleh berdasarkan pendekatan ISRM (1985) [11] masing-masing conto uji adalah 2,508 MPa dan 2,131 MPa.

Berdasarkan kriteria Franklin (1971) pada Gambar 4 penggalian untuk conto batuan (1A-1C) dengan nilai PLI adalah 2,508 MPa dan jarak rekahan antara 0,129 meter sampai dengan 0,239 meter masuk ke dalam metode peledakan untuk peremukan atau *blast to loosen*. Penggalian untuk conto batuan (I-III) dengan nilai PLI 2,131 MPa dan jarak rekahan antara 0,222 meter sampai dengan 0,496 meter menurut kriteria Franklin (1971) masuk ke dalam metode peledakan untuk peremukan atau *blast to loosen*.

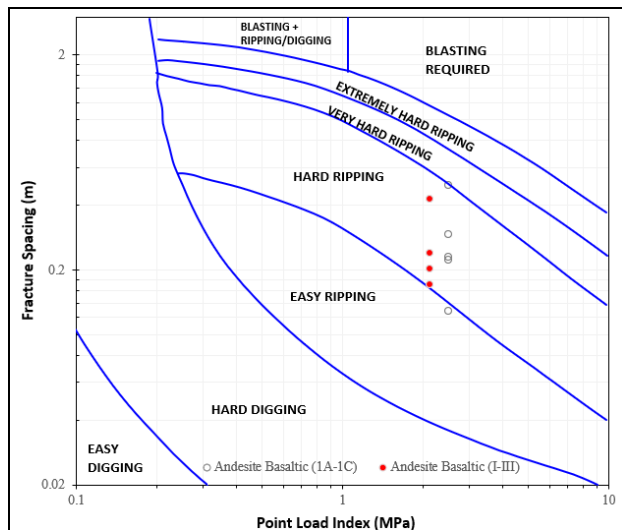


**Gambar 4.** Kriteria Franklin (1971)

Hasil kemampugalian dan kemampugaruan menurut kriteria Pettifer dan Fokkes (1994) menggunakan nilai PLI dan jarak rekahan diperoleh penggalian untuk conto batuan (1A-1C) dengan nilai PLI adalah 2,508 MPa dan jarak rekahan antara 0,129 meter sampai dengan 0,239 meter serta penggalian untuk conto batuan (I-III) dengan nilai PLI 2,131 MPa dan jarak rekahan antara 0,222 meter sampai dengan 0,496 meter ditunjukkan pada Gambar 5.

Berdasarkan kriteria kriteria Pettifer dan Fokkes (1994) untuk penggalian andesit basalt (1A-1C) masuk dalam metode penggaruan keras (*hard ripping*) serta penggalian andesit basalt (I-III) masuk ke dalam metode penggaruan mudah (*easy ripping*) hingga penggaruan sangat keras (*very hard ripping*). Pada kriteria kemampugalian dan kemampugaruan menggunakan Franklin (1971) dan Pettifer dan Fookes (1994), batuan andesit basalt (1A-1C) nilai PLI 2,508 MPa dengan metode peledakan. Sedangkan conto batuan andesit (I-

III) dengan nilai PLI 2,131 MPa dapat digali langsung dengan alat mekanis.



**Gambar 5.** Kriteria Pettifer dan Fookes (1994)

**KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis kemampuan dan kemampuan pada Kelurahan Tubo, Kecamatan Ternate Utara, Provinsi Maluku Utara maka metode penggalian yang sesuai menurut kriteria Franklin (1971) dan kriteria Pettifer dan Fookes (1994), batuan andesit basalt (1A-1C) dengan nilai PLI adalah 2,508 MPa dan jarak rekahan antara 0,129 meter sampai dengan 0,239 meter masuk ke dalam metode peledakan untuk permukaan atau *blast to loosen*. Batuan andesit basalt (I-III) dengan nilai PLI 2,131 MPa dan jarak rekahan antara 0,222 meter hingga 0,496 meter masuk dalam kategori penggaruan mudah sampai penggaruan sangat keras dengan alat gali mekanis (*easy ripping to very hard ripping*).

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Khairun yang telah membiayai penelitian, Laboratorium Geomekanika Universitas Hasanuddin selaku mitra dalam penelitian dan seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini.

**DAFTAR PUSTAKA**

[1] I. D. Vulkanologi, S. Bronto, R. D. Hadisantono, dan J. P. Lockwood. (1982). *Peta geologi Gunungapi Gamalama, Ternate, Maluku Utara 1: 25,000 [Indonesia]*. Direktorat Vulkanologi.  
 [2] R. Karim dan S. Suriadi. (2019). Kajian Karakteristik Batuan Beku Andesit Sebagai Bahan Bangunan Di Daerah Sulamadaha Kecamatan Ternate Barat Kota Ternate.

[3] M. G. Culshaw, Ulusay, R (ed.). (2015). The ISRM suggested methods for rock characterization, testing and monitoring: 2007–2014: Cham, Switzerland: Springer. DOI 10.1007/978-3-319-007713-0,” *Bull. Eng. Geol. Environ.*, 74(4), 1499–1500.  
 [4] H. A. D. Kirsten. (1982). A classification system for excavating in natural materials, *Civ. Eng. Siviele Ingenieurswese*, 1982(7), 293–308.  
 [5] J. A. Franklin, E. Broch, dan G. Walton. (1971). *Logging the mechanical character of rock*.  
 [6] G. S. Pettifer dan P. G. Fookes. (1994). A revision of the graphical method for assessing the excavability of rock. *Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol.* 27(2), 145–164.  
 [7] A. Kaya, F. Bulut, dan S. Alemdağ. (2011) Applicability of excavability classification systems in underground excavations: A case study. *Sci. Res. Essays*, 6(25), 5331–5341. doi: 10.5897/SRE11.1343.  
 [8] N. W. A. A. Triheriyadi dan A. N. Rakhman. (2016). Studi rekomendasi penggalian ditinjau dari struktur bidang lemah dan kekuatan batuan lava andesit di Daerah Girimulyo, Kecamatan Girimulyo, Kabupaten Kulonprogo, Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, *J. Teknol. Technoscintia*, 48–57.  
 [9] S. H. Prasetyo, M. Z. Arief, D. Kusumanto, A. Rahman, dan C. Nursetyo. (2021). Analisis Kemampuan dan Kemampuan Material Pit B Tambang Emas Kabupaten Aceh Tengah, *J. Sci. Technol. Vis. Cult.*, 1(3), 131–135.  
 [10] P.G.F. (1978), Rock slope engineering, *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. Geomech. Abstr.*, 15(1), doi: 10.1016/0148-9062(78)90720-9.  
 [11] J. A. Franklin. (1985). Suggested method for determining point load strength, in *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*. 22(2), 51–60.