

Pengaruh Sifat Fisik Batuan Terhadap Kuat Tekan Uniaksial pada Batu Granit di Pulau Bangka

Guskarnali*, Haslen Oktarianty, Desti Armelia

Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung, Indonesia

*guskar.ubb@gmail.com

SARI

Batu granit merupakan batuan beku asam yang banyak terdapat di Pulau Bangka. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sifat fisik batuan terhadap kuat tekan uniaksial pada batu granit. Penelitian dilakukan dengan pengujian sifat fisik, dan pengujian kuat tekan uniaksial. Analisis sifat fisik batuan dilakukan untuk mengetahui dimensi ukuran, bobot isi, kadar air, porositas, dan derajat kejenuhan, sedangkan analisis sifat mekanik batuan untuk memperoleh nilai UCS. Melalui uji sifat fisik dan kuat tekan uniaksial pada batu granit diperoleh bobot isi asli, kering, dan jenuh berkorelasi negatif dengan porositas. Semakin tinggi porositas, nilai bobot isi semakin kecil. Sampel batu granit memiliki porositas rendah dengan rata-rata 3,49%, bobot isi asli rata-rata 2,48 gr/cm³, bobot isi kering dengan rata-rata sebesar 2,45 gr/cm³ dan bobot isi jenuh rata-rata sebesar 2,49 gr/cm³, Kadar air rata-rata sebesar 1,29% dan derajat kejenuhan sebesar 90,31%. Parameter sifat fisik yang paling mempengaruhi kuat tekan uniaksial adalah porositas dan kadar air. Nilai porositas lebih mempengaruhi nilai UCS dengan R² sebesar 0,9033 dan kadar air lebih mempengaruhi nilai Modulus Young dengan R² sebesar 0,8602. Semakin besar porositas dan kadar air yang terkandung, maka akan semakin berkurang kekuatan batuan.

Kata kunci: granit; sifat fisik; kuat tekan uniaksial.

ABSTRACT

Granite rocks are acid igneous rocks that are widely found on Bangka Island. This study was conducted to determine the effect of rock physical properties on the uniaxial compressive strength of granite rocks. The research was carried out by physical properties testing and uniaxial compressive strength testing. Analysis of the physical properties of the rock was carried out to determine the dimensions of size, density, natural water content, porosity, and degree of saturation, while the analysis of the mechanical properties of the rock was to obtain the UCS value. By testing the physical properties and uniaxial compressive strength of granite, it was obtained that the natural density, dry density, and saturated density had a negative correlation with porosity.

How to Cite: Guskarnali, Oktarianty, H., Armelia, D., 2020. Pengaruh Sifat Fisik Batuan Terhadap Kuat Tekan Uniaksial pada Batu Granit di Pulau Bangka. Jurnal Geomine, 8(3): 214-219.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submit 22 Oktober 2020
Received in from 29 Oktober 2020
Accepted 27 Desember 2020

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



The higher the porosity, the smaller the density value. Granite rock samples have low porosity with an average of 3.49%, natural density of 2.48 gr/cm³, dry density of 2.45 gr/cm³ and saturated density of 2.49 gr/cm³, natural water content an average of 1.29% and the degree of saturation is 90.31%. The parameters of the physical properties that most affect the uniaxial compressive strength are porosity and natural water content. The porosity value more influenced the UCS value with R^2 is 0.9033 and the water content more influenced the Young's Modulus value with R^2 is 0.8602. The greater the porosity and natural water content contained, the less the strength of the rock.

Keyword: granite; physical properties; uniaxial compressive strength.

PENDAHULUAN

Pulau Bangka merupakan salah satu pulau yang termasuk dalam jalur *Granite Tin Belt* (Cobbing, dkk., 1992). Di Pulau Bangka terdapat cukup banyak singkapan batu granit. Granit tersebut berumur Trias dan berhubungan dengan pembentukan timah yang membentang dari Indo China Semenanjung Thailand-Malaysia-Kepulauan Riau-Pulau Bangka & Belitung hingga Kalimantan Barat sebagai *Granite Tin Belt* (Cobbing, dkk., 1986). Granit merupakan bagian dari kelompok batu granitoid dan termasuk batuan beku asam dengan karakteristik tersusun atas kristal dengan ukuran kasar dan granularitas faneritik-porfiritik (Zakkiya, dkk., 2019).

Berdasarkan jenisnya, batu granitik di pulau Bangka dapat digolongkan ke dalam 2 tipe yaitu tipe batuan beku (*igneous type*) dan tipe batuan sedimen (*sedimentary type*) (Chappel & White, 1974) sedangkan Ishihara (1977) membagi dalam seri ilmenit dan seri magnetik. Batu granitik di daerah Bangka Selatan berdasarkan penyebarannya berupa Plutonik Permis, Plutonik Koba, Plutonik Buluh atau Pading, Plutonik S. Ulim, Plutonik S. Kepoh, Plutonik S dan Basong, Granitik Toboali, Plutonik Namak, Plutonik Batu Long dan Plutonik Lepar (Djumhana, 1995). Batuan Kuartar ditemukan berupa lumpur, kerakal, kerikil, lempung yang terdapat sebagai endapan sungai, rawa dan pantai berupa Aluvium (Qa). Lumpur, lanau dan pasir yang berupa Endapan Rawa (Qs) dan Pasir Kuarsa (Qak) (Padmawidjaja, 2013). Granit pada daerah penelitian termasuk pada granit jalur utama atau *main range province* dicirikan dengan granit tipe S. Berdasarkan hasil pentarikan umur radiometri K-Ar, granit tersebut memiliki umur berkisar antara 208-245 juta tahun lalu atau Trias (Priem, 1975).

Kuat tekan uniaksial atau *uniaxial compressive strength* (UCS) dan sifat fisik menjadi parameter penentu yang sangat penting dalam berbagai keperluan rekayasa mekanika batuan (Melati, 2019). Kuat tekan uniaksial digunakan untuk memilih metode pemberaian batuan pada kegiatan penambangan baik sistem tambang terbuka maupun bawah tanah apakah menggunakan metode peledakan atau menggunakan alat mekanis. Data bobot isi batuan diperlukan untuk perancangan jenis dan jumlah alat-alat mekanis dalam penggalian dan penanganan batuan. Sedangkan data porositas, kandungan air, dan derajat kejenuhan diperlukan untuk memodelkan dan mengidentifikasi permasalahan geohidrologi tambang. Kuat tekan dan sifat fisik sendiri secara bersamaan berkaitan erat dengan kestabilan geoteknik lereng tambang terbuka dan lubang galian tambang bawah tanah (Rai, dkk., 2010). Sifat fisik batuan, diantaranya densitas dan porositas serta Modulus Young dan Rasio Poisson yang diperoleh dari uji kuat tekan uniaksial merupakan masukan dasar untuk pemodelan geomekanik dan desain teknik geologi (Zhang, 2019). Yilmaz (2009) menyebutkan kekuatan batuan merupakan kriteria penting dalam klasifikasi batuan untuk mengoptimalkan penggunaan konstruksi dan desain struktur permukaan dan / atau bawah permukaan. Kuat tekan uniaksial (UCS) sebagai parameter yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi batuan kekuatan, membutuhkan pengujian yang mahal dan memakan waktu dengan persiapan sampel yang cermat (Karakus, dkk., 2005). Secara umum baik kekuatan, deformabilitas dan kekakuan batuan ini menunjukkan ketergantungan pada porositas. Porositas adalah kemampuan untuk menyerap fluida pada batuan atau formasi atau ruang-ruang yang terisi oleh fluida di antara zat-zat padat atau mineral pada suatu batuan (Rosari,

dkk., 2017). Porositas dapat dibentuk oleh rongga, antara butiran atau mineral, dengan ukuran dan bentuk yang berbeda, dengan distribusi ukuran tertentu dan dapat saling berhubungan atau terputus (Pola, dkk., 2014).

Penelitian-penelitian terdahulu tersebut telah menjelaskan dampak kehadiran air, porositas, dan derajat kejenuhan terhadap kekuatan batu, tanah, beton, atau campurannya. Namun, analisis secara terukur mengenai karakteristik hubungan antarparameter sifat fisik serta hubungan antara UCS dengan bobot isi, kandungan air, derajat kejenuhan, dan porositas pada batuan jarang dibahas dan dilaporkan. Penelitian ini bertujuan mengkaji hubungan antarparameter sifat fisik mencakup bobot isi asli, bobot isi kering, bobot isi jenuh, kandungan air, derajat kejenuhan, dan porositas. Kemudian dikaji pula hubungan antara semua parameter sifat fisik dengan kuat tekan uniaksialnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu, pengambilan sampel, preparasi sampel, pengujian sifat fisik, dan pengujian kuat tekan uniaksial. Data hasil pengamatan dan pengujian selanjutnya di analisis untuk menentukan pengaruh sifat fisik batuan terhadap kekuatan batuan menggunakan UCS.

Penelitian ini menggunakan empat sampel batu granit yang diambil secara acak pada empat lokasi yang mewakili daerah Pulau Bangka bagian Selatan, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yaitu Sampel-1 (ABI), Sampel-2 (MKM), Sampel-4 (DP1), dan Sampel-5 (DP2). Sampel batu granit akan dilakukan uji laboratorium menggunakan analisis sifat fisik batuan dan sifat mekanik batuan.

Analisis sifat fisik batuan dilakukan untuk mengetahui dimensi ukuran, bobot isi, kadar air, porositas, dan absorpsi (void ratio) batuan, sedangkan analisis sifat mekanik batuan untuk memperoleh nilai kekuatan batuan. Uji sifat mekanik batuan dilakukan dengan dua metode, yaitu dengan uji beban titik (point load) dan *Uniaxial Compression Strength*. Kedua uji dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan batuan terhadap pembebanan. Uji beban titik dilakukan terhadap sampel yang memiliki bentuk irregular, sedangkan *uniaxial compression strength* dilakukan terhadap sampel yang memiliki bentuk teratur.

HASIL PENELITIAN

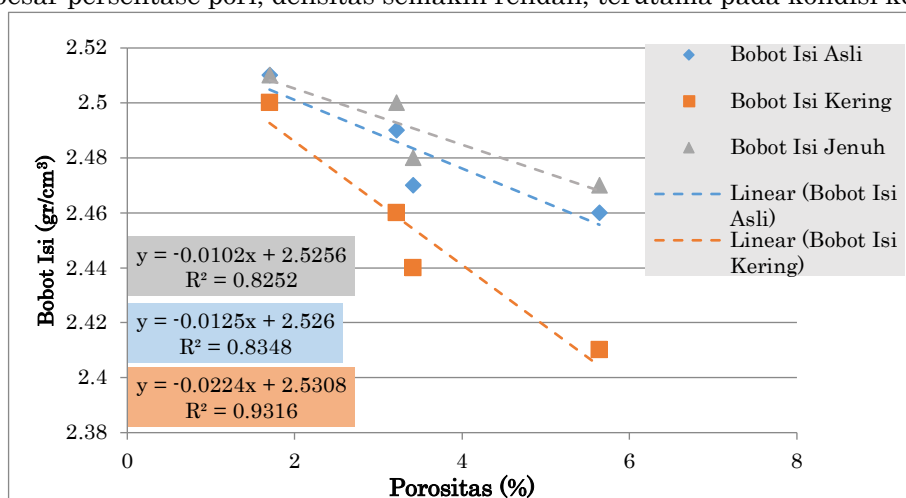
Pengujian sifat fisik dan kuat tekan uniaksial telah dilaksanakan terhadap empat sampel batu granit. Hasil pengujian sifat fisik batuan berupa bobot isi asli (gr/cm^3), bobot isi kering (gr/cm^3), bobot isi jenuh (gr/cm^3), kadar air (%), Derajat Kejenuhan (%), dan Porositas (%) dapat dilihat pada Tabel 1. dan hasil pengujian kuat tekan uniaksial berupa *uniaxial compressive strength* (MPa) dan Modulus Young (MPa) pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sifat Fisik Sampel

Sampel	Bobot Isi Asli (gr/cm^3)	Bobot Isi Kering (gr/cm^3)	Bobot Isi Jenuh (gr/cm^3)	Kadar Air (%)	Derajat Kejenuhan (%)	Porositas (%)
SPL-S1	2,46	2,41	2,47	2,11	90	5,64
SPL-S2	2,49	2,46	2,5	1,25	96,23	3,21
SPL-S4	2,51	2,5	2,51	0,62	90,91	1,7
SPL-S5	2,47	2,44	2,48	1,17	84,09	3,41
Rata-rata	2,48	2,45	2,49	1,29	90,31	3,49

Tabel 1. menunjukkan bahwa bobot isi asli rata-rata 2.48 gr/cm^3 , bobot isi kering dengan rata-rata 2.45 gr/cm^3 dan bobot isi jenuh rata-rata 2.49 gr/cm^3 . porositas dengan rata-rata 3,49%. Sehingga dapat dikatakan bahwa bobot isi dipengaruhi oleh besarnya porositas atau komposisi rongga (Gambar 1.). Rata-rata porositas dan rata-rata bobot isi memiliki

korelasi linier terbalik dengan tingkat kepercayaan (R^2) sebesar 0,8252, 0,8348 dan 0,9316. Semakin besar persentase pori, densitas semakin rendah, terutama pada kondisi kering.



Gambar 1. Korelasi antara porositas (%) dengan bobot isi (gr/cm³)

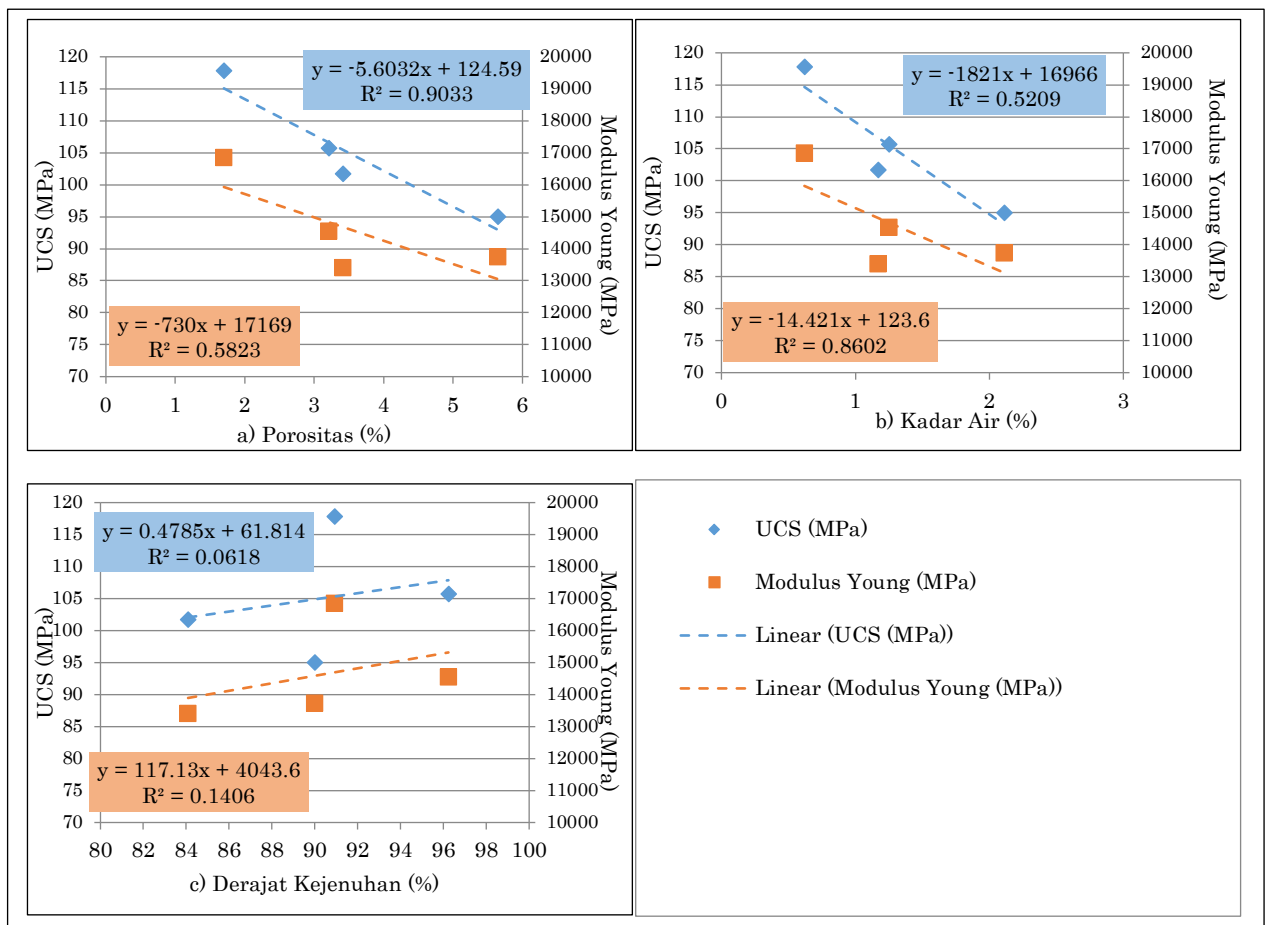
Porositas sendiri terbentuk dari gabungan butir dengan berbagai ukuran. Batu granit memiliki porositas rendah karena antarbutir mineralnya saling mengunci walaupun ukuran tidak seragam. Pori-pori dalam batuan dapat terisi oleh air sebagian, sebagian lainnya yang terisi udara. Kadar air menunjukkan persentase kandungan berat air dalam pori dari berat batuan seluruhnya. Kadar air sampel rata-rata 1,29%. Pada kondisi kering, pori-pori seluruhnya berisi udara karena contoh dikeringkan agar bobot isi yang tertimbang hanya fase padatan. Pengurangan air dalam pori akan menurunkan bobot isi asli menjadi bobot isi kering. Bobot isi kering rata-rata 2,45 gr/cm³, turun sangat sedikit 0,03 gr/cm³ dari kondisi asli rata-rata 2,48 gr/cm³. Jadi, bobot isi kering dipengaruhi oleh porositas, sedangkan penurunannya dari bobot isi asli ditentukan oleh kadar air.

Derajat kejenuhan rata-rata sebanyak 90,31%, ini berarti pada kondisi asli, sebanyak 90,31% dari pori yang ada dalam contoh terisi oleh air. Pada kondisi jenuh, pori-pori diisi air seluruhnya sehingga bobot isi jenuh bertambah dari kondisi asli. Artinya semakin besar sisa pori yang belum terisi air, semakin tinggi penambahan bobot isi pada kondisi jenuh dari kondisi aslinya. Namun bobot isi jenuh rata-rata 2,49 gr/cm³, naik 0,01 gr/cm³ dari kondisi asli rata-rata 2,48 gr/cm³.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kekuatan Batuan

Sampel	<i>Uniaxial Compressive Strength</i> (MPa)	Modulus Young (MPa)
SPL-S1	94,98	13724,18
SPL-S2	105,69	14528,28
SPL-S4	117,77	16839,59
SPL-S5	101,68	13394,32
Rata-rata	105,03	14621,59

Berdasarkan pada Tabel 2. Diperoleh nilai *Uniaxial Compressive Strength* rata-rata sebesar 105,03 MPa dengan rentang nilai 94,98-117,77 MPa dan Modulus Young rata-rata 14.621,59 MPa dengan rentang nilai 13.394,32-16.839,59 MPa. Pada gambar 2 menunjukkan bahwa porositas dan kadar air mempengaruhi kekuatan batuan dengan nilai R^2 diatas 0,5 yaitu porositas dengan nilai 0,9033 untuk UCS dan 0,5823 untuk Modulus Young, kadar air dengan nilai 0,5209 untuk UCS dan 0,8602 untuk Modulus Young, sedangkan derajat kejenuhan tidak mempengaruhi dengan nilai R^2 yang masih dibawah 0,5 yaitu 0,0618 untuk UCS dan 0,1406 untuk Modulus Young.



Gambar 2. Korelasi UCS dan Modulus Young dengan a) porositas, b) kadar air dan c) derajat kejuhan.

Nilai porositas lebih mempengaruhi nilai UCS dan kadar air lebih mempengaruhi nilai Modulus Young. Pada grafik porositas dan kadar air menunjukkan garis menurun, semakin besar porositas dan kadar air yang terkandung, maka akan semakin berkurang kekuatan batuan.

KESIMPULAN

Melalui uji sifat fisik dan kuat tekan uniaksial pada batu granit diperoleh bobot isi asli, kering, dan jenuh berkorelasi negatif dengan porositas. Semakin tinggi porositas, nilai bobot isi semakin kecil. Sampel batu granit memiliki porositas rendah dengan rata-rata 3,49%, bobot isi asli rata-rata 2,48 gr/cm³, bobot isi kering dengan rata-rata 2,45 gr/cm³ dan bobot isi jenuh rata-rata 2,49 gr/cm³, Kadar air rata-rata sebesar 1,29% dan derajat kejuhan 90,31%. Parameter sifat fisik yang paling mempengaruhi kuat tekan uniaksial adalah porositas dan kadar air. Nilai porositas lebih mempengaruhi nilai UCS dengan R^2 sebesar 0,9033 dan kadar air lebih mempengaruhi nilai Modulus Young dengan R^2 sebesar 0,8602. Pada grafik porositas dan kadar air menunjukkan garis menurun, semakin besar porositas dan kadar air yang terkandung, maka akan semakin berkurang kekuatan batuan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Bangka Belitung dalam hal ini Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM-UBB) yang telah memberi

dukungan penelitian dan kepada pihak terkait yang tidak disebutkan satu persatu dalam membantu kelancaran penelitian ini sampai selesai.

REFERENSI

- Chappel, B.W & White A.J.R. (1974). *Two Contrasting Granite Types*. Pacific Geology 8, 173-174.
- Cobbing, E.J., Mallick, D.I.J., Pitfield, P.E.J., & Teoh, L.H., (1986). *The Granites of the Southeast Asian Tin Belt*. Journal of the Geological Society. 143, 537-550.
- Cobbing, E.J., Pitfield, P.E.J., Darbyshire, D.P.F., & Mallick, D.I.J., (1992). *The Granites of the South-East Asian Tin Belt. Overseas Memoir of the British Geological Survey*, No.10.
- Djumhana, D. (1995). *Beberapa Aspek Petrologi Batu granitik di Daerah Bagian Barat Pulau Bangka*. Kolokium Hasil Pemetaan dan Penelitian Puslitbang Geologi 1992/1993, Publikasi Khusus No. 16, 101-117, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi
- Ishihara, S. (1980). *Granite and Sn-W deposits of Peninsular Thailand, Mining Geology Spesial Issue*. No. 8, 223-241.
- Karakus M, Kumral M, Kilic O (2005). *Predicting elastic properties of intact rocks from index tests using multiple regression modeling*. Rock Mech Min Sci 42:323-330
- Melati, S. (2019). *Studi Karakteristik Relasi Parameter Sifat Fisik Dan Kuat Tekan Uniaksial Pada Contoh Batulempung, Andesit, Dan Beton*. Jurnal Geosapta. Vol. 5, No. 2
- Padmawidjaja, Tatang. (2013). *Deliniasi Endapan Timah Berdasarkan Analisis Anlomali Gayaberat di Daerah Bangka Selatan*. Buletin Sumber Daya Geologi Volume 8 Nomor 3
- Pola, A., Crosta, G.B., Castellanza, R., Agliardi, F., Fusi, N., Barberini, V., Norini, G., Villa, A. (2014). *Relationships Between Porosity And Physical Mechanical Properties In Weathered Volcanic Rocks*. Department of Geological Sciences and Geotechnology, University of Milano – Bicocca, Italy.
- Priem, H.N.A., Boelrijk, NAIM, Bon, E.H., Hebeda, E.H., Verdurmen, E.A.Th., Verschure, R.H. (1975). *Isotope Geochronology in The Indonesian Tin Belt*. Geol. Mijnbouw, 54: 61-7
- Rai, M.A., Kramadibrata, S., dan Wattimena, R.K. (2010). *Mekanika Batuan*. Laboratorium Geomekanika dan Peralatan Tambang Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Rosari, A.A., Muris, Arsyad, A. (2017). *Analisis Sifat Fisis Dan Sifat Mekanik Batuan Karst Maros*. Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Makassar. Makassar.
- Yilmaz I (2009). *A New Testing Method For Indirect Determination Of The Unconfined Compressive Strength Of Rocks*. Int J Rock Mech Min Sci 46:1349-1357
- Zakkiya, H.N., Rosana, M.F., Subagdja, A., & Fachrudin, K.A. (2019). *Karakteristik Mikroskopis Granit Tanjung Binga, Kecamatan Sijuk, Kabupaten Belitung, Kepulauan Bangka Belitung*. Padjajaran Geoscience Journal. Vol. 3, No. 5
- Zhang, J.J. (2019). *Rock Physical and Mechanical Properties. Applied Petroleum Geomechanics*. Elsevier. Pages 29-80.