

ANALISIS SIFAT FISIS DAN SIFAT MEKANIK BATUAN KARST MAROS

ANALYSIS OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES MAROS KARST ROCK

¹⁾Andi Anita Rosari A, ²⁾Muris, ³⁾Muhammad Arsyad

^{1,2,3)}Universitas Negeri Makassar

Kampus UNM Parangtambung Jln. Daeng Tata Raya, Makassar, 90224

¹⁾e-mail : andianita06@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang analisis sifat fisis dan sifat mekanik batuan karst Maros. Adapun tujuan penelitian adalah untuk menganalisis besarnya harga sifat fisis batuan meliputi harga densitas, dan porositas dan untuk untuk menganalisis besarnya harga sifat mekanik batuan meliputi harga kuat tekan. Proses dimulai dengan mengambil sampel pada daerah Batuan karst Hutan Batu Maros dari 5 titik yang telah ditentukan. Berdasarkan hasil uji sifat fisis batuan dapat dilihat bahwa Sifat Fisis batuan Karst dari Hutan Batu Kabupaten Maros dalam hal ini besar nilai densitas yaitu sebesar 2-3 gr/cm³ sedangkan nilai porositas menunjukkan skala 0-5% adalah jenis batuan gamping dolomite dan skala 5-50% adalah jenis batuan gamping terkarstifikasi. Nilai sifat mekanik dalam hal ini nilai kuat tekan batuan Karst Kabupaten Maros memiliki nilai kuat tekan yaitu 20,87 MPa, 23,69 MPa dan 33,70 Mpa.

Kata kunci : *densitas, porositas, kuat tekan, batuan gamping, Karst Maros*

Abstract. Analyzed about physics characteristic and mechanics characteristic of Maros Karst has been done research. The purpose of this research is to known the value of physics characteristic from the karst as density and porosity, and to known about mechanics characteristic as compressive strength of the karst. The process has begin when we took the rocks from five parts of Maros Rocks Woods. Maros Rock Woods is a region of Maros that has extensive karst area. In this research we found density of the rocks was 2-3 gr/cm³ and the porosity of the rocks was a limestone dolomite and a limestone karstification. Meanwhile the compressive strength of the rocks was 20,87 MPa, 23,69 MPa and 33,70 Mpa.

Keywords : *density, porosity, compressive strength, limestone, Maros Karst*

PENDAHULUAN

Indonesia adalah Negara dengan bentang kawasan Karst yang luas. Diperkirakan Indonesia memiliki kawasan Karst seluas 15,4 juta Ha dan tersebar hampir diseluruh Indonesia. *Karst* merupakan istilah dalam bahasa Jerman yang diturunkan dari bahasa Slovenia (*Kras*) yang berarti lahan gersang berbatu (Adji, 2009).

Karst adalah suatu kawasan yang memiliki karakteristik relief dan *drainase* yang khas terutama disebabkan oleh derajat pelarutan batuan yang intensif (Hilmi, 2014). Karst yang banyak dijumpai adalah Karst yang berkembang di batuan karbonat (Arsyad, 2002). Karst juga bisa dikatakan sebagai medan dengan karakteristik hidrologi dan bentuk lahan yang diakibatkan oleh

kombinasi batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang dengan baik (Arsyad, 2015).

Karstifikasi atau proses pembentukan bentuk lahan Karst didominasi oleh proses pelarutan yakni proses pelarutan batu gamping. Batu gamping yaitu batuan endapan yang terbentuk di dasar lautan dan disusun oleh berbagai cangkang binatang laut dalam kurun waktu jutaan tahun (Maulana, 2011). Karstifikasi dipengaruhi oleh dua kelompok faktor, faktor pengontrol dan faktor pendorong. Faktor pengontrol menentukan dapat tidaknya proses karstifikasi berlangsung, sedangkan faktor pendorong menentukan kecepatan dan

kesempurnaan proses karstifikasi (Wiradisastra, 1999).

Kawasan Karst di Indonesia khususnya di Propinsi Sulawesi Selatan yaitu di Kabupaten Maros tepatnya. Secara geografis kawasan karst terletak antara 119°34'17"-119°55'13"BL dan 4°42'49"-5°06'42" LS (Nuhung, 2013). Karst Rammang-Rammang merupakan bagian dari gugusan Karst Maros yang terletak di Desa Salenrang, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros dan merupakan salah satu dari Karst terluas di dunia selain Karst di Cina Selatan. Kawasan ini merupakan Kawasan wisata, dan memiliki Sumber Daya Alam (SDA) yang tinggi (Arham, 2015). Daerah di kawasan karst Rammang-Rammang Maros yaitu Hutan Batu Maros.

Pengamatan petrografi dan pengujian sifat keteknikan untuk menentukan sifat keteknikan sampel batuan. Sifat keteknikan yang diuji diantaranya adalah sifat fisik batuan yang terdiri dari densitas dan serapan air batuan, serta sifat mekanik yang terdiri dari ketahanan aus dan kuat tekan batuan. Data tersebut menjadi dasar dalam penentuan hubungan karakteristik petrologi dengan sifat keteknikan batuan (Dandy, 2015).

Penentuan sifat fisik batuan sangat penting untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat fisik batuan dapat ditentukan kualitas batu kapur tersebut. Mengenal dan menafsirkan tentang asal-usul dan mekanisme pembentukan suatu struktur geologi akan menjadi lebih mudah apabila kita memahami prinsip-prinsip dasar mekanika batuan, yaitu tentang konsep gaya, tegasan (*stress/compressive*), tarikan (*strength*) dan faktor-faktor lainnya yang mempengaruhi karakter suatu materi/bahan (Noor, 2009).

Salah satu sifat fisik batuan yang penting untuk diketahui adalah densitas dan porositas (Cahyani, 2011). Beberapa sifat fisis yang di analisis dalam penelitian ini adalah

1. Densitas

Densitas (massa jenis) adalah properti fisik yang berubah secara signifikan antara berbagai jenis batuan karena perbedaan mineralogi dan porositas. Densitas (ρ) didefinisikan sebagai hasil bagi dari massa (m) dan volume (v) dari sebuah material bersangkutan yang dituliskan:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

dengan ρ adalah massa jenis (gr/cm^3), m adalah massa (gram), v adalah volume (ml) (Olhoeft, 1989).

2. Porositas

Porositas adalah kemampuan untuk menyerap fluida pada batuan atau formasi atau ruang-ruang yang terisi oleh fluida diantara zat-zat padat atau mineral pada suatu batuan (Nurwidyanto, 2005). Nilai porositas pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan persamaan:

$$\Phi = \frac{\text{volume pori-pori}}{\text{volume keseluruhan batuan}} \times 100 \% \quad (2)$$

Berikut juga diperlihatkan tabel porositas berbagai material batuan seperti yang terlihat pada Tabel 2 (Adji, 2009).

Tabel 1. Besarnya porositas material batuan

material	α (%)
sedimen tidak kompak	
Kerikil	25-40
Sand	25-50
Silt	35-50
Lempung	40-70
Batuan	
Fractured basalt	5-50
Gamping terkarstifikasi	5-50
Sandstone	5-30
Gamping, Dolomit	0-20
Shale	0-10
Fractured crystalline rock	0-10
Danse crystalline	0-5

Mekanika batuan adalah salah satu cabang disiplin ilmu geomekanika. Mekanika batuan merupakan ilmu yang mempelajari sifat-sifat mekanik batuan dan massa batuan (Novianti,

2013), salah satu sifat mekanik batuan yang dianalisis dalam penelitian ini yaitu kuat tekan batuan. Nilai kuat tekan uniaksial dari percontoh batuan merupakan tegangan yang terjadi pada contoh batuan saat mengalami keruntuhan (*failure*) akibat pembebanan (Prasetya, 2013). Nilai kuat tekan pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan persamaan:

$$\sigma_c = \frac{F}{A} \quad (3)$$

dengan σ_c = kekuatan tekan (MPa), F = beban total hingga sampel rontok (N), dan A = Luas permukaan sampel yang ditekan (mm^2).

Sifat keteknikan yang diuji diantaranya adalah sifat fisik batuan yang terdiri dari densitas dan serapan air batuan, serta sifat mekanik yang terdiri dari ketahanan aus dan kuat tekan batuan. Data tersebut menjadi dasar dalam penentuan hubungan karakteristik petrologi dengan sifat keteknikan batuan, pengamatan petrografi dapat menunjukkan tekstur batuan yang meliputi ukuran dan bentuk butir, sortasi, kemas dan komposisi mineral penyusun batuan (Dandy, 2015)

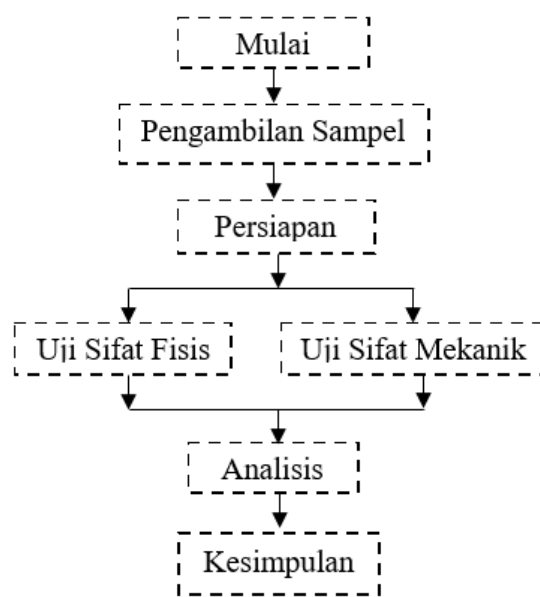
METODE

Penelitian ini bersifat eksperimental laboratories. Pengujian eksperimen murni ini yang meliputi uji sifat fisis (densitas dan porositas) dan uji sifat mekanik (kuat tekan). Sampel batuan diambil di daerah Hutan Batu, Desa Bontoa, Kecamatan Salenrang, Kabupaten Maros. Jumlah titik pengambilan sampel secara keseluruhan adalah lima titik. Sampel batuan kemudian dibentuk sampai berbentuk persegi panjang.

Pengujian sifat fisis batuan dengan mengukur massa, panjang, lebar, dan tinggi sampel batuan yang akan di uji untuk mengukur volume dari batuan tersebut, selanjutnya melihat perbandingan volume air dalam hal ini pengukuran nilai porositas menggunakan persamaan (2), sedangkan untuk mengukur nilai densitas digunakan persamaan (1).

Pengujian sifat mekanik batuan dengan menggunakan alat uji kuat tekan yaitu pengujian kekuatan tekan *Universal Testing Machine* (UTM) 1000 KN *compression test machine* dengan laju beban sebesar 5 KN/menit. Pengujian kekuatan tekan menggunakan sampel yang berbentuk persegi panjang dengan dimensi perbandingan antara panjang dengan diameter sebesar 2:1 dan memenuhi persyaratan *compression test ASTM-C77*.

Adapun alat dan bahan yang digunakan yaitu : alat, 1) Palu, 2) GPS, 3) Gurinda, 4) Neraca digital, 5) Jangka sorong, 6) Termometer, 7) Gelas ukur, 8) Alat uji tekan, 9) Kamera, 10) Alat tulis menulis dan bahan yaitu 1) Batuan karst, 2) Lebel, 3) *Tissue*, 4) Air. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Sifat Fisis Batuan

Pengukuran sifat fisis batuan yang telah dilakukan yakni pengukuran nilai porositas, dan densitas batuan karst dari Hutan Batu Kabupaten Maros, dimana penelitian ini bertujuan untuk memperoleh suatu gambaran tentang sifat fisis batuan. pada pengukuran porositas dan densitas

digunakan sampel batuan dibentuk persegi panjang.

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. Berikut ini tabel hasil analisis besaran fisik (densitas dan porositas) setiap sampel batuan dilihat pada Tabel 3 berikut

Tabel 2. Hasil pengukuran densitas dan porositas batuan karst Hutan Batu Maros

Sampel	Porositas (%)	Skala (%)	Densitas (gr/cm ³)
119°60'20"BT-4°92'25"LS	5.60	5-50	3.21
119°60'14"BT-4°92'31"LS	4.30	0-5	2.96
119°59'95"BT-4°92'42"LS	8.30	5-50	2.96
119°60'06"BT-4°92'29"LS	29.55	5-50	3.31
119°60'25"BT-4°92'38"LS	33.9	5-50	2.72

(Sumber : Data Primer terolah 2016)

2. Sifat Mekanik Batuan

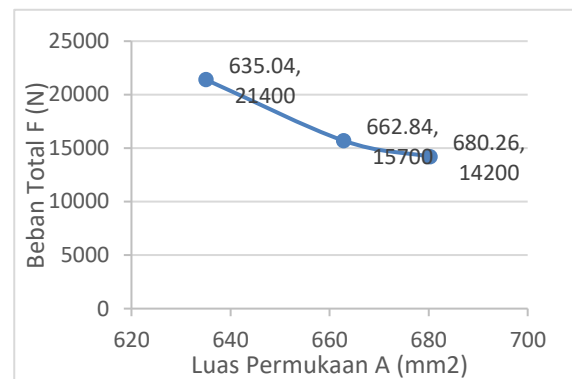
Pengujian kuat tekan bertujuan untuk mempeoleh suatu gambaran tentang kualitas sifat struktur ataupun sifat mekanik batuan. Uji kekuatan tekan dilakukan terhadap sampel batuan karst Hutan Batu Maros, dalam penelitian ini menggunakan sampel berbentuk persegi panjang dengan dimensi ini perbandingan antara panjang dengan lebar 2:1 dan memenuhi persyaratan *compression test* ASTM-C773. Adapun hasil pengukuran uji tekan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 3. Hasil pengukuran uji tekan batuan karst Hutan Batu Maros pada titik pengambilan 119°60'06" BT-4°92'29" LS

Sampel	A (mm ²)	F ₀ (N)	F ₁ (N)	F (N)	σ _c (Mpa)
1.1	680.26	34500	48700	14200	20.87
1.2	662.84	34500	50200	15700	23.69
1.3	635.04	34500	55900	21400	33.70

(Sumber : Data Primer terolah 2016)

Pada Gambar 2 dapat dilihat perbedaan kekuatan tekan batuan karst dari sampel batuan titik pengambilan 119°60'06" BT - 4°92'29" LS. Berikut merupakan grafik perbandingannya:



Gambar 2. Perbandingan luas permukaan dengan beban total pada titik pengambilan 119°59'95" BT-4°92'42"LS.

Penelitian ini dilakukan pengujian sifat fisis dan sifat mekanik batuan dimana pengujian sifat fisis batuan untuk mengetahui seberapa besar nilai densitas dan nilai porositas dari batuan karst. Sedangkan pada pengujian sifat mekanik batuan dilakukan untuk mengetahui seberapa besar nilai kekuatan tekan batuan karst, serta bagaimana pengaruh besarnya nilai luas permukaan dengan beban tekan dari batuan.

Penentuan sifat fisik batuan sangat penting untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat fisik batuan dapat ditentukan kualitas batu kapur tersebut. Salah satu sifat fisik batuan yang penting untuk diketahui adalah densitas dan porositas. Dengan melakukan pengujian tentang sifat fisis batuan dapat diketahui jenis dari batuan tersebut. Misalnya dengan menghitung besar nilai porositas dari batuan dapat diketahui jenis batuan tersebut.

Pengujian sifat fisis batuan juga diukur nilai dari porositas dari kelima sampel batuan, dimana dari hasil analisis diperoleh besar nilai porositas yaitu empat sampel berada pada rentang skala 5-50% dan satu sampel berada pada rentang skala 0-5%. Batuan gamping yang belum terkarstifikasi mempunyai nilai porositas yang

jauh lebih kecil dibandingkan dengan batuan gamping yang telah terkarstifikasi dengan baik. Batuan gamping dan juga dolomit yang belum terkarstifikasi mempunyai kisaran nilai porositas yang sangat kecil (maksimal 10%). Sebaliknya, jika batuan gamping telah terkarstifikasi akan mempunyai nilai porositas yang tinggi (mencapai 50%).

Data tersebut menunjukkan bahwa empat sampel batuan karst dari Hutan Batu Maros merupakan jenis batuan gamping terkarstifikasi karena berada pada rentang skala 5-50%, sedangkan satu sampel batuan karst dari Hutan Batu Maros merupakan jenis batuan gamping dolomite karena berada pada rentang skala 0-5% dari hasil penelitian ini juga dapat dilihat bahwa jenis porositas yang terjadi pada batuan karst Hutan Batu Maros adalah jenis porositas sekunder.

Pengujian tentang sifat mekanik batuan ini yaitu pengujian tentang pengujian kuat tekan batuan. Hasil pengukuran sifat mekanik batuan dalam hal ini nilai kekuatan tekan batuan karst menunjukkan bahwa batuan karst khususnya pada daerah Hutan Batu Maros memiliki nilai kuat tekan pada sampel seperti pada Tabel 4 menunjukkan nilai kuat tekan yang berbeda, data diatas juga menunjukkan perbandingan antara luas permukaan sampel dengan beban total, dapat dilihat pada Gambar 1. adanya perbedaan kuat tekan dalam hal ini bisa disebabkan karna banyak faktor, misalnya kandungan dari tiap sampel, banyaknya pori pada sampel, faktor pengontrol dan pendorong pada proses karstifikasi dan lain-lain.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Sifat Fisis batuan Karst dari Hutan Batu Kabupaten Maros dalam hal ini besar nilai densitas berdasarkan hasil pengujian yaitu sebesar 2-3 gr/cm³ dan nilai porositas

menunjukkan bahwa jenis batuan yang ada pada daerah Hutan Batu Maros adalah jenis batuan gamping dolomite dan batuan gamping terkarstifikas. Jenis porositas pada daerah Hutan Batu Maros berdasarkan pada hasil penelitian yaitu porositas sekunder.

2. Sifat mekanik dalam hal ini nilai kuat tekan batuan Karst Kabupaten Maros mamiliki nilai kuat tekan yaitu 20,87 MPa, 23,69 MPa dan 33,70 Mpa.

DAFTAR RUJUKAN

- Adji, T.N. Haryono, E. 2009. *Geomorfologi dan Hidrologi Karst Bahan Ajar*.Kelompok Studi Karst Fakultas Geografi: Universitas Gadjah Mada.
- Arham M., Arsyad M., Paloan P. 2015. *Analisis Karakteristik Curah Hujan dan Tinggi Muka Air Daerah Sungai (DAS) Pute Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros. Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*. Makassar
- Arsyad, Muhammad. 2002. *Pengetahuan Fisika Bumi*. Makassar: UNM Press.
- Arsyad, Muhammad .2015. *Estimation of Underground River Water Availability Based On Rainfall In The Karst Region, South Sulawesi*. AIP Conference Proceedings.
- Cahyani, Dwi Nur. 2011. *Pemetaan deposit dan porositas batuan kapur di Desa Pagak Kabupaten Malang menggunakan metode geolistrik konfigurasi Wenner Saouding-Mapping*. Perpustakaan Digital: Universitas Negari Malang
- Dandy, Muhammad et al. 2015. *Petrologi Dan Sifat Keteknikan Breksi Dan Batupasir Di Gedangsari, Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Proceeding, Seminar Nasional Kebumian Ke-8 Academia-Industry Linkage 15-16 OKTOBER 2015; GRHA SABHA PRAMANA*.
- Hilmi, asyrofi, Muhammad dkk. 2014. *Penentuan Tingkat Kekedapan Air Dan Kekokohan Komposit Semen Dari Limbah Pengolahan Batuan Karst Sebagai*

- Optimasi Bahan Dasar Konstruksi.* Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Teknik Geologi UPN Veteran Yogyakarta
- Maulana, Yoga Candra. 2013. *Pengelolaan Berkelanjutan Kawasan Karst Citatah-Rajamandala. Regional Volume III.* Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan : UNISMA Bekasi. Wiradisastra, U. dkk. 1999. *Geomorfologi dan Analisis Lanskap.* Bogor: Laboratorium Pengindraan Jauh dan Kartogra
- Noor, Djauhari. 2009. *Pengantar Geologi edisi pertama.* Program Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Pakuan. Bogor.
- Novianti, Henytiah. 2013. *Kemampuan Batuan Terhadap Uji Kuat Tekan (Mekanika Batuan).* Jurusan Teknik : Universitas Mulawarman Samarinda.
- Nuhung, Slamet. 2013. *Menjaga karst Maros-Pangkep sebagai warisan dunia.* Majalah Pubdiklat geologi. Bandung.
- Nurwidyanto, M.Irham. 2005. Estimasi Hubungan Porositas dan Permeabilitas pada Batu Pasir . *Berkala Fisika Vol.8,No.3* , 87-88.
- Olhoeft, G. 1989. *Densities of Rocks and Minerals, in: Carmichael (ed.) Pratical Handbook of Physical Properties of Rocks Minerals, secton II* : Boca Raton Florida: CRC Press.
- Prasetya, Zanuvar Ifan. 2013. *Sifat Fisik & Manfaat Batuan Beku Di Desa Sapulante, Kecamatan Pasrepah Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur.* Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 6, No. 1. Mahasiswa Magister

