Pengaruh Pelapukan Terhadap Ketahanan Batu Dasit Pada Uji Kuat Tekan Uniaksial (UCS)

Erni Irmawati[1], Gia Cintha Olinge Soares[1], Maria Frumensia Gastramat[1] dan Yudho Dwi Galih Cahyono[1]

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1]
e-mail: er.irmawati09@gmail.com

ABSTRACT

Rocks are a collection of minerals that are classified according to their mineral assemblages. Rock consists of several types or categories based on the formation process. One of them is dacite, which is included as a type that comes under an igneous rock category. Dacite belongs to the intermediate class of rocks which is the result of a cooling magma on the earth's surface or the presence of volcanic activity caused by differences in temperature during the cooling process. There are several factors that can affect rock resistance such as weathering. This study aimed to analyze the resistance of dacite based on its weathering degree. This research was conducted using direct observation methods on-site and laboratory tests for compressive strength testing using UCS (Uniaxial Compressive Strength) to determine rock resistance. The samples were taken from the area around Air Besar Falls in Batu Merah Village, Sirimau, Ambon, Maluku. Based on UCS test results, the compressive strength of rocks in fresh dacite sample has a compressive strength value of 42,77 MPa – 45,19 MPa, mild dacite has a compressive strength of 29,71 MPa – 31,32 MPa and medium weathered dacite has a compressive strength of 18,31 MPa – 22,16 MPa. From the results, it can be concluded that the difference in compressive strength value of dacite is influenced by the degree of weathering.

Kata kunci: *Dacite, Uniaxial Compressive Strength (UCS), Weathering*

ABSTRAK

Batuan merupakan kumpulan dari mineral yang kemudian diklasifikasikan menurut kumpulan mineral tersebut. Batuan terdiri dari beberapa jenis atau kategori berdasarkan proses pembentukannya, salah satunya adalah batuan dasit yang merupakan salah satu jenis dari kategori batuan beku. Batuan dasit merupakan batuan yang termasuk kelas intermediet yang merupakan hasil pendinginan magma di permukaan bumi ataupun adanya aktivitas gunung api yang diakibatkan oleh adanya perbedaan suhu saat pendinginan. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi ketahanan batuan antara lain adalah faktor pelapukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan ketahanan batuan dasit berdasarkan derajat pelapukannya. Penelitian ini dilakukan dengan metode pengamatan di lapangan secara langsung dan uji laboratorium untuk pengujian kuat tekan dengan menggunakan UCS (*Uniaxial Compressive Strength*) untuk mengetahui ketahanan batuan. Sampel batuan dasit di ambil dari sekitar lokasi Air Terjun Air Besar di Kelurahan Batu Merah, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, Provinsi Maluku. Berdasarkan hasil pengujian UCS di peroleh hasil kuat tekan batuan pada sampel batuan dasit segar memiliki nilai kuat tekan sebesar 42,77 MPa – 45,19 MPa, batuan dasit lapuk ringan memiliki kuat tekan sebesar 29,71 MPa – 31,32 MPa dan batuan dasit lapuk sedang memiliki kuat tekan sebesar 18,31 MPa - 22,16 MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa perbedaan nilai kuat tekan pada batuan dasit dipengaruhi oleh derajat pelapukan.

Kata kunci: Dasit, Pelapukan, Uji Kuat Tekan Uniaksial (UCS)

PENDAHULUAN

Batuan terbentuk dari kumpulan mineral yang dikalsifikasikan menurut kumpulan mineral, proporsi mineral dan tempat pembentukannya. Batuan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu batuan beku (*igneous rock*), batuan sedimen (*sedimentary rock*) dan batuan malihan (*metamorphic rock*). Batuan beku merupakan batuan yang terbentuk dari proses pendinginan atau pengerasan magma, dengan atau tanpa proses kristalisasi yang terbentuk di permukaan bumi (batuan luar) maupun di bawah permukaan bumi (batuan dalam)[1]. Batuan yang terbentuk dan terdapat di alam dapat mengalami berbagai proses baik endogen maupun eksogen. Proses eksogen pada batuan seperti pelapukan merupakan proses yang dapat mempengaruhi sifat kimia maupun mekanik batuan. Proses pelapukan merupakan kejadian umum, terutama pada daerah beriklim tropis. Iklim tropis berperan

mempengaruhi sifat ketahanan batuan. Pelapukan batuan yang disebabkan oleh disintegrasi fisik dan dekomposisi kimia dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik bagi material batuan maupun massa batuan. Kondisi ini dapat terjadi bersamaan di bawah kondisi iklim dan suhu lembab[2]. Umumnya profil pelapukan pada batuan berkembang secara tidak seragam dikarenakan berbagai pengaruh kompleks, baik internal maupun eksternal seperti iklim, topografi atau morfologi, air tanah dan aktivitas organisme[3].

Dasit merupakan batuan beku luar yang terbentuk di berbagai posisi tektonik, baik pada lempeng kontinen maupun busur kepulauan[4]. Berdasarkan klasifikasi dan nomenklatur dari batuan kristal berbutir halus menurut kandungan mineralnya berdasarkan diagram QAPF (*Quartz, Alkali Feldspar, Plagioclase and Feldspathoid*) umumnya dasit memiliki komposisi mineral antara riolit dan andesit. Mineral yang paling melimpah dalam batu dasit adalah mineral plagioklas dan kuarsa. Batu dasit segar umumnya berwarna putih hingga abu-abu terang[5].

Rai et al. (2014) menjelaskan bahwa kuat tekan merupakan gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung batuan sesaat sebelum mengalami kehancuran (*failure*) tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan[6]. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pelapukan terhadap ketahanan batu dasit yang diukur melalui pengujian kuat tekan uniaksial (UCS).

TINJAUAN PUSTAKA

Uniaxial Compressive Strenght (UCS)

Uji kuat tekan uniaksial atau *Uniaxial Compressive Strenght (UCS)* merupakan gambaran dari nilai tegangan maksimum yang dapat ditanggung batuan sesaat sebelum mengalami kehancuran (*failure*) tanpa adanya pengaruh dari tegangan pemampatan. Dalam melakukan Uji kuat tekan uniaksial contoh batuan harus memenuhi beberapa syarat, yaitu muka contoh harus mencapai kerataan hingga 0,02 mm dan tidak melenceng dari sumbu tegak lurus ≥ 0,001 radian atau sekitar 0,05 mm dan harus memiliki perbandingan tinggi dan diameter (L/D) antara 2 – 2,5 serta diameter minimal berukuran sekitar 54 mm[7].

Tujuan pengujian ini untuk mengklasifikasikan ketahanan batuan berdasarkan derajat pelapukannya yang diuji berdasarkan uji kuat tekan uniaksial. Hasil pengujian memuat beberapa informasi seperti, nilai kuat tekan uniaksial, nilai modulus elastisitas, dan nilai nisbah poisson. Sifat mekanik batuan dapat ditulis dengan rumus seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Rumus hasil kurva tegangan-regangan

Kuat Tekan	Modulus Elastisitas	Nisbah poison
$\sigma_{c} = \frac{P}{A}$	$E = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon\alpha}$	$\nu = \frac{\varepsilon\ lateral}{\varepsilon\ aksial}$ pada tegangan σ_1

Pengaruh Pelapukan Pada Batuan

Proses pelapukan batuan merupakan proses penting yang mempengaruhi karakteristik mekanik material dan massa batuan pada kedalaman dangkal dan di permukaan melalui pelapukan kimia maupun fisik. Pelapukan fisik yaitu pembentukan bidang diskontinuitas yang secara progresif memecah batuan asli menjadi material seperti tanah. Pelapukan kimiawi berdampak pada perubahan unsur kimia mineral. Iklim dan organisme merupakan faktor aktif pelapukan, dan batuan sebagai objek, sedangkan waktu dan topografi sebagai faktor pengontrol yang berpengaruh secara tidak langsung. Arikan & Aydin (2012) menemukan bahwa dasit yang mengalami pelapukan kehilangan beberapa sifat keteknikan seperti berat satuan, ketahanannya dan peningkatan porositas yang disebabkan oleh peningkatan pembentukan rekahan mikro[8].

Oleh karena itu, kondisi pelapukan fisik maupun pelapukan kimiawi memiliki dampak terhadap struktur keteknikan yang ditemukan pada atau di dekat permukaan bumi. Mempelajari

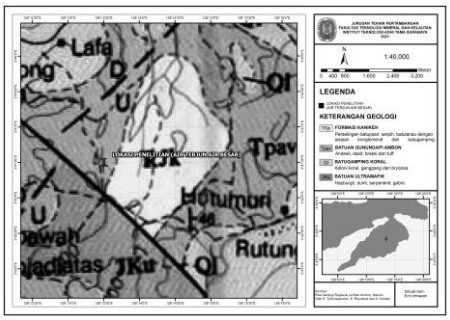
pengaruh pelapukan batuan terhadap kondisi batuan dan sifat keteknikannya merupakan bagian yang penting karena dapat menjadi parameter dalam perencanaan pembuatan desain lereng.

METODE

Pada penelitian ini digunakan metode pendeskripsian kondisi pelapukan batuan secara visual di lapangan dan uji kuat tekan uniaksial untuk mengetahui ketahanan batuan terhadap pengaruh pelapukannya. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengambilan contoh batuan

Batu dasit diambil di dekat air terjun Air Besar, Batu Merah, Sirimau, Ambon, Maluku yang termasuk dalam Formasi Batuan Gunungapi Ambon (Tpav) dengan susunan litologi berupa andesit, dasit, breksi dan tuff[9]. Untuk mencapai lokasi penelitian, ditempuh dari pusat Kota Ambon melalui jalur darat ±30 - 60 menit. Contoh batuan diambil dengan palu geologi. Batu dasit diambil dari tiga titik berbeda di satu lokasi untuk dijadikan tiga contoh dan akan dianalisis di laboratorium. Pengambilan sampel ini berdasarkan pada sering atau tidaknya batuan dialiri air dan terpapar sinar matahari.



Gambar 1. Peta Geologi lokasi penelitian

Sumber : Peta Geologi Regional Lembar Ambon, Maluku oleh S., Tjokrosapoetro, E., Rusmana., A., Achdan (1993).

2. Deskripsi kondisi pelapukan contoh batuan

Deskripsi kondisi pelapukan pada contoh batuan ini dilakukan secara visual berdasarkan kondisi singkapan batuan.



Gambar 2. Singkapan batuan di lapangan

Sumber : dokumen pribadi

3. Uji kuat tekan uniaksial

Uji kuat tekan uniaksial dilakukan dengan mesin tekan dan pembebanannya mengacu pada standar dari *International Society for Rock Mechanics* (ISRM, 1981) dengan tujuan untuk mendapatkan nilai ketahanan batuan terhadap beban satu arah yang diberikan kepada batuan tersebut. Banyak sampel yang digunakan pada pengujian ini berjumlah 6 (enam) sampel dengan derajat pelapukan yang berbeda-beda.

4. Pengolahan data

Setelah data kondisi pelapukan dan hasil uji kuat tekan uniaksial didapatkan, selanjutnya dilakukan pengolahan data untuk dianalisis pengaruh pelapukan batuan terhadap ketahanan batuan dalam menanggung beban yang diberikan secara satu arah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Lapangan

Batu dasit pada lokasi penelitian, dijumpai dengan derajat pelapukan antara derajat I – III (kondisi segar – lapuk sedang). Pengamatan lapangan dilakukan dengan cara identifikasi terhadap perubahan warna pada material batuan, bidang lemah, dan perbandingan antara material batuan serta tanah pada derajat pelapukan tersebut. Kondisi batu dasit segar terletak di daerah yang tidak dialiri air dan tidak terpapar sinar matahari karena ditutupi oleh vegetasi di pinggiran sungai, batu dasit lapuk ringan terletak di daerah yang sering dialiri air dan jarang terpapar matahari, dan kondisi batu dasit lapuk sedang terletak di daerah yang selalu dialiri air dan sering terpapar sinar matahari. Dalam melakukan penentuan derajat pelapukan menggunakan acuan yang telah diklasifikasikan oleh Dearman, et al (1978).

Tabel 2. Derajat pelapukan berdasarkan klasifikasi[10].

Istilah	Derajat	Penciri Utama
Segar	I	Tidak terlihat pelapukan pada material; mungkin terdapat sedikit perubahan warna pada permukaan bidang lemah utama.
Lapuk ringan	II	Terdapat indikasi perubahan warna material dan permukaan bidang lemah. Beberapa material batuan dapat berubah warna karena pelapukan; namun tidak terlihat melemah
Lapuk sedang	III	Material berubah warna dan beberapa batuan terlihat melemah. Terdapat batuan yang berubah warna tapi tidak lemah sebagai kerangka diskontinu atau inti batuan
Lapuk kuat	IV	Beberapa material batuan hancur menjadi tanah. Batuan segar atau yang berubah warna dijumpai sebagai kerangka diskontinuitas atau inti batuan.
Lapuk sempurna	V	Seluruh material terdekomposisi dan/atau menjadi tanah. Struktur massa asli dan material fabrik masih utuh
Tanah residu	VI	Seluruh material telah menjadi tanah. Struktur massa dan material telah hancur. Terjadi perubahan volume secara besar, namun tanah belum mengalami transportasi.



(a) (b) (c) (d)

Gambar 3. Kondisi singkapan di lapangan, a) Dasit segar, b) Dasit lapuk ringan, c) Dasit lapuk sedang, dan d) Kekar pada dasit lapuk sedang

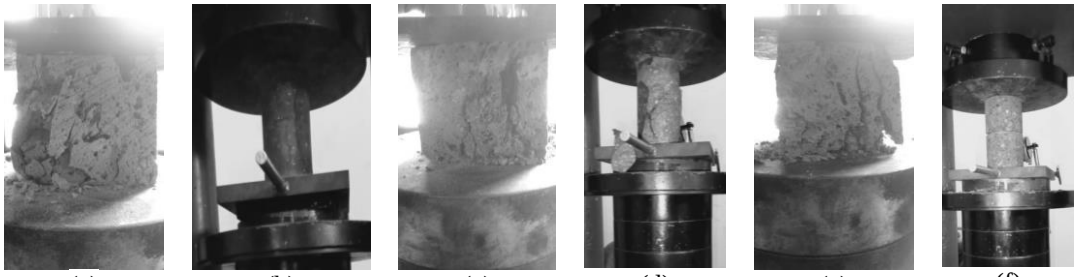
Sumber : dokumen pribadi

Hasil *Uniaxial Compressive Strength* (UCS)

Dari pengujian kuat tekan batuan dengan derajat pelapukan contoh yang berbeda didapatkan hasil yang tersaji pada Tabel 2 dan kondisi batuan saat pengujian pada Gambar 4.

Tabel 3. Hasil pengujian kuat tekan uniaksial pada batu dasit

Hasil Uji Laboratorium	**Sampel**					
	Segar		**Lapuk ringan**		**Lapuk sedang**	
Nomor Sampel	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**
UCS (MPa)	45,19	42,77	29,71	31,32	22,16	18,31
Modulus Young (MPa)	1357,29	13622,15	11252,21	11387,89	15956,55	10152,92
Nisbah Poisson	0,26	0,08	0,14	0,22	0,16	0,16



(a) (b) (c) (d) (e) (f)

Gambar 4. a) Sampel 01, b) Sampel 02, c) Sampel 03, d) Sampel 04, e) Sampel 05, dan f) Sampel 06

Sumber : dokumen pribadi

Contoh pada pengujian diambil dari formasi yang sama, namun memiliki kekuatan yang berbeda. Hal ini diindikasikan sebagai adanya pengaruh pelapukan. Hasil UCS menunjukkan sampel batuan segar merupakan sampel dengan kekuatan paling baik yaitu, 42,77 Mpa – 45,19 MPa dan tingkat elastisitasnya mencapai 13578,29 MPa – 13622,15 MPa dengan nilai nisbah poisson 0,08 – 0,26. Batu dasit segar dijumpai di daerah yang tidak dialiri air dan tidak terpapar sinar matahari karena tertutupi vegetasi. Kemudian, sampel batuan lapuk ringan menunjukkan sifat lapuk namun tidak begitu signifikan. Kekuatannya 29,71 MPa – 31,32 MPa dan tingkat elastisitasnya 11387,89 MPa - 11252,21 MPa dengan nilai nisbah poisson 0,14 – 0,22. Batu dasit lapuk ringan berada di daerah yang sering kontak dengan air dan sinar matahari. Sedangkan sampel batuan lapuk sedang dijumpai di daerah yang selalu kontak dengan air dan sinar matahari., memiliki nilai kekuatan yang paling rendah yaitu 18,31MPa – 22,16 MPa dan elastisitasnya 10152,92 MPa - 15956,55 MPa dengan nilai nisbah poisson 0,16.

Umumnya, jenis batuan yang sama memiliki kekuatan dan ketahanan yang sama karena struktur dan material penyusunnya sama. Namun, bisa saja terjadi perubahan fisik maupun kimiawi. Dari hasil pengujian, pada lokasi penelitian dalam formasi yang sama dengan jenis batuan yang homogen, sudah mengalami perubahan fisik yang mengakibatkan perubahan kekuatan dari setiap batuan dan menyebabkan perbedaan ketahanan batuan. Melalui pengujian diketahui bahwa semakin banyak proses pelapukan yang terjadi maka semakin kecil nilai kuat tekannya dan mempengaruhi ketahanannya. Sedangkan, jika batuan mengalami sedikit atau tidak mengalami proses pelapukan, nilai kuat tekannya semakin besar dan ketahanannya semakin baik.

KESIMPULAN

Hasil *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) untuk sampel batuan dasit menunjukkan hasil nilai kuat tekan yang bervariasi bergantung pada derajat pelapukannya, yaitu antara 18,31 – 45,19

MPa, dengan tingkat elastisitas antara 15956,55 – 10152,92 MPa dan nisbah poisson berkisar antara 0,14 – 0,26. Batuan dasit segar memiliki nilai kuat tekan sebesar 42,77 MPa – 45,19 MPa, batuan dasit lapuk ringan memiliki kuat tekan sebesar 29,71 MPa – 31,32 MPa dan batuan dasit lapuk sedang memiliki kuat tekan sebesar 22,16 MPa – 18,31MPa. Perbedaan hasil dari pengujian UCS disebabkan oleh adanya proses pelapukan di alam yang terjadi pada batuan tersebut. Maka dari itu dapat ditarik kesimpulan, bahwa semakin tinggi derajat pelapukan pada batuan dasit maka akan mempengaruhi ketahanan batuan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa dan Bapak Yudho Dwi Galih Cahyono, S.T., M.T., selaku dosen pengampu mata kuliah kestabilan lereng yang telah membantu dan membimbing dalam proses penelitian maupun penyusunan. Selanjutnya, terima kasih kepada pihak *ASIA Rock Test Geomechanic Laboratory* Yogyakarta yang telah membantu kami dalam melakukan pengujian kuat tekan uniaksial.

DAFTAR PUSTAKA

[1] D. Noor, *Program studi teknik geologi*, Edisi Pert. Bogor: CV. Graha Ilmu, 2009.

[2] Z. J, B. . Broms, Z. Y, and C. V, “A STUDY OF THE WEATHERING OF THE BUKIT TIMAH GRANITE PART A : REVIEW, FIELD OBSERVATIONS AND GEOPHYSICAL SURVEY,” *Bull. Int. Assoc. Eng. Geol.*, no. 49, pp. 97–106, 1994.

[3] M. A. Tamanak, T. Berhitu, D. G. Ode, and Y. D. G. Cahyono, “Pengaruh Pelapukan Terhadap Kekuatan Batuan Andesit,” *Pros. Semin. Teknol. Kebumian dan Kelaut.*, vol. 2, no. 1, pp. 599–604, 2020.

[4] Isyqi *et al.*, “Petrologi dan Geokimia Batuan Dasit Komplek Mélange Luk Ulo,” *Ris. Geol. dan Pertamb.*, vol. 29, no. 1, p. 27, 2019, doi: 10.14203/risetgeotam2019.v29.968.

[5] M. R. Gillespie and M. T. Styles, *BGS Rock Classification Scheme. Classification of Igneus Rocks*, vol. 1. 1999.

[6] M. A. Rai, S. Kramadibrata, and R. K. Wattimena, *Mekanika Batuan*. Bandung: ITB, 2014.

[7] I. Arif, *GEOTEKNIK TAMBANG*, Edisi Pert. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 2016.

[8] F. Arikan and N. Aydin, “Influence of Weathering on the Engineering Properties of Dacites in Northeastern Turkey,” *ISRN Soil Sci.*, vol. 2012, pp. 1–15, 2012, doi: 10.5402/2012/218527.

[9] A. Tjokrosapoetro, S., E., Rusmana., A., “PETA GEOLOGI REGIONAL LEMBAR AMBON, MALUKU.” Seksi publikasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (PPPG), 1993.

[10] W. R. Dearman, F. J. Baynes, and T. Y. Irfan, “Engineering grading of weathered granite,” *Eng. Geol.*, vol. 12, no. C, pp. 345–374, 1978, doi: 10.1016/0013-7952(78)90018-2.