

PROCEEDING



SEMINAR NASIONAL GEOMEKANIKA IV

*"PERAN GEOMEKANIKA DALAM
PEMBANGUNAN PERTAMBANGAN &
INFRASTRUKTUR"*

**26 - 28 OKTOBER 2017
HOTEL PANGERAN BEACH,
PADANG, SUMATERA BARAT**

INDONESIA



Pengaruh Pelapukan Terhadap Kuat Tekan Batuan (Influence of Weathering on Compressive Rock Strength)

PURWANTO¹, Abdul MUHAIMIN¹, BUSTHAN², Ratna HUSAIN² dan DJAMALUDDIN¹

¹Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa, 92171, Indonesia

²Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa, 92171, Indonesia

Sari

Kuat tekan batuan (σ_c) merupakan salah satu sifat mekanika batuan yang sangat penting pada kegiatan pertambangan dan teknik sipil. Data yang akurat dari kuat tekan batuan akan menentukan tingkat kestabilan dari desain yang akan dibuat. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan batuan adalah kondisi pelapukan yang terjadi pada batuan. Sebagai Negara tropis, kondisi geologi Indonesia sangat terpengaruh dengan iklim yang ada sehingga pelapukan yang tinggi pada batuan sangat mudah terjadi di Indonesia. Penelitian ini merupakan studi awal dampak pelapukan terhadap kekuatan batuan. Penelitian ini dilakukan untuk memprediksi nilai kuat tekan uniaxial batuan menggunakan UCS dengan mempertimbangkan parameter derajat pelapukan. Penentuan derajat pelapukan dilakukan dengan pengamatan lapangan secara deskriptif dan laboratorium dengan pengamatan petrografi dan X-Ray Diffraction (XRD). Untuk alasan ini, contoh batuan beku Basal diambil di Desa Mamampang Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Tingkat pelapukan batuan beku basal di lokasi penelitian berdasarkan pada perubahan warna dan komposisi mineral sekunder (lempung) sebagai hasil pelapukan, terdiri dari derajat pelapukan II, III, IV dan V. Hasil uji kuat tekan UCS memperlihatkan terjadinya penurunan kekuatan batuan sejalan dengan peningkatan derajat pelapukan yang terjadi. Hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat dilanjutkan dengan pengujian menggunakan alat yang lebih sederhana seperti Schmidt Hammer.

Kata Kunci: Uniaxial compressive strength (UCS), Pelapukan batuan, Petrografi, XRD, basalt

Abstract

Rock strength (σ_c) is an important parameter on rock mechanics for mining and civil engineering activities. Stability of the mining and infrastructure design were influenced by an accurate data of rock strength. One of factors may influence the rock strength is weathering condition that occurs in the rock. As a tropical country, geological condition of Indonesia highly influenced by climate therefore high weathering on rock occur easily. This research is a fundamental study of influence of weathering on rock strength. The aim of the research is to predict uniaxial compressive strength of rock by UCS test consider the rock weathering degrees. Determination of weathering degrees was done by field investigation descriptively, and laboratory analysis using petrography and X-Ray Diffraction (XRD). Igneous rock of Basalt was taken from Mamampang area, Gowa district, province of South Sulawesi. Weathering degrees of Basalt rock were classified based on discolouration and present of secondary minerals (clay) composition as weathering results, consists of II, III, IV and V degrees. UCS test results shows decreasing of rock strength when the weathering degrees increase. The results of this research are expected to be continued by rock strength testing using simpler tool such as Schmidt Hammer.

Keywords: Uniaxial compressive strength (UCS), rock weathered, petrography, XRD, basalt

*Penulis untuk korespondensi (corresponding author): PURWANTO

E-mail: purwanto@unhas.ac.id

Tel: +62-81241959407

I. PENDAHULUAN

Kuat tekan batuan (σ_c) merupakan salah satu sifat mekanika batuan yang sangat penting pada kegiatan pertambangan dan teknik sipil. Pada bidang pertambangan, kuat tekan batuan menentukan metode penambangan, desain tambang bawah tanah, desain lereng tambang dan perencanaan penyanggaan yang akan digunakan. Sedangkan di bidang teknik sipil kuat tekan batuan sangat memengaruhi desain infrastruktur yang akan dibuat seperti pada perencanaan bendungan, terowongan dan lereng. Data yang akurat dari kuat tekan batuan akan menentukan tingkat kestabilan dari desain yang akan dibuat.

Kawasan tambang yang telah di eksploitasi dan lokasi pembukaan kawasan infrastruktur akan

menyebabkan batuan tersingkap dan mengalami kontak dengan udara luar dan air permukaan maupun air tanah. Selain itu, pengaruh perubahan musim baik hujan dan panas serta perubahan temperatur akan menyebabkan terjadinya pelapukan pada batuan. Indonesia, sebagai salah satu negara beriklim tropis memiliki perubahan kondisi musim hujan dan kemarau yang sangat mempengaruhi terjadinya pelapukan pada batuan. Tingginya tingkat pelapukan batuan akan memengaruhi kemampuan daya dukung batuan tersebut. Hal ini perlu diketahui untuk aplikasi pekerjaan-pekerjaan di bidang pertambangan dan teknik sipil karena dapat berpengaruh pada tingkat kestabilan atau bencana yang dapat ditimbulkan.

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang

bertujuan untuk mengidentifikasi derajat pelapukan pada batuan berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan laboratorium menggunakan analisis petrografi dan X-ray diffraction (XRD). Berdasarkan derajat pelapukan yang ada, selanjutnya dilakukan analisis kuat tekan batuan untuk melihat pengaruh pelapukan terhadap kekuatan batuan tersebut.

Batuan yang digunakan pada penelitian ini yaitu Basal yang merupakan hasil penambangan bahan galian di Desa Mamampang, Kecamatan Tombolo Pao, Kabupaten Gowa.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Pelapukan adalah proses alterasi dan pemecahan material tanah dan batuan pada dan dekat permukaan bumi oleh proses kimia, fisika dan biologis untuk membentuk tanah liat, oksida besi, dan produk pelapukan lainnya (Ollier 1984; Selby 1993; Anon 1995; dan Bell, 2007). Proses ini umumnya bertindak bersama-sama. Mineralogi, tekstur, dan sifat litologi batuan berubah karena pelapukan, dan dengan demikian sifat rekayasa dari batuan juga berubah (Undul, 2012).

Deskripsi dan klasifikasi batuan lapuk untuk tujuan rekayasa telah menjadi subyek perdebatan sejak teknik geologi pertama kali membuat standar dan kode tingkat pelapukan (Anon, 1995). Pada tahun 1978 Irfan dan Dearman mengembangkan metode kuantitatif untuk menentukan derajat pelapukan secara megaskopis dan mikroskopis. Sedangkan Kim dan Park (2003) membagi derajat pelapukan berdasarkan perubahan sifat kimia dari batuan. Pada tahun 1995, Anon membuat klasifikasi pelapukan batuan dengan menggunakan lima pendekatan yang berbeda.

Penelitian tentang pelapukan juga telah dilakukan dan diterbitkan pada jurnal internasional oleh Basu, dkk pada tahun 2009. Penelitian pada jurnal ini membahas tentang klasifikasi pelapukan pada batuan Granit di Tenggara Brazil. Penelitian tentang pelapukan juga diteliti oleh Undul dan Tugrul pada tahun 2012. Penelitian ini membahas tentang pengaruh proses pelapukan pada sifat rekayasa batuan. Dalam studi ini, batuan Dunit di kawasan Bursa di Turki Barat diselidiki dan perubahan sifat rekayasa karena pelapukan dievaluasi.

Penelitian pelapukan juga diteliti pada batuan Basal oleh Moon dan Jayawardane pada tahun 2004 dengan judul jurnal "Geomechanical and geochemical changes during early stages of weathering of Karamu Basalt, New Zealand". Penelitian ini membahas tentang pelapukan batuan basalt dilihat dari sisi geokimia dan geomekanikanya.

III. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, meliputi: karakterisasi derajat pelapukan, pengujian sifat fisik batuan, dan pengujian kuat tekan batuan.

3.1 Karakterisasi Derajat Pelapukan

3.1.1 Pengambilan data lapangan

Pengambilan data lapangan bertujuan untuk melakukan karakterisasi derajat pelapukan secara visual deskriptif. Identifikasi derajat pelapukan dilakukan secara vertikal dari atas ke bawah (lihat Gambar 1). Karakterisasi derajat pelapukan mengacu pada standar klasifikasi derajat pelapukan Anon, 1995. Selain itu, pada tahapan ini juga dilakukan pengambilan contoh batuan yang akan digunakan untuk pengamatan petrografis dan XRD untuk menentukan pelapukan secara laboratorium, serta contoh batuan untuk pengujian kekuatan batuan.



Gambar 1. Singkapan batuan

3.1.2 Pengamatan Petrografis

Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui nama batuan dan mineralogi batuan. Pengamatan difokuskan pada perubahan tekstur batuan, perubahan bentuk dan ukuran mineral penyusun dan kehadiran mineral-mineral ubahan. Pengamatan ini menggunakan sampel sayatan tipis yang berasal dari batuan dengan tingkat pelapukan yang berbeda-beda.

3.1.3 Analisis XRD

Analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) dapat dilakukan setelah sampel digerus hingga ukuran -200 mesh . Pada tahap ini, alat yang digunakan yaitu difraktometer Merek Shimadzu XRD-7000 Maxima. *X-ray* difraktometer digunakan untuk mendeteksi mineral yang terkandung dalam sampel. Data yang telah direkam dari hasil uji XRD (*X-Ray Diffraction*) kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Match*. Hasil analisis ini bertujuan untuk mengetahui komposisi mineral ubahan yang merupakan hasil pelapukan.

3.2 Pengujian Sifat Fisik Batuan

Pengujian sifat fisik dilakukan untuk mengetahui hubungan antara pelapukan tersebut dengan sifat fisik batuan. Sifat fisik yang diukur pada sampel batuan yaitu densitas dan porositas. Sampel yang digunakan untuk mengukur sifat fisik batuan masing-masing mewakili setiap derajat pelapukan. Sampel uji yaitu hasil potongan *coring* batuan.

3.3 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan uniaxial bersifat merusak sampel (*desktruktif*), sehingga sampel hanya bisa untuk sekali pengujian. Pengujian kuat tekan uniaxial dilakukan di Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

an untuk
an secara
pelapukan
wah (lihat
n mengacu
an Anon,
dilakukan
digunakan
RD untuk
ium, serta
atuan.



ahui nama
ngamatan
batuan,
yusun dan
amatan ini
erasal dari
beda-beda.

dilakukan
200 mesh.
an yaitu
0 Maxima.
mendeteksi
Data yang
(*diffraction*)
kat lunak
mengetahui
akan hasil

mengetahui
ngan sifat
da sampel
mpel yang
ik batuan
pelapukan.
uan.

t merusak
nanya bisa
uat tekan
Struktur
asanuddin.

Pengujian ini dilengkapi dengan alat pengukur regangan aksial dan lateral. Sampel yang digunakan sebanyak 14 buah dan mewakili kondisi pelapukan yang terjadi pada contoh batuan. Pengujian kuat tekan uniaksial mengacu pada standar pengujian *ISRM*, 1981.

IV. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

4.1 Tingkat Pelapukan Batuan

Batuan di Desa Mamampang Kecamatan Tombolo Pao merupakan batuan Basal dan dijumpai dalam kondisi lapuk ringan hingga lapuk sempurna. Kondisi batuan segar hanya dijumpai pada bongkah-bongkah dan kupasan batuan hasil aktivitas penambangan. Klasifikasi derajat pelapukan batuan di lapangan didasarkan pada perubahan warna

(*discoloration*) dari batuan, perkembangan diskontinuitas pada batuan, serta kekerasan batuan menggunakan palu geologi. Penentuan derajat pelapukan di daerah penelitian mengacu pada klasifikasi yang diusulkan oleh Anon (1995).

Uraian derajat pelapukan dapat dilihat pada Tabel 1. Perkembangan derajat pelapukan di lokasi penelitian dapat dikelompokkan menjadi lima derajat pelapukan yang meliputi tingkat pelapukan rendah (II), pelapukan sedang (III), pelapukan tinggi (IV) dan pelapukan sempurna (V). Terjadinya perubahan warna dari warna segar batuan basal, kehadiran mineral-mineral oksida dan lempung sebagai mineral sekunder hasil pelapukan, dan kekerasan batuan menggunakan palu geologi dapat dilakukan dan terlihat secara langsung di lapangan.

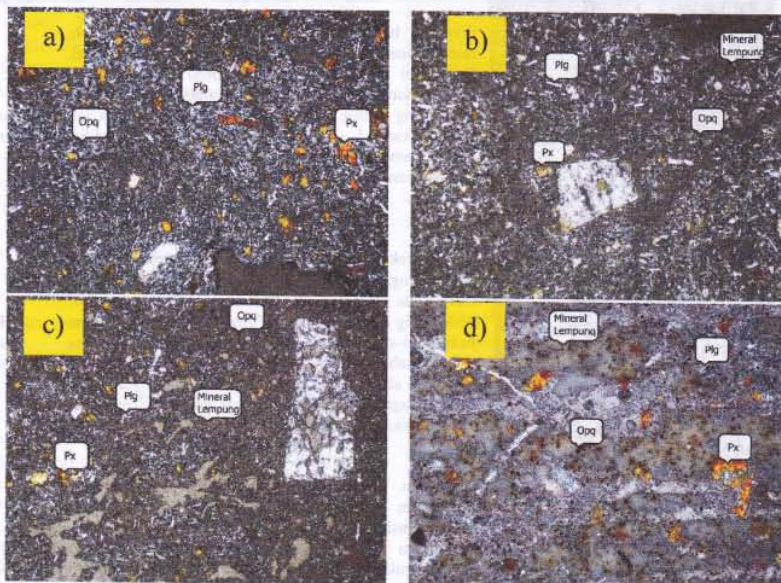
Tabel 1. Derajat pelapukan di lokasi penelitian berdasarkan pengamatan lapangan

Foto Batuan	Karakteristik	Tingkat pelapukan
	Sebagian besar batuan telah berubah menjadi tanah, namun masih menunjukkan sisa tekstur batuan asal. Perubahan warna hampir terjadi pada seluruh bagian batuan yaitu berwarna putih keabu-abuan. <i>Spheroidal weathering</i> masih terjadi pada kondisi pelapukan ini. Jarak kekar 0,5 – 1 meter, sehingga batuan terlihat <i>intact</i> namun kekerasan yang lemah. Batuan dapat dihancurkan menggunakan tangan.	V (<i>Completely Weathered</i>)
	Kondisi kekar pada pelapukan ini sangat rapat antara 5 – 15 cm dengan rekahan diisi oleh material berupa tanah. Ciri khas bagian ini adalah adanya <i>spheroidal weathering</i> dan <i>corestone</i> . Warna pada material batuan yaitu abu-abu kusam kehijau-hijauan dengan warna pada rekahan coklat. Batuan ini memiliki tekstur porfiritik akibat sisa mineral-mineral yang tergolong keras mengambang. Batuan sangat mudah dihancurkan menggunakan palu geologi.	IV (<i>Highly Weathered</i>)
	Perubahan warna yang meluas pada hampir semua permukaan batuan dan perkembangan rekahan yang lebih intensif, sehingga kekerasan batuan ini menurun. Salah satu efek dari retakan yang intensif dijumpai adalah struktur <i>block joint</i> . Kondisi derajat pelapukan ini material didominasi oleh batuan dengan jarak antar rekahan (20 – 60 cm) serta rekahan terisi tanah berwarna coklat. Batuan mudah dihancurkan dengan palu geologi.	III (<i>Moderately Weathered</i>)
	Perubahan warna tipis pada permukaan batuan dan bidang diskontinuitas. Warna abu-abu yang lebih kusam (segar berwarna abu-abu kebiruan) dan pada beberapa bagian tubuh batuan mengalami oksidasi yang menghasilkan warna merah kecoklatan. Perubahan warna juga terjadi pada batas-batas kekar kolom menjadi warna coklat yang berjarak antara 0,5 – 1,5 meter. Batuan sulit dihancurkan menggunakan palu geologi.	II (<i>Slightly Weathered</i>)

Pengamatan mikroskop selanjutnya dilakukan untuk mengetahui secara lebih detail komposisi mineral sekunder hasil ubahan akibat pelapukan pada batuan beku Basal. Berikut ini hasil pengamatan mikroskop 4 sampel batuan: Komposisi mineral terdiri dari mineral piroksin, mikrokristalin plagioklas, mineral lempung, opak dan massa dasar gelas. Ukuran mineral <math><0,02\text{ mm} - 0,24\text{ mm}</math>. Plagioklas berwarna putih dalam kenampakan nikol sejajar, berwarna putih keabuan dalam kenampakan nikol silang dengan ukuran $0,02 - 0,2\text{ mm}$, bentuk mineral anhedral. Piroksin berwarna kehitaman dalam kenampakan nikol sejajar, berwarna merah kecoklatan dalam kenampakan nikol silang dengan ukuran $0,02 - 0,24\text{ mm}$ bentuk mineral anhedral. Mineral lempung sebagai mineral hasil pelapukan dari mineral plagioklas memperlihatkan warna coklat kehitaman dalam kenampakan nikol sejajar dan berwarna abu-abu kecoklatan dalam

kenampakan nikol silang. Gambar 2 memperlihatkan kenampakan petrografis kondisi mineral pada pelapukan batuan.

Tabel 2 menunjukkan komposisi mineral lempung pada batuan Basal. Semakin tinggi persentase kehadiran mineral lempung pada batuan menjadi indikasi semakin tingginya proses pelapukan yang telah terjadi pada batuan tersebut. Akibat dari pelapukan tersebut maka mineral plagioklas dan piroksin sebagai mineral primer dari Basal akan mengalami pengurangan. Selain itu bentuk mineral plagioklas dan piroksin sebagai mineral primer pembentuk batuan basal juga dapat digunakan untuk menunjukan proses pelapukan yang terjadi. Pada batuan yang segar bentuk mineral plagioklas dan piroksin tersebut relatif sempurna (euhedral-subhedral), sedangkan pada batuan yang telah lapuk akan memperlihatkan mineral yang telah berubah menjadi relatif tidak sempurna (anhedral).



Gambar 2. Kenampakan petrografis sayatan tipis batuan. a) Derajat Pelapukan II; b) Derajat Pelapukan III; c) Derajat Pelapukan IV; d) Derajat Pelapukan V

Tabel 2. Komposisi mineral pada batuan Basal yang telah mengalami pelapukan

Sampel	Derajat Pelapukan	Persentase mineral (%)				
		Plagioklas	Piroksin	Mineral lempung	Opak	Massa dasar
AM_04	II	45	15	-	5	35
AM_03	III	37	15	5	3	35
AM_02	IV	32	13	20	5	30
AM_01	V	12	10	60	5	13

Untuk mendukung penentuan tingkat pelapukan yang terjadi pada contoh batuan Basal, maka dilakukan pula analisis XRD. Berdasarkan hasil XRD (Gambar 3) yang dilakukan pada 4 jenis

tingkat pelapukan batuan memperlihatkan semakin meningkatnya kandungan mineral-mineral sekunder berupa mineral lempung sebagai hasil dari ubahan akibat pelapukan.

ambar 2
fis kondisi
al lempung
persentase
menjadi
pukan yang
Akibat dari
glokas dan
Basal akan
tuk mineral
eral primer
digunakan
ang terjadi.
l plagioklas
sempurna
batuan yang
neral yang
sempurna



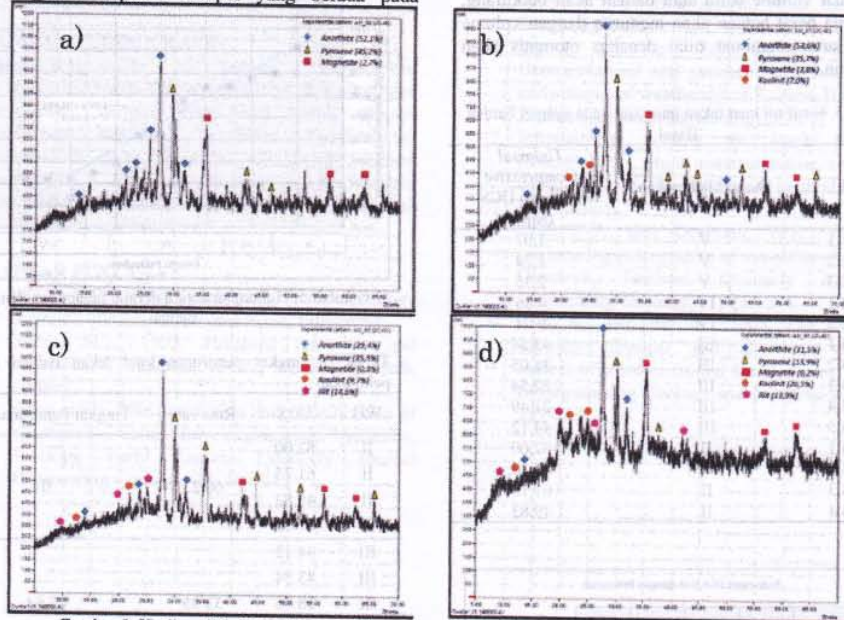
kan III; c)

Massa dasar
35
35
30
13

ukan semakin
eral sekunder
il dari ubahan

Tabel 3 menunjukkan bahwa perbedaan derajat pelapukan batuan dapat dilihat dari komposisi mineral yaitu kehadiran mineral lempung semakin bertambah. Hasil dari deskripsi karakterisasi derajat pelapukan lapangan dan laboratorium maka dapat disimpulkan bahwa sampel dengan nomor kode AM 04 merupakan sampel yang berada pada

derajat pelapukan II (*Slightly Weathered*), sampel AM_03 berada pada derajat pelapukan III (*Moderately weathered*), sampel AM_02 berada pada derajat pelapukan IV (*Highly weathered*), sampel AM_01 berada pada derajat pelapukan V (*Completely weathered*).



Gambar 3. Hasil analisis XRD (X-Ray Diffraction). a) Derajat Pelapukan II; b) Derajat Pelapukan III; c) Derajat Pelapukan IV; and d) Derajat Pelapukan V

Tabel 3. Komposisi mineralogi berdasarkan analisis X-Ray Diffraction (XRD)

Sampel	Derajat Pelapukan	Persentase mineral (%)				
		Anorthite	Pyroxene	Magnetite	Kaolinite	Illite
AM_04	II	49,9	43,8	6,3	-	-
AM_03	III	51,8	34,2	4,1	9,9	-
AM_02	IV	37,6	39,1	0,2	10,1	13,1
AM_01	V	29,9	12,0	7,1	23,1	27,8

4.2 Sifat Fisik Batuan

Pengujian sifat fisik yang dilakukan untuk menentukan nilai densitas dan porositas.

Tabel 4. Hasil uji sifat fisik pada sampel

Sample	Density (gr/cm ³)	Porosity (%)
AM_01	1,76	40,00
AM_02	2,16	19,82
AM_03	2,66	4,27
AM_04	2,91	4,22

Jumlah sampel yang digunakan untuk pengujian sifat fisik adalah 4 sampel sesuai dengan banyaknya derajat pelapukan pada batuan beku basal.

Berdasarkan hasil uji sifat fisik batuan pada Tabel 4, memperlihatkan terjadinya penurunan densitas

dengan meningkatnya pelapukan yang terjadi. Kondisi yang berlawanan terjadi pada pengaruh pelapukan terhadap porositas batuan. Porositas batuan mengalami peningkatan sejalan dengan peningkatan pelapukan yang terjadi pada batuan.

4.3 Kuat Tekan Batuan

Berikut ini hasil pengujian kuat tekan batuan beku basal pada setiap sampel batuan. Nilai kuat tekan batuan diambil pada nilai puncak atau nilai tertinggi dimana batuan mengalami hancuran (*failure*). Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

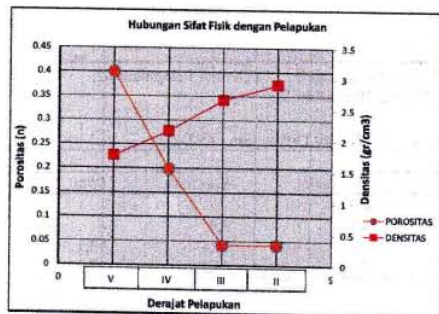
4.4 Hubungan Antara Derajat Pelapukan dengan Sifat Fisik Batuan

Hubungan antara derajat pelapukan yang terjadi pada batuan beku basal dengan sifat fisik batuan tersebut diperlihatkan pada Gambar 4.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4 memperlihatkan bahwa semakin tinggi tingkat pelapukan batuan maka nilai porositas juga akan semakin tinggi, sedangkan nilai densitas akan semakin menurun. Batuan yang mengalami pelapukan fisika menyebabkan adanya rongga-rongga pada batuan. Rongga yang terbentuk membuat volume solid atau batuan akan berkurang, sehingga berat batuan akan menurun dengan volume yang sama membuat nilai densitas otomatis akan menurun.

Tabel 5. Hasil uji kuat tekan uniaksial pada sampel batuan Basal

Sampel	Derajat Pelapukan	Uniaxial Compressive Strength UCS (Mpa)
AM_01.1	V	1,07
AM_01.2	V	1,74
AM_01.3	V	2,35
AM_02.1	IV	4,86
AM_02.2	IV	9,04
AM_03.1	III	43,54
AM_03.2	III	38,05
AM_03.3	III	22,54
AM_03.4	III	21,49
AM_03.5	III	44,12
AM_04.1	II	82,00
AM_04.2	II	47,36
AM_04.3	II	61,75
AM_04.4	II	49,83

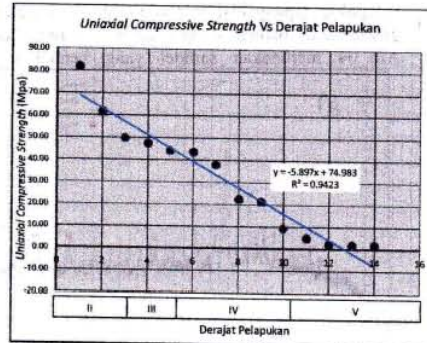


Gambar 4. Hubungan antara sifat fisik) dengan derajat pelapukan

4.5 Hubungan antara Derajat Pelapukan dengan Kuat Tekan Batuan

Pengaruh tingkat pelapukan batuan terhadap nilai kuat tekan batuan diperlihatkan pada Gambar 5. Grafik pada Gambar 5 menunjukkan hasil pengujian kekerasan dan kekuatan batuan menggunakan kuat tekan uniaksial atau UCS berkurang dengan bertambahnya derajat pelapukan batuan. Tabel 7 memperlihatkan tingkat penurunan kekuatan batuan berdasarkan kondisi tingkat pelapukan yang terjadi. Kekuatan batuan beku Basal yang segar sebesar 81,99 Mpa sedangkan kekuatan batuan basal yang paling lapuk sebesar 1,02 Mpa. Perbedaan sekitar 80

Mpa pada jenis batuan yang sama ini membuktikan bahwa pengaruh pelapukan sangat besar dalam menentukan kekuatan massa batuan.



Gambar 5. Hubungan antara derajat pelapukan dengan batuan

Tabel 7. Tingkat penurunan kuat tekan batuan akibat pelapukan

WG	UCS	Rata-rata	Tingkat Penurunan (%)
II	82.00		
II	61.75		
II	49.83	60.23	0
II	47.36		
III	44.12		
III	43.54		
III	38.05	33.95	43.64
III	22.54		
III	21.49		
IV	9.04		
IV	4.86	6.95	79.53
V	2.36		
V	1.92	2.01	71.13
V	1.74		

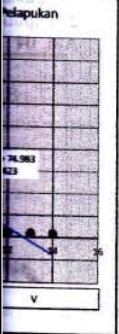
Perbedaan derajat pelapukan pada batuan beku basal pada pengujian ini sangat memengaruhi besarnya nilai kuat tekan batuan. Tabel 7 di atas juga menunjukkan persentase terjadinya penurunan nilai kekuatan batuan hingga 79,53% ketika terjadi peningkatan pelapukan dari derajat pelapukan III ke derajat pelapukan IV.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan beberapa hal:

1. Derajat pelapukan pada batuan beku Basal di daerah penelitian berdasarkan kondisi di lapangan dan analisis laboratorium dapat dikelompokkan menjadi pelapukan rendah (II), pelapukan sedang (III), pelapukan tinggi (IV) dan pelapukan sempurna (V).

membuktikan
besar dalam



pukan dengan

batuan akibat

Penurunan (%)

0

43.64

79.53

71.13

an beku basal
ruhi besarnya
di atas juga
turunan nilai
ketika terjadi
lapukan III ke

atas, dapat

eku Basal di
di lapangan
dikelompokan
pukan sedang
kan sempurna

2. Dampak dari pelapukan yang terjadi pada batuan beku basal tersebut menyebabkan peningkatan porositas batuan dan penurunan densitas batuan.
3. Pengaruh pelapukan terhadap kekuatan batuan memperlihatkan penurunan kekuatan batuan dengan meningkatnya pelapukan yang terjadi pada batuan tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH/

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Ristekdikti) untuk support pendanaan kegiatan Penelitian Fundamental. Terimakasih juga kepada LP2M Universitas Hasanuddin dan Departemen Pertambangan Universitas Hasanuddin atas segala bantuan menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ollier, C.D., 1984, Weathering, Geomorphology texts, 2nd edition, Oliver and Boyd, Edinburgh
2. Selby, M.J., 1993, Hillslope materials and processes, 2nd edition, Oxford University Press, Oxford
3. Anon, 1995, The description and classification of weathered rocks for engineering purposes, Working Party Report, Quarterly Journal Engineering Geology, 28, 207-242
4. Undul, O., dan Tugrul, A., 2012, The influence of weathering on the engineering properties of Dunites, Rock Mech Rock Eng, 45, 225-239
5. Basu, A., Celestino, T.B., dan Bortolucci, A.A., 2009, Evaluation of rock mechanical behaviors under uniaxial compression with reference to assessed weathering grades, Rock Mech Rock Engg, 42, 73-93
6. Moon, V., dan Jayawardane, J., 2004, Geomechanical and geochemical changes during early stages of weathering of Karamu Basalt, New Zealand, Engineering Geology, 57-72
7. International Society for Rock Mechanics (ISRM), 1981, Rock characterization, testing and monitoring, ISRM suggested methods, Brown, E.T. (editor)
8. Irfan T.Y., dan Dearman, W.R., 1978, The engineering petrography of a weathered granite in Cornwall, England. Quarterly Journal of Engineering Geology, 11, 233-244
9. Kim, S., dan Park, H., 2003, The relationship between physical and chemical weathering indices of granites around Seoul, Korea, Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 62, 207-212