PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

KAJIAN PENGARUH TINGAT PELAPUKAN TERHADAP KEKUATAN BATUAN PADA BATU ANDESIT, PARANGTRITIS, KEC. KRETEK, KAB. BANTUL, PROV. D.I. YOGYAKARTA

Agustina Elfira Ridha [1], Yulius Romario Farian [1], S. Koesnaryo [1]

[1] Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta
Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta

e-mail: agustinaelfiraridha21@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian mengenai pengaruh pelapukan terhadap kekuatan batuan dilakukan dengan sampel batu andesit yang berasal dari Parangtritis, Yogyakarta. Kandungan silika 53 % dan bobot isi 2,7 gr/cm^3 (Jahidin, 2010). Uji *slake durability* merupakan pendekatan kuantitatif untuk mengetahui tingkat ketahanan suatu batuan dengan mempercepat proses pelapukan secara maksimal melalui perendaman, pemutaran, dan pengayakan. Berdasarkan identifikasi fisik di lapangan dan pengujian laboratorium, batu andesit pada Lokasi I termasuk lapuk ringan dengan dua kekar dalam satu meter, nilai *slake durability index* 99,2 %, σ_c 61,23 MPa, dan τ_f 1,09 MPa dengan nilai RMR 51 (Kelas III) maka termasuk dalam batuan sedang. Pada Lokasi II termasuk dalam lapuk sedang dengan lima kekar dalam satu meter dengan terdapat 5 % dari bongkah batuan yang telah menjadi tanah, nilai *slake durability index* sebesar 98,5 %, σ_c 43,93 MPa, dan τ_f 0,73 MPa dengan nilai RMR adalah 35 (Kelas IV) maka termasuk dalam batuan buruk. Pada Lokasi III termasuk lapuk kuat dengan delapan kekar dalam satu meter, 20 % dari bongkah batuan telah menjadi tanah dan nilai *slake durability index* sebesar 96,6 %, σ_c 24,84 MPa, dan τ_f 0,52 MPa dengan nilai RMR sebesar 22 (Kelas IV) maka termasuk dalam batuan buruk.

Penelitian ini mengkonfirmasi bahwa semakin besar nilai kekuatan batu andesit, maka *slake durability index* cenderung semakin besar. Hal ini diperkuat dengan identifikasi fisik dilapangan, dimana semakin tinggi tingkat pelapukan maka semakin rendah nilai kekuatan batu andesit.

Kata kunci: Pelapukan, *slake durability index*, Batu Andesit, Laboratorium

PENDAHULUAN

Pembangunan yang sangat pesat baik pembangunan jalan raya, lapangan terbang dan untuk keperluan lainnya, yang tentunya dalam hal ini akan terjadi peningkatan akan permintaan bahan baku penunjang yang salah satu diantaranya adalah batu andesit.

Persebaran batu andesit yang terdapat di daerah parangtritis cukup luas, dapat dilihat dari Lokasi yang terdapat hampir di seluruh daerah parangtritis. Lokasi ini merupakan bagian dari batu andesit yang terkena kontak dengan matahari dan air. Kontak langsung ini dapat mengakibatkan pelapukan pada batuan sehingga menyebabkan kekuatan batuan menurun. Tingkat pelapukan batuan dapat berbeda-beda, tergantung dari proses kontak batuan yang terjadi.

Untuk itulah, maka dilakukan pengujian *slake durability* yang akan digunakan untuk melihat seberapa jauh pelapukan atau perapuhan oleh panas dan air akan dapat menurunkan kekuatan batuan. Uji ini memberikan gambaran tentang pengaruh air, dan panas terhadap kekuatan batuan tersebut. Hal ini dapat dilihat dari nilai *slake durability index* yang didapat. Nilai *slake durability index* ini menggambarkan seberapa besar dari batuan tersebut yang masih dapat bertahan akibat penggerusan dan pemanasan.

DATA LAPANGAN

Identifikasi Fisik Andesit

Dalam mengidentifikasi fisik dari suatu batuan untuk mengetahui seberapa lapuk batuan tersebut, terdapat beberapa hal yang harus diketahui yaitu warna batuan, kekuatan batuan, kondisi air, dan pelapukan. Melalui pengumpulan data di lapangan akan didapat paramater untuk mengklasifikasi massa batuan.

Warna Batuan

Pengamatan pada batuan tidak cukup hanya dari keadaan luar saja, maka pengamatan dilakukan pada bongkah batuan hasil *coring* yaitu melihat berdasarkan perubahan warna. Perubahan warna tersebut dimaksudkan untuk melihat seberapa besar pelapukan telah terjadi.

Dari hasil Gambar a, pelapukan mulai terjadi pada kulit bagian luar, namun hanya 2 cm. Hal tersebut dapat di kategorikan sebagai lapuk ringan. Pada Gambar b, perubahan warna terjadi cukup panjang yaitu 4 cm, namun bagian dalam batuan masih

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

berwana biru keabu-abuan, sehingga batuan ini masuk dalam kondisi lapuk sedang. Kemudian pada Gambar c, bahwa kondisi batuan telah mengalami perubahan warna menuju coklat, serta memiliki beberapa rongga, sehingga dapat dikategorikan sebagai lapuk berat.

Kekuatan Batuan

Penentuan tingkat kekuatan batuan dilapangan menggunakan peralatan indeks kekuatan batuan yaitu *Schmidt hammer*. Alat ini terdiri dari piston yang dikombinasikan dengan pegas. Piston secara otomatis terlepas dan menumbuk permukaan kontak dengan batuan ketika *hammer* ditekan kearah permukaan batuan. Piston tersebut akan segera memantul kembali ke arah dalam *hammer*. Jarak pantul piston yang terbaca pada indikator dinyatakan sebagai nilai pantul *Schmidt hammer*.

Nilai pantul *Schmidt hammer* adalah rata-rata dari 10 nilai pantul terbesar untuk setiap pengujian. Jarak pantul ini merupakan fungsi dari jumlah energi impak yang hilang akibat deformasi plastik dan *failure* dari batuan di tempat terjadinya impak (Hudson, 1970). Hasil dari pengukuran menggunakan *Schmidt hammer* dan nilai bobot isi dapat memperkirakan nilai kekuatan batuan (UCS) melalui rumus berikut:

$$\sigma_c = 0{,}477\, e^{(0{,}045Rn+\rho)}$$

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Penentuan Nilai UCS dengan Schmidt Hammer

Lokasi	Nilai *Rebound* (R)			Bobot isi (ρ)	UCS (MPa)		
	min	rata-rata	max		min	rata-rata	max
Lokasi 1	35,00	43,65	54,00	2,65	32,62	48,14	76,69
Lokasi 2	28,00	41,10	53,00	2,59	22,42	40,42	69,05
Lokasi 3	20,00	32,10	42,00	2,50	14,29	24,64	38,47

Gambar 1: Tampak dalam Bongkahan Lokasi I

Gambar 2: Tampak dalam Bongkahan Lokasi II

Gambar 3: Tampak dalam Bongkahan Lokasi III

Kondisi Kelembaban

Dalam mengidentifikasi fisik batuan salah satu faktor yang yang harus diketahui untuk mengetahui kondisi pelapukan adalah kelembaban pada daerah yang akan diteliti. Kelembaban dalam hal ini adalah kondisi air di sekitar batuan.

Keadaan pada Lokasi I (Gambar d.) terlihat cukup kering dengan tidak adanya air yang keluar atau mengalir disekitar batuan, hal ini didukung dengan pengujian sifat fisik, kadar air pada batuan di Lokasi I sebesar 1,59 %.

Pada Lokasi II (Gambar e) terlihat kondisi batuan sedikit basa dikarenakan keadaan sekitar yang cukup lembab namun air tidak mengalir pada bongkah batuan. Dari hasil pengujian sifat fisik, pada Lokasi II kadar air sebesar 2,09 %. Pada Lokasi III (Gambar f) keadaan daerah sekitar batuan sangat lembab, serta terdapat bekas aliran air pada bongkah batuan. Sesuai dengan pengujian sifat fisik didapat kadar air pada Lokasi III cukup besar yaitu 4,44 %.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Gambar 4: Kondisi Kelembaban Lokasi I

Gambar 5: Kondisi Kelembaban Lokasi II

Gambar 6: Kondisi Kelembaban Lokasi III

Pelapukan

Berdasarkan beberapa penjelasan mengenai warna, kekuatan, dan kelembaban pada batuan, batu andesit yang dijumpai di lapangan sebagian besar dalam kondisi lapuk ringan hingga lapuk kuat. Kondisi segar hanya dapat diidentifikasi pada beberapa bongkah batuan. Karakteristik andesit segar di lapangan menunjukan warna abu-abu kebiruan (Gambar 7).

Kondisi batu andesit yang mengalami lapuk ringan terdapat pada Lokasi I yang dicirikan dengan warna abu-abu kekuningan (Gambar 8). Kondisi tersebut dibuktikan masih adanya bongkah batu andesit segar disekitar Lokasi I. Berbeda dengan kondisi pada Lokasi II (Gambar 9), batu andesit berubah warna menjadi abu-abu kemerahan. Selain perubahan warna, terdapat sedikit batuan yang menjadi tanah namun hanya pada bagian luar dari batuan, kondisi tersebut dapat dikategorikan sebagai keadaan lapuk sedang.

Batu andesit pada Lokasi III (Gambar 10) berbeda dengan Lokasi I dan Lokasi II, perubahan warna pada batu andesit cukup terlihat jelas berwarna hitam kecoklatan. Selain perubahan warna, kulit dari batu andesit cukup rapuh untuk membentuk tanah. Dari ciri-ciri tersebut, maka batu andesit dapat dikategorikan sebagai batuan dengan kondisi lapuk berat.

Gambar 7: Kondisi Batu Andesit Segar

Gambar 8: Kondisi Batu Andesit Lokasi I

Gambar 9: Kondisi Batu Andesit Lokasi II

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Gambar 10: Kondisi Batu Andesit Lokasi

PENGUJIAN LABORATORIUM

Uji Sifat Fisik

Uji sifat fisik mengunakan sampel dari tiga lokasi berbeda untuk menentukan bobot isi batuan baik itu dalam kondisi kering, normal, maupun jenuh, berat jenis semu dan berat jenis sejati, kadar air asli dan kadar air jenuh, derajat kejenuhan, porositas, dan *void ratio*, sedangkan hasil dari uji sifat fisik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Uji Sifat Fisik Batuan

Sifat Fisik Batuan	Lokasi Sample								
	Lokasi I (I_{01}, I_{02}, I_{03}, I_{04}, I_{05})			Lokasi II (II_{01}, II_{02}, II_{03}, II_{04}, II_{05})			Lokasi III (III_{01}, $IIII_{02}$, III_{03}, III_{04}, III_{05})		
	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks
Bobot isi asli (γn), (gr/cc)	2,60	2,65	2,69	2,55	2,59	2,64	2,47	2,50	2,51
Bobot isi jenuh (γw), (gr/cc)	2,61	2,66	2,70	2,57	2,60	2,65	2,48	2,51	2,52
Bobot isi kering (γo), (gr/cc)	2,56	2,61	2,64	2,49	2,53	2,59	2,36	2,39	2,42
Berat Jenis Semu,	2,56	2,61	2,64	2,49	2,53	2,59	2,36	2,39	2,42
Berat Jenis Sejati,	2,68	2,74	2,77	2,70	2,72	2,74	2,68	2,70	2,71
Kadar Air Asli, %	1,56	1,59	1,63	1,71	2,09	2,46	3,94	4,44	4,92
Kadar Air Jenuh, %	1,73	1,77	1,81	2,01	2,65	3,29	4,19	4,69	5,15
Derajat Kejenuhan, %	87,10	89,77	91,89	74,70	79,52	85,19	93,89	94,48	95,54
Porositas (n), %	4,57	4,64	4,76	5,20	6,71	8,20	10,15	11,22	12,15
Void ratio (e),	0,05	0,05	0,05	0,05	0,07	0,09	0,11	0,13	0,14

Uji Kut tekan Uniaksial

Uji kuat tekan uniaksial atau *Uniaxial Compressive Strength* (UCS) digunakan untuk mengetahui kekuatan massa batuan. Sampel yang diuji diambil dari Parangtritis. Setelah Sampel diperoleh kemudian dilakukan *coring* untuk mendapatkan sampel batuan berbentuk silinder. Ukuran sampel yang diuji memiliki tinggi dua kali diameter (L/D=2) sesuai standar ISRM (1981). Hasil uji kuat tekan uniaksial ini didapat dari pengujian menggunakan 15 sampel batuan pada tiga lokasi yang berbeda. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. kekasaran, kekuatan (wall strength), aperture, pengisi, seepage, jumlah set kekar, bentuk dan ukuran blok, serta tingkat pelapukan.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Tabel 3: Hasil Uji Kuat Tekan Uniaksial

Lokasi Sampel	No	Dimensi Sample		Luas Bidang Tekan (mm^2)	Max Load (MPa)	σ_c (MPa)	E (MPa)	v
		d (mm)	h (mm)					
I	1	42,5	102,6	1401,27	920	65,65	21,64	0,05
I	2	42,9	102,8	1444,72	920	63,68	44,21	0,10
I	3	43,5	106,8	1485,42	860	57,90	46,62	0,08
I	4	41,9	107,4	1381,44	820	59,36	106,17	0,06
I	5	44,8	105,7	1577,64	940	59,58	57,05	0,09
II	1	42,9	99,0	1444,72	520	35,66	31,92	0,03
II	2	42,8	109,9	1437,99	520	36,16	69,5	0,08
II	3	42,4	106,7	1411,24	560	39,68	56,70	0,09
II	4	41,9	101,6	1378,15	740	53,70	72,56	0,05
II	5	43,8	106,4	1505,98	820	54,45	48,27	0,06
III	1	43,5	99,7	1482,00	400	26,99	27	0,07
III	2	43,5	112,9	1485,42	320	21,54	30,59	0,11
III	3	42,5	109,6	1417,91	360	25,39	27,54	0,05
III	4	44,4	99,0	1547,52	380	24,56	46,21	0,06
III	5	43,4	106,1	1478,59	380	25,70	27,10	0,10

Uji Slake Durability

Uji Slake Durability index menggunakan tiga sampel batuan pada tiga lokasi yang berbeda. Persiapan dilakukan dengan menggunakan alat dan prosedur pengujian sesuai dengan ISRM. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4 sampai tabel 6.

Tabel 4: Hasil Uji Slake Durability Lokasi I

Oven	Berat Sampel (gr)	Losses (gr)	Putaran (gr)	Id (%)
Awal	543,20			
1	540,80	2,40		
2	538,50	2,30	1	99,6
3	536,50	2,00	2	99,2
4	535,10	1,40	3	98,9
5	534,20	0,90	4	98,8
6	533,00	1,20	5	98,6

Tabel 5: Hasil Uji Slake Durability Lokasi II

Oven	**Berat Sampel (gr)**	**Losses (gr)**	**Putaran (gr)**	**I_d (%)**
Awal	541,00			
1	532,30	8,70		
2	526,50	5,80	1	98,9
3	524,10	2,40	2	98,5
4	522,20	1,90	3	98,1
5	520,90	1,30	4	97,9
6	519,90	1,00	5	97,7

Tabel 6: Hasil Uji Slake Durability Lokasi

Oven	Berat Sampel (gr)	Losses (gr)	Putaran (gr)	Id (%)
Awal	597,70			
1	585,60	12,10		
2	571,60	14,00	1	97,6
3	565,50	6,10	2	96,6
4	561,00	4,50	3	95,8
5	557,80	3,20	4	95,3
6	552,10	5,70	5	94,3

Uji Kuat Geser

Pada pengujian ini peneliti menvariasikan tegangan sampel yang diberikan untuk uji kuat geser kondisi resida diantaranya 0,3 kN, 0,6 kN, dan 0,9 kN sehingga didapatkan pengaruh variasi tegangan normal yang diberikan terhadap parameter uji kuat geser. Data yang didapatkan dari penelitian ini dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7: Hasil Uji Kuat Geser

No	Lokasi	Kohesi (MPa)	Sudut Geser Dalam (^{o})
1	Lokasi I	0,74	29,55
2	Lokasi II	0,31	18,41
3	Lokasi III	0,32	19,19

PEMBAHASAN

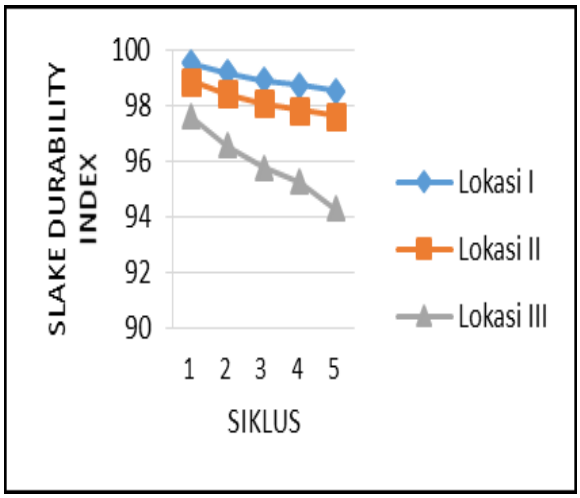
Pada kedalaman dangkal di mana tekanan overburden kecil, kemungkinan terjadinya keruntuhan sangat kecil, dan perilaku massa batuan dikendalikan oleh

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

diskontinuitas. Oleh karena itu, analisis stabilitas massa batuan didasarkan pada faktor-faktor yang mengontrol kekuatan geser dari diskontinuitas.

Hubungan *Slake Durability* dengan Kekuatan Batuan

Sebelum melihat hubungan antara slake durability index dengan kekuatan batuan perlu dilihat perilaku pelapukan batuan uji slake durability index. Untuk mengamati perilaku pelapukan, digunakan lima siklus pengujian slake durability index. Data pengujian diplot ke dalam suatu grafik untuk mengetahui kecendrungan perilaku penghancuran (gambar 11).



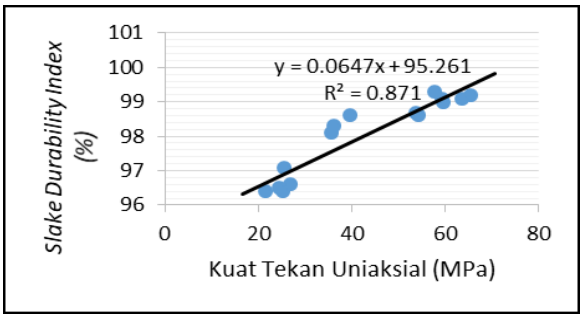
Gambar 11: Grafik Slake Durability Index Lokasi Penelitian

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat perilaku penghancuran batuan pada tiap lokasi. Menurut Sadisun pada Lokasi I dan Lokasi II terjadi peristiwa *Accelerated slaking* yaitu disintegrasi yang dialami pada siklus keempat dan kelima lebih kecil dibanding dengan siklus pertama hingga ketiga. Kemudian pada. Lokasi III terjadi peristiwa *Disaccelerated slaking* yaitu disintegrasi yang dialami pada siklus pertama hingga ketiga cendrung kecil tetapi pada siklus selanjutnya yaitu keempat dan kelima mengalami disintegrasi yang lebih besar.

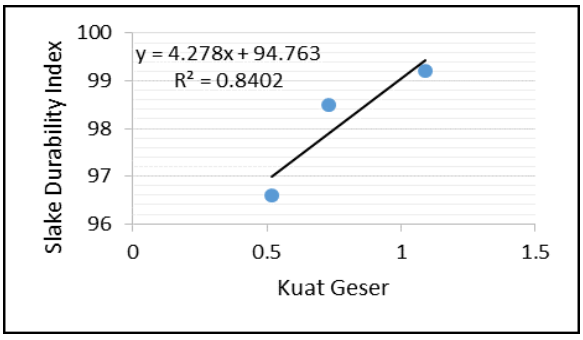
Untuk mencari hubungan antara uji *slake durability* dengan kuat tekan uniaksial dan kuat geser, uji *slake durability* menggunkan hasil dari siklus kedua (I_{d2}), hal ini mengacu pada standar *International Society for Rock Mechanics* yang dapat diperhatikan pada table 8. Selanjutnya untuk mendapatkan gambaran relasi diantara keduanya dibuatkan grafik untuk melihat *trendline* dari hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.

Tabel 8: Data Slake Durability dan Kauat Tekan Uniaksial

Lokasi	Sampel	Slake Durability Index (%)	Kuat Tekan Uniaksial (MPa)
1	1	99,2	65,65
	2	99,1	63,68
	3	99,3	57,9
	4	99,1	59,36
	5	99	59,58
2	1	98,1	35,66
	2	98,3	36,16
	3	98,6	39,68
	4	98,7	53,7
	5	98,6	54,45
3	1	96,6	26,99
	2	96,4	21,54
	3	96,4	25,39
	4	96,5	24,56
	5	97,1	25,7



Gambar 12: Hubungan Kuat Tekan Uniakasial dengan Slake Durability Index



Gambar 13: Hubungan Kuat Geser dengan Slake Durability Index

Berdasarkan grafik pada Gambar i dan Gambar j dapat dilihat bahwa grafik hubungan *slake durability* dengan kuat tekan dan kuat geser yang terbentuk memiliki kecendrungan naik bila diperhatikan *trendline* yang dibentuk. Bila dianalisis secara mekanika batuan, batuan yang memiliki nilai kuat tekan tinggi cenderung memiliki nilai *slake durability index* yang tinggi pula. Karena batuan yang memiliki

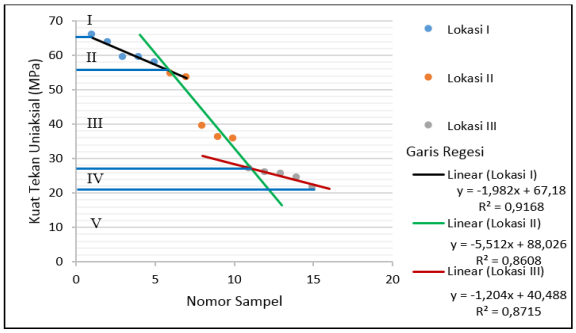
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

kuat tekan uniaksial tinggi akan sulit untuk menghancurkannya atau lebih tahan terhadap abrasi/ penghancuran.

Hubungan Identifikasi Fisik di Lapangan dengan Kekuatan Batuan

Dalam pengamatan di lapangan pata tiga lokasi penelitian terdapat karakteristik batu andesit yang berbeda yang ditinjau dari warna, kekuatan di lapangan (Metode *Schmidt hammer),* dan kondisi air. Dari data tersebut dapat mengklasifikasikan tingkat pelapukan batu andesit di Parangtritis berdasarkan identifikasi fisik.

Hasil pengujian laboratorium kemudian dibuat regresi pada tiap lokasi untuk menentukan batasan-batasan yang digunakan untuk pengklasifikasian tingkat pelapukan (Gambar k). Menurut Sarwono (2006) besar koefisien korelasi >0,75 – 0,99 merupakan korelasi sangat kuat. Jika dilihat, garis regresi pada Lokasi I sebesar R2 = 0,9168, Lokasi II sebesar R2 = 0,8608, dan Lokasi III sebesar R2 = 0,8715. Dengan hasil tersebut maka ketiga lokasi korelasinya sangat kuat.



Gambar 14: Hubungan Kuat Geser dengan Slake Durability Index

Pengklasifikasian batu andesit di Parangtritis berdasarkan Sistem klasifikasi pelapukan batuan *(Geological Society of London*, 1970). Untuk mengetahui hubungan antara tingkat pelapukan berdasarkan identifikasi fisik di lapangan dengan kuat tekan uniaksial maka dibuat hubungan antara identifikasi fisik dengan hasil uji laboratorium (tabel 9).

Tabel 9: Klasifikasi Pelapukan Batu Andesit Parangtritis berdasarkan Kuat Tekan Uniaksial

Tingkatan	Deskripsi	Sampel	Lokasi	Kuat Tekan Uniaksial (MPa)	Klasifikasi Batuan
Tanah Residu (VI)	Seluruh material batuan telah berubah menjadi tanah. Struktur massa dan kemas material telah hancur. Terdapat perubahan besar dalam volume, tetapi tanah belum mengalami transportasi secara signifikan.	_____		_____	_____
Lapuk Sempurna (V)	Semua material batuan telah terdekomposisi dan atau terdisintegrasi menjadi tanah. Struktur massa yang asli sebagian besar masih utuh.	_____		< 21,54	Sangat lemah - lemah
Lapuk Kuat (IV)	Lebih dari separuh material batuan terdekomposisi dan atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan segar atau yang telah berubah warna masih dapat dijumpai sebagai kerangka diskontinu atau inti batuan.	III_{01}, III_{02}, III_{03}, III_{04}, III_{05},	III	21, 54 – 26,99	Lemah - sedang
Lapuk Sedang (III)	Kurang dari separuh material batuan terdekomposisi dan atau terdisintegrasi menjadi tanah. Batuan segar atau yang telah berubah warna masih dapat dijumpai sebagai kerangka diskontinu atau inti batuan.	II_{01}, II_{02}, II_{03}, II_{04}, II_{05},	II	34,61 – 54,45	Sedang - kuat

Lanjutan Tabel 9

Tingkatan	Deskripsi	Sampel	Lokasi	Kuat Tekan Uniaksial (MPa)	Klasifikasi Batuan
Lapuk Ringan (II)	Perubahan warna mengindikasikan pelapukan pada material batuan dan permukaan diskontinuitas. Semua material batuan dapat mengalami perubahan warna dan kemungkinan agak lebih lemah dari kondisi yang segar.	I_{01}, I_{02}, I_{03}, I_{04}, I_{05},	I	57,90 – 65,65	Kuat
Batuan Segar (I)	Tidak ada tanda-tanda pelapukan pada material batuan atau terdapat perubahan warna pada sebagian besar permukaan diskontinuitas.	_____		> 65,65	Kuat – sangat kuat

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Klasifikasi Massa Batuan Berdasarkan RMR

Sistem Rock Mass Rating (RMR), atau sering juga dikenal sebagai *Geomechanics Classification* telah dimodifikasi begitu informasi baru diperoleh dan menjadikanya sesuai dengan International Standard dan prosedur. RMR terdiri dari 5 parameter utama dan satu parameter pengontrol untuk membagi massa batuan.

Beberapa parameter yang harus dimasukan dalam klasifikasi RMR yaitu kuat tekan uniaksial, RQD, jarak spasi kekar, kondisi diskontinu, kondisi air tanah. Setiap parameter memiliki bobot nilai tersendiri yang kemudian dijumlahkan sehingga akan mendapatkan nilai klasifikasi RMR (Tabel 10).

Pembobotan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Bieniawski (1989) yaitu batuan yang memiliki kelas massa batuan sangat baik (I) memiliki rating 81-100, baik (II) memiliki rating 61-80, sedang (III) memiliki rating 41-60, buruk (IV) memiliki rating 21-40, sangat buruk (V) memiliki rating 0-20.

Dari nilai RMR yang didapat, maka dapat dilihat pada Lokasi I termasuk dalam kelas batuan nomor III (batuan sedang) hal ini dilihat dari nilai RMR pada Lokasi I sebesar 51. Pada Lokasi II dikategorikan dalam kelas batuan nomor IV (batuan buruk) dengan nilai sebesar 35. Lokasi III termasuk dalam kelas batuan nomor IV (batuan buruk) dengan nilai 22.

Berdasarkan penelitian Abdulatif dan cruden (1983) penggalian langsung dapat dilakukan apabila RMR <30, penggaruan dilakukan apabila nilai RMR >30 dan RMR <60 serta apabila nilai RMR >60 maka massa batuan harus diledakan. Maka berdasarkan perhitungan RMR, Lokasi I dan Lokasi II dapat digali dengan metode penggaruan *(ripping)*, sedangkan Lokasi III dapat menggunakan metode gali bebas *(free digging).*

Tabel 10: Nilai Rock Mass Rating (RMR) pada Lokasi I

Parameter		Lokasi 1		Lokasi 2		Lokasi 3	
		Kondisi	Rating	Kondisi	Rating	Kondisi	Rating
Kuat Tekan Uniaksial		61,23 MPa	7	43,93 MPa	4	24,84 MPa	2
Rock Quality Designation (RQD)		98,01 %	20	91,70 %	20	81,63 %	17
Spasi Kekar		0,15 m	8	0,12 m	8	0,14	8
Kondisi bidang discontinu	Kemenerusan	<1m	6	<1m	6	<1m	6
	Bukaan	Diskontinu tertutup	6	Diskontinu terbuka (0,1-1,0 mm)	4	Diskontinu terbuka (1-5 mm)	1
	Kekasaran	Kasar	5	Sedikit kasar	3	Halus	3
	Isian	Keras (<5mm)	4	Keras (>5mm)	2	Keras (<5mm)	2
	Pelapukan	Lapuk ringan	5	Lapuk sedang	3	Lapuk Kuat	1
Kondisi air tanah		Lering	15	Lembab	10	Basah	7
Orientasi *strike dip*		Tegak lurus dengan arah penggalian, berlawanan *dip direction* *Dip* 45-90º	-25	Tegak lurus dengan arah penggalian, berlawanan *dip direction* *Dip* 45-90º	-25	Tegak lurus dengan arah penggalian, berlawanan *dip direction* *Dip* 45-90º	-25
Nilai RMR			51	Nilai RMR	35	Nilai RMR	22
Kelas Batuan			Sedang	Kelas Batuan	Buruk	Kelas Batuan	Buruk

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Identifikasi fisik di lapangan
   a. Batu andesit pada Lokasi I termasuk lapuk ringan (Tingkat II) dengan ciri-ciri:
      1) Perubahan warna dari abu-abu kebiruan menjadi abu-abu kehijauan pada permukaan bongkahan.
      2) Kekuatan tekan sebesar 48,14 MPa.
      3) Tidak banyak kekar (terdapat 2 kekar dalam 1 m).
      4) Tidak terdapat perubahan bongkahan menjadi tanah.
   b. Batu andesit pada Lokasi I termasuk lapuk sedang (Tingkat III) dengan ciri-ciri:
      1) Perubahan warna dari abu-abu kebiruan menjadi abu-abu kehijauan pada bongkah batuan.
      2) Kekuatan tekan sebesar 40,42 MPa.
      3) Cukup banyak kekar (terdapat 5 kekar dalam 1 m) .
      4) Terdapat 5 % dari bongkah batuan telah menjadi tanah.
      5) Batu andesit pada Lokasi I termasuk lapuk kuat (Tingkat IV) dengan ciri-ciri:

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

6) Perubahan warna dari abu-abu kebiruan menjadi coklat pada bongkah batuan.
7) Kekuatan tekan sebesar 23,64 Mpa
8) Sangat banyak kekar (terdapat 8 kekar dalam 1 m).
9) Terdapat 20 % dari bongkah batuan telah menjadi tanah.

2. Hasil pengujian laboratorium didapat:
   a. Lokasi I
      1) *Slake durability index* = 99,2 %
      2) Kuat tekan uniaksial = 61,23 MPa
      3) Kuat geser = 1,09 MPa
   b. Lokasi II
      1) *Slake durability index* = 98,5 %
      2) Kuat tekan uniaksial = 43,931 Mpa
      3) Kuat geser = 0,73 MPa
   c. Lokasi III
      1) *Slake durability index* = 96,6 %
      2) Kuat tekan uniaksial = 24,84 Mpa
      3) Kuat geser = 0,52 MPa

Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan *slake durability index* pada ketiga lokasi temasuk dalam *Extremely High sehingga* tidak berpengaruh besar dalam menentukan kelas pelapukan, namun penurunan nilai *slake durability index* ini diikuti dengan penurunan kekuatan batuan.

3. Klasifikasi batuan menggunakan metode RMR dengan hasil sebagai berikut:
   a. Lokasi I memiliki nilai RMR 51 (Kelas III) maka termasuk batuan sedang.
   b. Lokasi II memiliki nilai RMR 35 (Kelas IV) maka termasuk batuan buruk.
   c. Lokasi III memiliki nilai RMR 22 (Kelas IV) maka termasuk batuan buruk.

SARAN

Apabila akan dilakukan penambangan terbuka terhadap endapan andesit pada daerah Parangtritis maka:
Pembongkaran dilakukan dengan metode penggaruan (ripping) pada Lokasi I dan Lokasi II, sedangkan pada Lokasi III menggunakan metode gali bebas (free digging).

DAFTAR PUSTAKA

Widiatmoko, F. Abdullatif O. M. and Cruden D. M. 1983. *The Relationship Between Rock Mass Quality and Ease of Excavation*. Bulletin International Association. Engineering Geology.

B. Prastistho, dan A. Santoso. 1998. *Penentuan Bentuk Sesar Bawah Permukaan dan Kondisi Satuan Batugamping di Daerah Karst Gunung Kidul dengan Metoda Gravitasi*. Ikatan Ahli Geologi Indonesia XXVII, Yogyakarta.

Bemmelen, R.W. Van. 1949. *The Geology of Indonesia, Vol. IA*, The Hague Martinus Nijhoff, Netherland.

Bieniawski, Z.T. 1989. *Engineering rock mass classifications*. New York: Wiley.

Brown, E.T., 1981, *Rock Characterization Testing and Monitoring (ISRM Suggested Method)*, Oxford: Pergamon Press.

Fookes, P.G., Dearman, W.R., Franklin, J.A. 1971. *Some Engineering Aspects of Rock Weathering with Field Examples form Dartmoor and Elsewhere*. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hidrogeology Volume 4.

Franklin, J.A. Chandra, R., 1972, *The Slake Durability Test*", Great Britain: Pergamon Press.

Hurlburt, C.S. and C. Klein. 1977. *Manual of Mineralogy*. 19th Ed. John Wiley and Sons New York.

Irfan, T. Y. and Dearman, W. R. 1978. *Engineering Classification and Index Properties of a Weathered Granite.* Assoc. Eng. Geology.

Jahidin. 2010. *Klasifikasi Normatif Batuan beku dari Daerah Istimewa Yogyakarta dengan Menggunakan Software K-Ware Magma.* Universitas Haluoleo, Kendari.

Made A. Rai, S. Kramadibrata, Wattimena, Ridho K. 2012. *Mekanika Batuan*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Palmstrom, A. 2001. *Measurement and Characterization of Rock Mass Jointing in Insitu Characterization of Rock.* Balkema Publishers, Norway.

Singgih Saptono. 2016. *Buku Penuntun Pengujian di Laboratorium Mekanika Batuan.* UPN "Veteran" Yogyakarta.

Surono. 2009. *Litostratigrafi Pegunungan Selatan Bagian Timur Daerah Istimewa Yogyakarta dan Jawa Tengah*. Jurnal Sumber Daya Geologi Vol. 19.

Toha, B., Purtyasti, R. D., Sriyono, Soetoto, Rahardjo, W., dan Subagyo, P. 2000. *Geologi Daerah Pegunungan Selatan: Suatu Kontribusi. Proceedings Geologi dan Geotektonik Pulau Jawa.*

Wartono Rahardjo, Sukandarrumidi, H. M. D. Rosidi. 1995. *Peta Geologi Lembar Yogyakarta, Jawa, Skala 1:100.000.* Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Yudistira M.B. 2007. *Karakterisasi Derajad Pelapukan Andesit dan Implikasinya Terhadap Kekuatan Batuan berdasarkan Pengujian Schmidt Hammer.* Institut Teknologi Bandung.

Badan Informasi Geospasial. *Peta Provinsi Yogyakarta*. Tersedia: *http://www.big.go.id/peta-provinsi/*. Diakses pada tanggal 1 September 2016.

Climate-Data.Org, 2015. *Iklim Parangtritis*. Tersedia: http://id.climate-data.org/location/612232/. Diakses pada Tanggal 9 Agustus 2016.

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Geological Society of London. 1970. *Geological Society Engineering Group Working Party Report On The logging of Rock Cores for Engineering Purposes*. Editor: Knill, J. L., Cratchley, C. R., Early, K. R., Gallois, R. W., Humphreys, J. D., Newbery, J., Price, D. G., dan Thurrell, R. G. Quarterly Journal of Engineering Geology and Hidrogeology, Volume 3.

Maulana. *Sejarah Geologi Pegunungan Selatan*. Tersedia: *https://wingmanarrows.wordpress.com/2009/10/07/sejarah-geologi-zona-pegunungan-selatan-jawa-timur/*. Diakses pada tanggal 7 Agustus 2016.