

Tinjauan Literatur: Pelapukan dan Pengaruhnya terhadap Kekuatan Batuan

Dwi Yolanda Sumbung¹, S. Koesnaryo², Eddy Winarno², Singgih Saptono², Tedy Agung Cahyadi²

¹ Mahasiswa Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN

² Staf Pengajar Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN

Korespondensi : dwiyolandasumbung@gmail.com

ABSTRAK

Kekuatan batuan dapat diketahui dari sifat fisik dan mekaniknya yang sangat dipengaruhi oleh pelapukan. Diperlukan banyak waktu dan biaya penelitian untuk mengetahui pengaruh pelapukan terhadap kekuatan batuan pada berbagai jenis batuan, oleh karena itu penelitian dilakukan dalam bentuk tinjauan pustaka. Semakin tinggi kelas pelapukan mempengaruhi penurunan kekuatan batuan.

Kata kunci: *Sifat Batuan, Kekuatan Batuan, Pelapukan*

ABSTRACT

Rock strength can be known from its physical and mechanical properties which are strongly influenced by weathering. It requires a lot of time and research cost to find out about the effect of weathering on rock strength in various types of rock, therefore research was conducted in a literature review. The higher of weathering class affect the decrease of rock strength.

Keyword : Rock Properties, Rock Strength, Weathering

1. PENDAHULUAN

Proses pelapukan menghasilkan transformasi kimia dan fisik pada massa batuan. Hal ini ditandai dengan adanya kerusakan yang signifikan terhadap sifat mekanik batuan. Kerusakan tersebut dapat mempengaruhi sifat keteknikan batuan serta menjadi penyebab degradasi kekuatan massa batuan. Pada akhirnya hal ini akan berdampak pada perkembangan ketidakstabilan lereng batuan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh pelapukan terhadap karakteristik batuan.

Pelapukan adalah transformasi karakter litologis, kimia, dan fisik dari batu atau tanah di lereng yang ditambang, setelah penggalian ketika terkena agen atmosfer dan turunannya. Perubahan tersebut menyebabkan degenerasi kekuatan mekanik dan fisik batu atau tanah, yang membahayakan stabilitas lereng yang ditambang dan ditimbun kembali selama operasi tambang. (Chakufola S.,dkk, 2017). Banyak peneliti telah mencoba mengklasifikasikan derajat pelapukan menjadi beberapa kelas (derajat), seperti yang dikemukakan oleh Dearman, 1995 dari kelas pelapukan I(batuan segar) hingga kelas pelapukan VI (tanah).

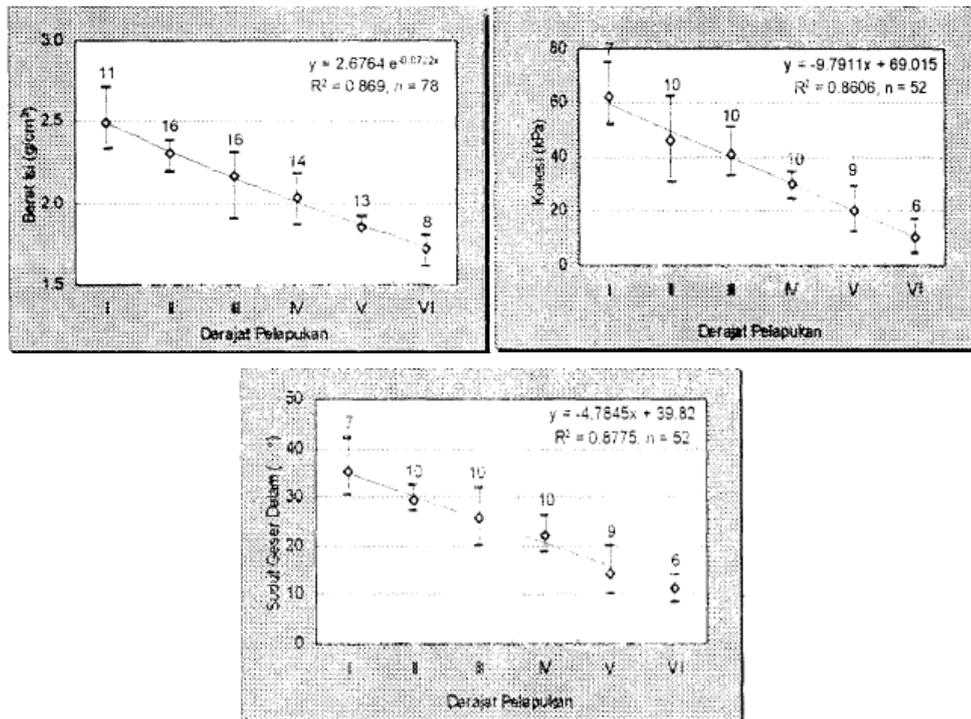
Tabel 1. Klasifikasi berbagai tahapan proses pelapukan, beserta kelas untuk membedakannya, dan indikasi sifat tekniknya (Dearman, 1969)

Grade	Degree of Decomposition	Field Recognition	Engineering Properties
VI	Tanah	Tidak ada teksture batuan yang dikenali, lapisan permukaan mengandung humus dan akar tumbuhan	Tidak cocok untuk fondasi penting. Tidak cocok untuk slopes jika penahan rusak.
V	Lapuk Sempurna	Batuan telah terdekomposisi secara sempurna oleh pelapukan tetapi tekstur masih bisa dikenali. Pada tipe batuan asal granit, feldspars asli terdekomposisi sempurna menjadi mineral-mineral clay. Tidak dapat dipulihkan sebagai inti dengan metode pengeboran putar biasa.	Dapat digali dengan tangan atau pecah tanpa menggunakan bahan peledak. Tidak cocok untuk fondasi bendungan beton atau struktur besar. Mungkin cocok untuk fondasi bendungan bumi dan untuk fill. Tidak stabil dalam high cuttings di sudut yang curam. Membutuhkan perlindungan dari erosi.
IV	Lapuk Kuat	Batuan jadi lemah karena lapuk sehingga potongan yang cukup besar bisa pecah dan remuk di tangan. Terkadang dipulihkan sebagai inti dengan pengeboran putar yang hati-hati. Diwarnai oleh limonit. Kurang dari 50% batu.	Mirip dengan Grade V. Tidak mungkin cocok untuk fondasi bendungan beton. Kehadiran batu-batu besar yang tidak menentu menjadikannya lapisan pondasi yang tidak dapat diandalkan untuk struktur besar.
III	Lapuk Sedang	Tergantung masa pelapukan batuan. Memiliki kekuatan - potongan besar (mis. Inti bor NX) tidak dapat dipatahkan dengan tangan. Sering diwarnai oleh limonit. 50% hingga 90% merupakan batuan.	Digali dengan susah payah jika tanpa menggunakan bahan peledak. Sebagian besar hancur di bawah trek bulldoser. Cocok untuk fondasi struktur beton kecil dan bendungan batuan. Mungkin cocok untuk semperious fill. Stabilitas dalam cuttings tergantung pada fitur struktural, terutama perilaku joint.
II	Lapuk Ringan	Terlihat lapuk melalui sebagian besar fabric batuan dengan sedikit pewarnaan limonit. Beberapa feldspar terurai dalam granit. Kekuatan mendekati batu segar. Lebih dari 90% batu.	Membutuhkan bahan peledak untuk penggalian. Cocok untuk fondasi bendungan beton. Sangat permeabel melalui joint terbuka. Seringkali lebih permeabel daripada zona di atas atau di bawah. Dipertimbangkan sebagai agregat konkret.
I	Batuan Segar	Batuan segar mungkin memiliki beberapa joint bernoda limonit tepat di bawah batu yang lapuk.	Pewarnaan menunjukkan perkolasi air di sepanjang joint; bagian individual dapat dilonggarkan dengan peledakan atau stres relief dan dukungan mungkin diperlukan dalam tunnels dan shafts.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini berdasarkan studi literatur baik dalam jurnal internasional, nasional, maupun thesis. Pencarian literature melalui situs jurnal online dengan topik yang sesuai dengan rencana judul ataupun dengan melihat referensi dalam jurnal terkait. Kemudian melakukan review untuk mengetahui pengaruh pelapukan terhadap karakteristik batuan dari berbagai lokasi penelitian dan jenis batuan berbeda.

3. HASIL DAN ANALISIS



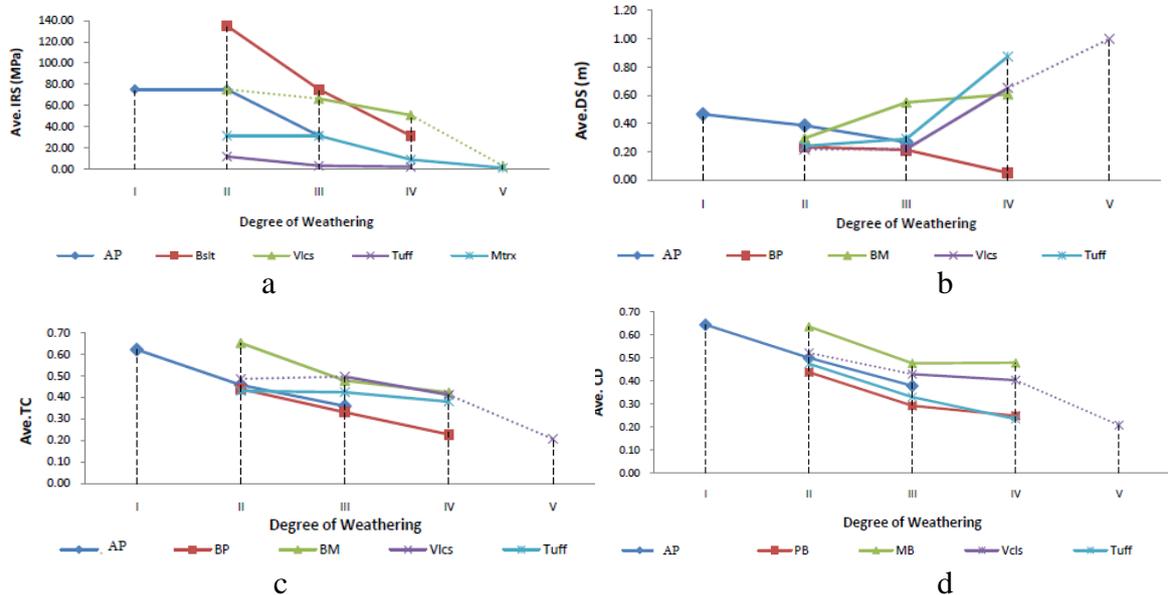
(Sumber : Imam A. Sadisun, 1998))

Gambar 1. Grafik hubungan nilai berat isi, kohesi dan sudut geser dalam batulempung dengan kelas pelapukan

Tabel 2. Dampak Pelapukan terhadap Karakteristik Batuan

No	Judul	Author	Jenis Batuan	Kekuatan Batuan Utuh	Kuat Geser Batuan	Bobot Isi Batuan	Karakteristik Batuan						Derajat Kejenuhan	Discontinuity Spacing
							Nilai RQD	Nilai GSI	Nilai RMR	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kadar Air		
1	Analisis Pengaruh Pelapukan Terhadap Stabilitas Lereng Batuan	Laode Jonas Tugo	Andesit Porfiri	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
2	Pengaruh Pelapukan terhadap Kekuatan Batuan	Purwanto, dkk	Basal	✓										
3	Pengaruh Pelapukan Batulempung Formasi Subang	Imam A. Sadisun	Batulempung			✓					✓	✓		
4	Pengaruh Pelapukan Terhadap Sifat Fisik Batuan dan Tanah residual Breksi Vulkanik	Afrizi Rahman, dkk	Breksi Vulkanik			✓							✓	✓
5	The Effect of Weathering on The Shear Strength Properties of Keuper Marl	R.J Chandler	Batupasi								✓	✓		
6	Effect of Weathering in	XSA A. Cabria	Basalt (Bslt)	✓										✓

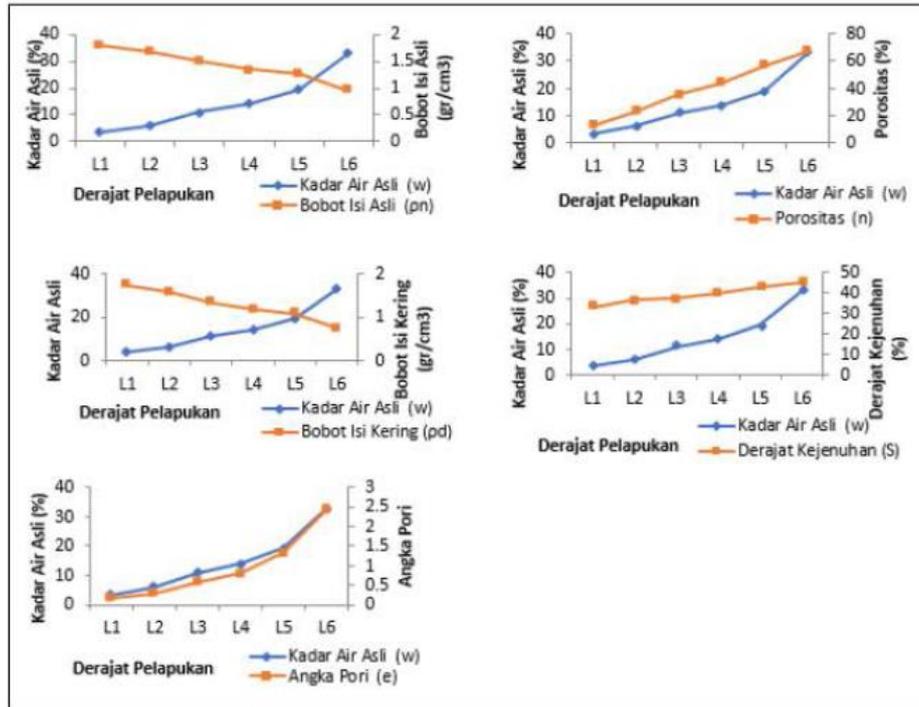
No	Judul	Author	Jenis Batuan	Karakteristik Batuan											
				Kekuatan Batuan Utuh	Kuat Geser Batuan	Bobot Isi Batuan	Nilai RQD	Nilai GSI	Nilai RMR	Kohesi	Sudut Geser Dalam	Kadar Air	Porositas	Derajat Kejenuhan	Discontinuity Spacing
	The Rock and Rock Mass Properties and The Influence of Salts in The Coastal Roadcuts in Saint Vincent and Dominica		Andesit (AP)	√								√			√
Tufa (Tuff)			√									√			√
Massive Basalt (BM)												√			√
Volcano clastic Vlcs)												√			√
Pillow Basalt (BP)												√			√



(Sumber : XSA A. Cabria, 2015)

Gambar 2. Pengaruh derajat pelapukan terhadap : a. IRS (Kekuatan Batuan Utuh); b. DS (Discontinuity Spacing); c. TC (Condition of Individual Discontinuity); d. CD (Overall Condition of Discontinuity)

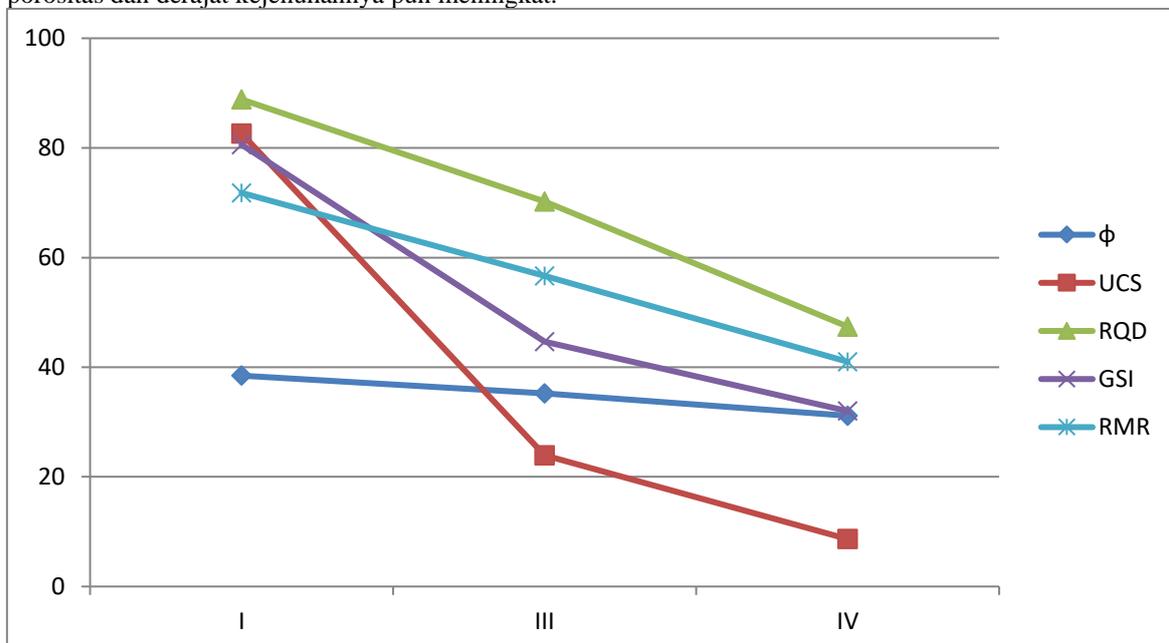
Penelitian lapangan yang dilakukan oleh Cabria, 2015 pada berbagai jenis batuan menunjukkan bahwa nilai kekuatan batuan utuh secara umum menurun seiring dengan meningkatnya pelapukan. Pada batuan andesit dan pillow basalt jarak diskontinuitas menurun seiring meningkatnya pelapukan batuan, akan tetapi pada batuan Massive Basalt, volcanoplastic, tufa mengalami peningkatan mulai pada kelas lapuk sedang, karena pada batuan tersebut jejak diskontinuitas memudar seiring dengan meningkatnya pelapukan. Pada TC dan CD dengan trend yang sama yaitu mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya pelapukan.



(Sumber: Afrizi, dkk)

Gambar 3. Pengaruh Derajat Pelapukan Terhadap Hubungan Antar Parameter Sifat Batuan dan Tanah Residual Breksi Vulkanik

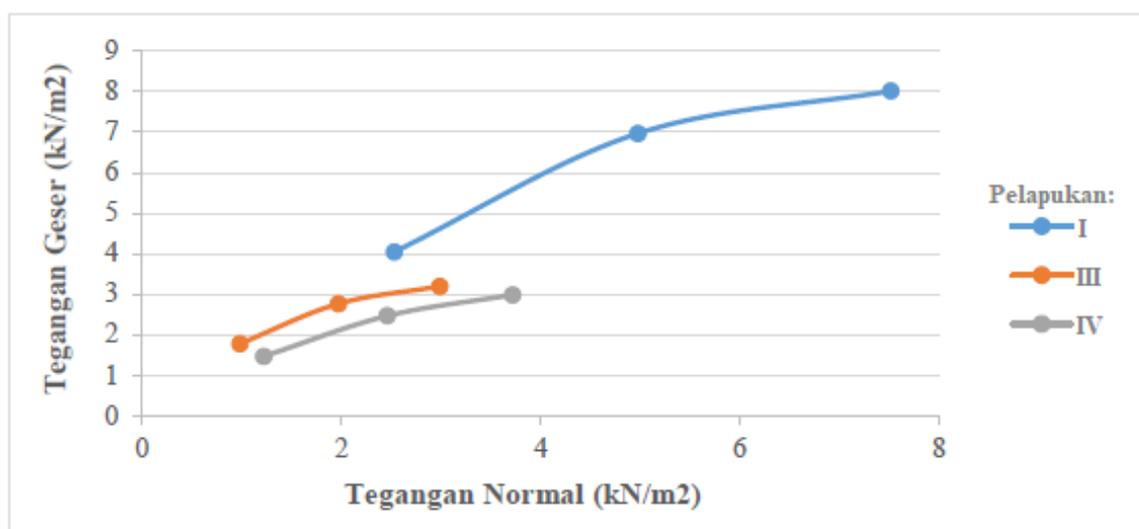
Penelitian yang dilakukan oleh Afrizi, dkk (2017) terhadap batuan dan tanah residual breksi vulkanik menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat pelapukan tanah dan batuan maka semakin berkurang nilai kekuatan batuan. Hal ini dapat dilihat pada gambar 3 dimana bobot isi asli dan bobot isi kering berkurang seiring meningkatnya pelapukan. Sedangkan semakin tinggi tingkat pelapukannya maka kadar air, angka pori, porositas dan derajat kejenuhannya pun meningkat.



Gambar 4. Hubungan nilai ϕ , UCS, RQD, GSI, RMR dengan Pelapukan

Pada gambar diatas menunjukkan hasil penelitian lapangan (Imam, 1998) dimana nilai berat isi pada batulempung mengalami penurunan secara eksponensial terhadap peningkatan kelas pelapukan batuan. Nilai kohesi dan sudut geser dalam turun pada batulempung turun linear terhadap kenaikan kelas pelapukan batuan.

Pada gambar 4, berdasarkan hasil penelitian lapangan yang dilakukan oleh Laode (2019) dengan meneliti 3 kelas pelapukan. Menunjukkan bahwa nilai sudut geser dalam, kuat tekan batuan, nilai RQD pada massa batuan, nilai GSI dan RMR menurun seiring meningkatnya kelas pelapukan batuan.



(Sumber: Laode, 2019)

Gambar 5. Hubungan Tegangan Normal dan Tegangan Geser pada 3 Kelas Pelapukan yang berbeda

Kuat geser batuan adalah perlawanan internal batuan terhadap tegangan yang bekerja sepanjang bidang geser, dimana hal ini dipengaruhi oleh karakteristik instrinsik dan faktor eksternal. Pada penelitian yang dilakukan Laode, 2019, hasil uji geser langsung menunjukkan perbedaan nilai tegangan geser, dimana pada kelas pelapukan III dan IV memiliki tegangan geser lebih rendah. Semakin besar tegangan normal yang bekerja, maka semakin besar tegangan yang dibutuhkan untuk menyebabkan batuan tersebut dapat bergeser. Hasil pengujian kuat geser pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa parameter berupa kohesi dan nilai sudut gesek menurun seiring meningkatnya kelas pelapukan.

L. Borrelli, dkk (2006) menyatakan efek proses pelapukan sangat besar terjadi pada batuan kristal (plutonik dan metamorf), dimana pada daerah studi yang terpilih diperoleh data presentasi longsor pada wilayah dengan kelas pelapukan tinggi lebih luas daripada pada wilayah dengan kelas pelapukan rendah.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur mengenai dampak pelapukan terhadap karakteristik batuan dapat disimpulkan :

- Untuk setiap jenis batuan yang menjadi sampel penelitian, terjadi penurunan kekuatan batuan utuh, kuat geser batuan, bobot isi batuan, nilai RQD, GSI, RMR, TC, CD, Kohesi dan sudut geser dalam seiring dengan meningkatnya kelas pelapukan
- Semakin tinggi kelas pelapukan pada batuan maka kadar air, porositas, angka pori dan derajat kejenuhan juga meningkat
- Semakin tinggi kelas pelapukan berpengaruh pada berkurangnya kekuatan batuan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penyusunan paper ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak khususnya Kepada Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta. Serta penulis menyampaikan terimakasih kepada LPPM UPN "Veteran" Yogyakarta yang telah mendanai sepenuhnya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Borelli, L., Greco, R., Gullà, G., 2006, Weathering grade of rock masses as a predisposing factor to slope instabilities: Reconnaissance and control procedures, Elsevier, *Geomorphology* 87 (2007) 158–175.
- [2] Cabria, XSA A., 2015, Effect of Weathering in The Rock and Rock Mass Properties and The Influence of Salts in The Coastal Roadcuts in Saint Vincent and Dominica, *Tesis*, Program Magister Geo-Information Science and Earth Observation, University of Twente, Belanda
- [3] Chandler, R.J., 1969, The Effect of Weathering on The Shear Strength Properties of Keuper Marl, *Geotechnique*, Vol.19, No.3

-
- [4] Dearman, W.R., 1995, Description and Classification of Weathered Rocks for Engineering Purposes: the Background to The BS5930:1981, *Quarterly Journal of Engineering Geology*, Vol. 28, 267-276.
 - [5] Purwanto, Muhaimin, A., Djamaluddin, H., Ratna., dan Busthan, 2017, Pengaruh Derajat Pelapukan terhadap Kekuatan Batuan pada Batuan Basal, *Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV*, Samarinda, 9 November.
 - [6] Rai, Made Astawa, Kramadibrata, Suseno, dan Wattimena, Kresna Ridho, 2014, *Mekanika Batuan*, Penerbit ITB, Bandung
 - [7] R., Afrizi, Tiantoro, A., dan Mustofa, Adip, 2017, Pengaruh Pelapukan terhadap Sifat Fisik Batuan dan Tanah Residual Breksi Vulkanik, *Jurnal GEOSAPTA*, Vol.3, No.2
 - [8] Sadisun, Imam A., 1998, Pengaruh Pelapukan Batulempung Formasi Subang terhadap Beberapa Sifat Keteknikannya Guna Menunjang Efektivitas Pemilihan Desain Perkuatan Lereng, *Proc. ITB*, Vol. 30 No.3
 - [9] S., Chakufola, Chileshe, P.R.K., dan Samuel, E.B., 2017, Weathering and Its Potential Effect on Mine Slope Factor of Safety, *IOSR Journal Of Applied Deology and Geophysics*, Ver.1, 21-33.
 - [10] Tugo, Laode Jonas, 2019, Analisis Pengaruh Pelapukan Terhadap Stabilitas Lereng Batuan, *Tesis*, Program Magister Teknik Pertambangan, UPN Veteran, Yogyakarta