



PERILAKU SLAKING STATIK DAN PLASTISITAS PADA BATULEMPUNG FORMASI PULAUBALANG (*SLAKING AND PLASTICITY BEHAVIOR IN CLAYSTONE IN PULAUBALANG FORMATION*)

W. S. Gumilang, Revia Oktaviani, Windhu Nugroho, Shalaho D. Devy, Tommy Trides

Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Samarinda
unknownwidi@gmail.com

Diterima: 11-12-2022

Review: 23-12-2022

Publish: 29-12-2022

Abstrak:

Slaking merupakan interaksi batulempung dengan udara bebas dan cuaca yang dapat menyebabkan batulempung untuk mengalami penurunan durabilitas dan ketahanannya seiring waktu. Batulempung juga memiliki sifat elastis dan plastis, dan hal ini menyebabkan ia memiliki batas-batas pada keadaan elastis maupun plastis sebelum hancur dan menjadi tanah lepas. Untuk itu, perilaku slaking statik dan plastisitas yang dimiliki batulempung dapat berpengaruh terhadap tingkat ketahanan dari batulempung tersebut. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perilaku slaking statik dengan indeks plastisitas pada sampel batulempung di Kota Samarinda pada Formasi Pulaubalang. Dari hasil uji Indeks Plastisitas, Tingkat plastisitas pada sampel batulempung berada pada kategori plastisitas rendah dengan nilai Indeks Plastisitas terendah 5,84 sampai dengan kategori plastisitas sedang dengan nilai Indeks Plastisitas tertinggi 14,91. Daya *slaking* statik yang pada batulempung berada pada kategori tinggi sampai dengan ekstrim tinggi dengan nilai indeks 41,47% sampai dengan 70,22%, dan jumlah siklus berada pada dua sampai empat siklus. Antara indeks plastisitas dan indeks slaking statik menunjukkan tingkat korelasi yang lemah dengan angka koefisien korelasi 0,282 dengan arah positif, namun nilai R Tabel 0,666 lebih tinggidi nilai R Hitung menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara variabel Indeks Plastisitas dengan nilai daya *slaking* statis pada batulempung. Hasil analisis model regresi linear sederhana yang dilakukan adalah didapatkan nilai Koefisien determinasi sebesar 0,0795, yang artinya 7,95% variasi indeks *slaking* statik yang dapat dijelaskan oleh faktor plastisitas, dan sisanya ditentukan oleh faktor lainnya.

Kata kunci: Batulempung, Pulaubalang, Slaking, Plastisitas

Abstract:

Slaking is the interaction of claystone with free air and weather, which can cause claystone to experience a decrease in its durability and resistance over time. Claystone also has elastic and plastic properties, and this causes it to have limits on both its elastic and plastic states before it crumbles and becomes loose soil. For this reason, the static slaking behavior and plasticity of claystone can affect the resistance level of the stone. This study was conducted to determine the behavior of static slaking with a plasticity index on claystone samples in Samarinda City in the Pulaubalang Formation. From the results of the Plasticity Index test, the level of plasticity in the claystone samples ranged from the low plasticity category with the lowest Plasticity Index value of 5.84 to the medium plasticity category with the highest Plasticity Index value of 14.91. The static slaking power in claystone is in the high to extreme high category with an index value of 41.47% to 70.22%, and the number of cycles is in the range of two to four cycles. Between the plasticity index and the static slaking index, there is a weak correlation with a correlation coefficient of 0.282 in a positive direction, but the R table value of 0.666 is higher than the calculated R value, indicating that there is no relationship between the plasticity index variable and the static slaking power value in claystone. The results of the analysis of the simple linear regression model that was carried out were that the coefficient of determination was 0.0795,

which means that 7.95% of the variation in the static slaking index can be explained by the plasticity factor and the rest is determined by other factors.

Keywords: Claystone, Pulaubalang, Slaking, Plasticity

Corresponding: W. S. Gumilang
E-mail: unknownwidi@gmail.com



PENDAHULUAN

Batulempung merupakan batuan yang banyak ditemukan dalam beberapa masalah keteknikan karena sifatnya yang dapat berubah menjadi tanah jika dipengaruhi oleh iklim dan cuaca (Utama, Oktaviani, Nugroho, Devy, & Trides, 2022). Batulempung memiliki sifat unik yaitu saat dalam kondisi kering maka dia akan menyusut dan mengeras, namun ketika menyerap air ia akan mengembang dan pada saat mencapai batasnya batulempung akan kehilangan gaya gesernya sehingga dapat terjadi keruntuhan secara tiba-tiba karena beratnya sendiri (Saptono, 2019). Karena sifat batulempung yang mudah mengembang dan menyusut, maka batulempung dapat lepas dan menjadi tanah berlempung, terutama pada daerah yang memiliki tingkat perubahan cuaca yang tinggi (Utami, 2018). *Slaking* merupakan interaksi batulempung dengan udara bebas dan cuaca yang dapat menyebabkan batulempung untuk mengalami penurunan durabilitas dan ketahanannya seiring waktu dan akhirnya menghancurkan dan merubah batulempung menjadi tanah lepas. Pengujian *Slaking Index* merupakan salah satu cara untuk menguji tingkat ketahanan batuan berdasarkan perubahan temperatur pada kondisi sekitar (Prasetyo, Hendrawan, & Yuliani, 2022). Pengujian *static slaking* yang merupakan pengujian ketahanan batuan berdasarkan siklus basah-kering juga dianggap lebih menyerupai kondisi asli pelapukan yang dialami oleh batuan dikarenakan cuaca dan temperatur. Selain itu, batulempung memiliki sifat elastis dan plastis, dan hal ini menyebabkan ia memiliki batas-batas pada keadaan elastis maupun plastis sebelum hancur dan menjadi tanah lepas. Untuk itu, tentunya indeks plastisitas yang dimiliki batulempung pun bisajadi dapat berpengaruh terhadap tingkat ketahanan dari batulempung tersebut.

Menurut (Chand & Subbarao, 2007), *Slaking* adalah proses runtuhnya material yang ditandai dengan pecahnya butiran karena pembasahan dan pengeringan yang berulang-ulang. Batuan dapat dalam kondisi yang keras saat tertimbun secara alami, namun bila telah terekspos maka kondisi yang terbuka memungkinkan terjadinya pelapukan. *Slaking* adalah mekanisme degradasi fisik paling umum yang mempengaruhi tanah liat dan batuan yang kaya tanah liat. (Koncagül & Santi, 1999) berusaha untuk menjelaskan berbagai jenis dan faktor-faktornya secara rinci. Sampel yang telah diuji adalah sampel curah tidak teratur. Indeks slaking diberikan kepada masing-masing sampel untuk periode yang ditentukan dengan mengacu pada tabel indeks slaking. Untuk mengetahui perilaku slaking statis dan plastisitas pada batulempung, dilakukan pengujian indeks slaking statik yang mengacu pada rekomendasi pengujian dari (Sadisun, Shimada, Ichinose, & Matsui, 2005) yang membagi nilai dan kelas indeks slaking statik menjadi 6 kelas. Pembagian Kelas tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Nilai kelas dan Klasifikasi Indeks Slaking Statik Siklus Tunggal (Sadisun et al., 2005).

Kelas	Slaking Indeks (%)	Klasifikasi
1	0-5	Very Low

2	5-10	Low
3	10-25	Medium
4	25-50	High
5	50-75	Very High
6	75-100	Extremely High

Selain itu, Suatu hal yang penting pada tanah berbutir halus adalah sifat plastisitasnya. Plastisitas disebabkan oleh adanya partikel mineral lempung dalam tanah. Istilah plastisitas menggambarkan kemampuan tanah dalam menyesuaikan perubahan bentuk pada volume yang konstan tanpa retak-retak atau remuk. Bergantung pada kadar air, tanah dapat berbentuk cair, plastis, semi padat, atau padat. Kedudukan fisik tanah berbutir halus pada kadar air tertentu disebut *konsistensi*. Konsistensi bergantung pada gaya tarik antara partikel mineral lempung (Hardiyatmo, 2002). Atterberg (1991) dalam (Hardiyatmo, 2002), memberikan cara untuk menggambarkan batas-batas konsistensi dari tanah berbutir halus dengan mempertimbangkan kandungan kadar air tanah. Batas-batas tersebut adalah batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*). Batasan mengenai indeks plastisitas, sifat, macam tanah, dan kohesi diberikan oleh Atterberg dalam (Hardiyatmo, 2002) pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah (Hardiyatmo, 2002)

PI (%)	Sifat	Macam Tanah	Kohesi
0	Non Plastis	Pasir	Non Kohesif
<7	Plastisitas Rendah	Lanau	Kohesif Sebagian
7-17	Plastisitas Sedang	Lempung Berlanau	Kohesif
>17	Plastisitas Tinggi	Lempung	Kohesif

Untuk dapat mengetahui perilaku slaking statik dan plastisitas pada batulempung Formasi Pulaubalang, maka dilakukan serangkaian pengujian untuk mengetahui Indeks Slaking Statik, nilai Indeks Plastisitas, dan melakukan uji untuk mengetahui hubungan yang terdapat antara Indeks Slaking Statik dengan Indeks Plastisitas pada sampel batulempung yang diuji.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yang diawali dengan studi literatur, untuk mempelajari masalah yang berkaitan dengan penelitian dan pengkajian dasar-dasar teori yang akan dijadikan acuan dalam penelitian (Sugiyono, 2016). Setelah studi dilakukan, maka dilakukan pengamatan lapangan, untuk meninjau kondisi di lapangan seperti keadaan lokasi dan keadaan sampel. Selain itu juga untuk menyesuaikan metode pengambilan sampel yang dilakukan. Penelitian dilakukan pada dua tahap yaitu tahap penelitian lapangan dan tahap pengujian di laboratorium (Supardi, 2013).

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data diawali dengan survey lapangan yang dilakukan untuk menentukan lokasi penelitian yang sesuai. Dalam hal ini ditentukan lokasi penelitian merupakan lereng-lereng batuan yang terdapat pada Formasi Pulaubalang dan terdapat batulempung (*Claystone*) pada lereng batuan

yang ada. Lalu dilakukan *Sampling* atau pengambilan sampel pada beberapa titik di lokasi penelitian, dengan masing-masing titik lokasi pengambilan sampel diambil tiga sampel dengan ukuran dan bentuk yang diinginkan. Populasi sampel yang akan diuji adalah 9 sampel. Setelah pengambilan sampel, maka dilakukan preparasi pada masing-masing sampel untuk persiapan pengujian pertama, yaitu pengujian *Static Slaking*. Pengujian ini dilakukan berdasarkan rekomendasi (Sadisun et al., 2005) dengan penyesuaian. Untuk pengujian *Static Slaking*, sampel yang dibutuhkan tidak perlu memiliki bentuk tertentu dan ukuran jugadapat disesuaikan. Pengujian dilakukan dengan metode siklus basah-kering siklus tunggal yang akan mewakili kondisi pelapukan yang terjadi di lapangan. Pengujian dilakukan dengan beberapa siklus sampai sampel batuan hancur seluruhnya, dengan pembatasan maksimal 5 siklus. Setelah pengujian *Static Slaking* dilakukan, maka dilakukan persiapan untuk pengujian batas-batas *Atterberg*. Pengujian dilakukan dengan metode uji berdasarkan (Hardiyatmo, 2002). Pengujian batas-batas *Atterberg* dilakukan untuk mendapatkan nilai dari Batas Cair, Batas Plastis, dan Indeks Plastisitas.

Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara penentuan perilaku *Slaking* dengan menentukan klasifikasi Indeks Slaking Statik dari hasil pengujian, yang dapat dilihat pada Tabel 1. Lalu dilakukan penentuan Sifat Keplastisan dengan menggunakan hasil pengujian Indeks Plastisitas, yang dapat dilihat pada Tabel 2. Untuk mengetahui hubungan yang ada antara Nilai Indeks Slaking Statik dengan Nilai Indeks Plastisitas, dibuat Grafik *Scatterplot* untuk mengetahui Koefisien Korelasi sederhana dari hasil pengujian sampel batulempung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian dilakukan pada tiga lokasi yang berada di Kota Samarinda, dengan masing-masing lokasi diambil tiga sampel batuan. Pada ketiga lokasi, semuanya berada pada Formasi Pulaubalang. Koordinat dari masing-masing lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Koordinat Lokasi Penelitian

Nomor	Sampel	Lintang Selatan	Bujur Timur	Sifat Keplastisan
1	PB CS	0°28'17,96"	117°07'33,77"	Plastisitas Sedang
2	KP CS	0°28'23"	117°06'40"	Plastisitas Sedang
3	SI CS	0°27'57"	117°06'27"	Plastisitas Sedang

Total populasi sampel yang diuji ada 9 sampel, dengan dua tahap pengujian yang dilakukan, yaitu Uji *Slaking Static* dengan Uji Batas-batas *Atterberg*. Masing-masing lokasi pengambilan sampel terdapat 3 sampel untuk diuji.

Hasil pengujian Indeks Slaking Statik didapatkan dengan melihat siklus tunggal atau siklus pertama yang didapatkan.



Gambar 1. Pengujian Sampel PB CS



Gambar 2. Pengujian Sampel KP CS



Gambar 3. Pengujian Sampel SI CS

Pada sampel PB CS berada pada kategori slaking sangat tinggi (*very high*) dengan nilai indeks slaking PB CS1 70,221%, PB CS2 64,489%, dan 62,863%. Pada sampel KP CS berada pada kategori sangat tinggi (*very high*) pada PB CS1 dan PB CS3 dengan nilai indeks slaking KP CS1 50,017% dan KP CS3 51,511%. Sedangkan KP CS2 berada pada kategori tinggi (*high*) dengan nilai indeks slaking 41,469%. Dan pada sampel SI CS berada pada kategori sangat tinggi (*very high*) dengan nilai indeks slaking SI CS1 65,969%, SI CS2 56,869% dan SI CS3 55,632%. Sedangkan jumlah siklus yang didapatkan adalah dua siklus pada sampel PB CS1 dan PB CS2, tiga siklus untuk sampel PB CS3, KP CS1, SI CS1, SI CS2, dan SI CS3. Dan untuk sampel KP CS2 dan KP CS3 didapatkan empat siklus. Hasil nilai Indeks slaking yang didapatkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Indeks Slaking Statik dan Klasifikasi Indeks Slaking Statik

Sampel	Is1(%)	Is2(%)	Is3 (%)	Is4(%)	Is5(%)	Klasifikasi
PB CS1	70,221	100	-	-	-	Very High
PB CS2	64,489	100	-	-	-	Very High
PB CS3	63,863	64,492	100	-	-	Very High
KP CS1	50,017	86,058	100	-	-	Very High
KP CS2	41,469	81,261	86,486	100	-	High
KP CS3	51,511	66,064	90,722	100	-	Very High
SI CS1	65,969	97,786	100	-	-	Very High
SI CS2	56,869	99,63	100	-	-	Very High
SI CS3	55,632	99,726	100	-	-	Very High

Hasil pengujian batas-batas Atterberg yang dilakukan pada sampel batuan mendapatkan hasil berupa nilai Batas Cair, Batas Plastis, dan hasil akhir berupa Indeks Plastisitas dan Sifat Keplastisan.



Gambar 4. Pengujian Atterberg PB CS



Gambar 5. Pengujian Atterberg KP CS



Gambar 6. Pengujian Atterberg SI CS

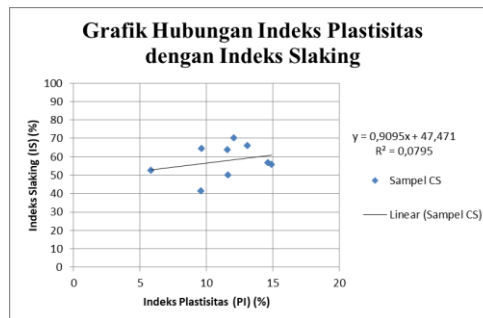
Pada sampel PB CS, nilai Indeks Plastisitas yang didapatkan berada pada kategori Plastisitas Sedang, dengan nilai PI pada PB CS1 12,10%, PB CS2 9,64%, dan PB CS3 11,59%. Lalu pada sampel KP CS, nilai Indeks Plastisitas didapatkan berada pada kategori Plastisitas Sedang pada sampel KP CS1 dan KP CS2 dan Plastisitas Rendah pada sampel KP CS3, dengan nilai PI pada KP CS1 11,65%, KP CS2 9,62%, dan KP CS3 5,84%. Dan pada sampel SI CS, didapatkan nilai Indeks Plastisitas berada pada kategori Plastisitas Sedang, dengan nilai PI pada SI CS1 13,11%, SI CS2 14,67%, dan SI CS3 14,91%. Berdasarkan hasil tersebut, rata-rata sampel memiliki nilai Plastisitas Sedang, dengan satu pengecualian. Hasil Pengujian batas-batas *Atterberg* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Batas-batas *Atterberg* dan Sifat Keplastisan

Sampel	Batas Cair (%)	Batas Plastis (%)	Indeks Plastisitas (%)	Sifat Keplastisan
PB CS1	30,95	18,85	12,10	Plastisitas Sedang
PB CS2	29,80	20,16	9,64	Plastisitas Sedang
PB CS3	32,20	20,61	11,59	Plastisitas Sedang
KP CS1	33,95	22,30	11,65	Plastisitas Sedang
KP CS2	33,12	23,50	9,62	Plastisitas Sedang
KP CS3	33,45	27,61	5,84	Plastisitas Rendah
SI CS1	44,30	31,19	13,11	Plastisitas Sedang
SI CS2	44,18	29,51	14,67	Plastisitas Sedang
SI CS3	40,80	25,89	14,91	Plastisitas Sedang

Untuk mengetahui interaksi dan hubungan yang terdapat pada perilaku slaking dan plastisitas pada sampel batulempung, dapat dilakukan dengan menggunakan korelasi sederhana. Kedua variabel dapat dikorelasikan dengan metode korelasi *Pearson* untuk mengetahui koefisien korelasinya untuk

mengetahui besarnya hubungan antara nilai slaking dan plastisitas. Selain itu, nilai koefisien determinasi dapat dihitung untuk mengetahui persentase variabel dalam memprediksi perubahan variabel terikatnya. Berdasarkan grafik korelasi sederhana yang telah dibuat, didapatkan nilai Koefisien Korelasi (R) 0,282 yang berarti kedua variabel memiliki hubungan yang rendah. Namun R hitung yang didapatkan ternyata lebih kecil dari nilai R Tabel yang memiliki nilai 0,666 sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa tidak ada hubungan antara dua variabel yang dihitung. Selain itu, dapat dilihat nilai Koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,0795 yang artinya 7,95% variasi nilai Indeks Slaking Statik yang dapat dijelaskan oleh nilai Indeks Plastisitas, sedangkan 92,05% sisanya ditentukan oleh faktor lainnya. Untuk mengetahui grafik hubungan antara kedua variabel dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Hubungan Indeks Plastisitas dengan Indeks Slaking

KESIMPULAN

Nilai Indeks Slaking Statik berada pada kategori tinggi (*high*) sampai sangat tinggi (*very high*) dengan nilai Indeks Slaking terendah berada pada 41,469% dan nilai Indeks Slaking tertinggi berada pada 70,221%. Nilai Indeks Plastisitas berada pada kategori Plastisitas Rendah sampai dengan Plastisitas Sedang, dengan Nilai Indeks Plastisitas terendah berada pada 5,84% dan Nilai Indeks Plastisitas tertinggi berada pada 14,91%. Hubungan antara kedua variabel dinyatakan dengan Nilai Koefisien Korelasi (R) dengan nilai 0,282 yang artinya kedua variabel memiliki hubungan yang rendah, dan nilai Koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0,0795% yang artinya 7,95% variasi nilai Indeks Slaking Statik dapat dijelaskan oleh nilai Indeks Plastisitas, sedangkan 92,05% sisanya ditentukan oleh faktor lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Chand, Sudeep Kumar, & Subbarao, Chillara. (2007). Strength and slake durability of lime stabilized pond ash. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 19(7), 601–608.
- Hardiyatmo, Hary Christady. (2002). *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Koncagül, Engin C., & Santi, Paul M. (1999). Predicting the unconfined compressive strength of the Breathitt shale using slake durability, Shore hardness and rock structural properties. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 36(2), 139–153.
- Prasetyo, Erinna Melina, Hendrawan, Andre Primantyo, & Yuliani, Emma. (2022). Identifikasi Karakteristik Fisik Dan Mineralogi Tanah Dan Batuan Material Longsor Di Kecamatan Tugu Kabupaten Trenggalek. *Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 3(1), 409.
- Sadisun, Imam A., Shimada, Hideki, Ichinose, M., & Matsui, K. (2005). Study on the physical disintegration characteristics of Subang claystone subjected to a modified slaking index test. *Geotechnical & Geological Engineering*, 23(3), 199–218.
- Saptono, Singgih. (2019). *Sistem Klasifikasi Massa Batuan untuk Tambang Terbuka*. LPPM UPN" Veteran" Yogyakarta.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D* (PT Alfabet). Bandung.
- Supardi, U. S. (2013). Aplikasi statistika dalam penelitian. *Jakarta: Change Publisher*.
- Utama, Yogi Budi, Oktaviani, Revia, Nugroho, Windhu, Sakdillah, & Trides, Tommy. (2022). Studi Tingkat Slaking Index pada Batulempung Formasi Balikpapan Daerah Samarinda dan Kutai Kartanegara. *Journal Locus Penelitian Dan Pengabdian*, 1(9), 738–748.
- Utami, Dyah Nursita. (2018). KAJIAN JENIS MINERALOGI LEMPUNG DAN IMPLIKASINYA DENGAN GERAKAN TANAH STUDY OF CLAY MINERAL TYPE AND ITS IMPLICATION TOWARD LANDSLIDE. *Jurnal Alami (e-ISSN: 2548-8635)*, 2(2).
- Tucker, M. E. 2003. *Sedimentary Rocks in the Field: A Practical Guide, Third Edition*. USA: John Wiley and Sons. (ISBN 0-470-85123-6)
- Qi, J., Sui, W., Liu, Y., & Zhang, D. 2015. *Slaking Process and Mechanisms Under Static Wetting and Drying Cycles Slaking Test in a Red Strata Mudstone*. *Geotech Geol Eng*, 959-972.
- Mohammad, E. T., Saad, R., & Abad, S. V. 2011. *Durability Assessment of Weak Rock by Using Jar Slaking Test*. *EJGE*, 1319-1335