

# Pengaruh Stabilisasi Semen Terhadap *Slake Durability Index* Tanah *Siltstone*

*The Effect of Cement Stabilization on Slake Durability Index of Siltstone*

**Siti Hardiyanti Hastuti, Edi Hartono**

*Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta*

**Abstrak.** Tanah merupakan bagian terpenting dalam pekerjaan konstruksi. Tanah dengan jenis *siltstone* memiliki sifat kuat dukung yang mudah menurun apabila mengalami siklus basah dan kering. Dalam kondisi kering tanah menjadi sangat keras, sedangkan dalam kondisi basah tanah menjadi lapuk dan hancur. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh kadar semen terhadap nilai *slake durability index* pada tanah *siltstone* dengan kadar semen 0% dan 10% dengan dua metode yaitu *spray mixing* dan *dry mixing* yang mengalami siklus basah dan kering. Pengujian ini mengacu pada ASTM 2004 standar D4644. Sampel tanah yang digunakan pada pengujian ini adalah tanah *disturbed*. Proses pencampuran tanah dan semen dilakukan dengan dua metode yaitu *spray mix* dan *dry mix*. Sampel dicetak dengan menggunakan 2 macam cetakan yaitu *mould* uji tekan bebas dan *mould* uji triaksial dengan berat mencapai 40-60g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *slake durability index* ( $I_d$ ) tanah dengan pencampuran *spray mix* menghasilkan durabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis pencampuran *dry mix*.

Kata-Kata Kunci : tanah *siltstone*, *spray mix*, *dry mix*, stabilisasi semen, *slake durability*.

**Abstract.** Soil is the most important part of the construction work. Siltstone has a strong bearing capacity that is easily decreased when experiencing wet and dry cycles. In dry conditions, siltstone has high durability, while in wet conditions siltstone becomes weathered and disintegrated. The aim of this study was to analyse the effect of cement stabilization on the slake durability index of siltstone with 0% and 10% cement content which experienced wet and dry cycles. The slaking test conducted according to ASTM 2004 standard D4644. Two mixing methods namely spray mixing and dry mixing were used in this study. The soil sample used in this test is disturbed soil. Samples are moulded using 2 types of moulds, unconfined compression strength mould and triaxial mould with a weight of up to 40-60g. The results showed that the slake durability index of specimen with spray mix is higher than dry mix method.

Keywords: siltstone, spray mix, dry mix, cement stabilization, slake durability.

## 1. Pendahuluan

Tanah merupakan salah satu lapisan dasar dalam konstruksi jalan. Untuk perencanaan suatu struktur perkerasan jalan, pada suatu daerah sangat sulit didapat material aggregate sebagai lapis pondasi, salah satu bahan additive yang sangat baik digunakan adalah semen (Kezdi, 1979). Seperti tanah yang berada di sekitar jalan Tol Ungaran-Bawen yang berjenis *siltstone*. *Siltstone* merupakan salah satu jenis tanah *mudrock* yang memiliki ukuran butir lebih dari 0,01 mm (Al-Rawas dkk., 2000). Tanah jenis ini

memiliki sifat kuat dukung yang mudah menurun apabila mengalami siklus basah dan kering. Pengujian ini meneliti bagaimana pengaruh stabilisasi dengan menggunakan semen terhadap ketahanan dari sampel benda uji yang mengalami siklus basah dan kering.

Quine (1993) menjelaskan *slaking* sebagai pengembangan atau disintegrasi batuan yang disebabkan oleh interaksi mineral-mineral lempung dengan air. Sementara itu, ketahanan (*durability*) didefinisikan sebagai ukuran resistensi batuan terhadap pelapukan dan disintegrasi, ketika batuan mengalami

proses pelapukan dalam jangka waktu yang singkat (Fookes dkk., 1971). *Portland* adalah untuk mengikat partikel tanah, meningkatkan kepadatan dan mengurangi rongga, dan meningkatkan sifat tanah seperti kuat tekan bebas, modulus elastisitas, kompresibilitas, permeabilitas, kerentanan terhadap es dan kepekaan terhadap perubahan kadar air (Sarkar dkk, 2012). Stabilisasi tanah dengan semen adalah campuran tanah dengan semen dan air dengan komposisi tertentu sehingga tanah tersebut memiliki sifat lebih baik dari tanah semula (Pandiangan dkk., 2016).

*Slake durability test* merupakan pengujian untuk menentukan berapa besar pelapukan yang terjadi pada tanah (Agustawijaya, 2004). *Slake durability* banyak digunakan untuk menentukan karakteristik disintegrasi batuan, uji *slake durability* ini memiliki beberapa batasan yang mempengaruhi nilai *index* yaitu bentuk dan kekasaran permukaan pada sampel (Ankara dkk, 2015). *Slake durability* digunakan untuk memperkirakan secara kualitatif bagaimana ketahanan tanah dari pengaruh lingkungan, dan juga digunakan untuk menetapkan kuantitatif nilai ketahanan tanah (ASTM,2004) D4644. Persamaan 1 adalah rumus perhitungan untuk menghitung nilai *slake durability index* sebagai berikut:

$$I_d = ((W_F - C)/(B - C)) \times 100 \dots\dots (1)$$

dimana:

- $I_d$  = *slake durability index*, (%)
- $B$  = massa drum ditambah sampel kering oven sebelum siklus, (g)
- $W_F$  = massa drum ditambah sampel kering oven setelah siklus, (g)
- $C$  = massa drum, (g)

Pengujian ini mengkaji pengaruh kadar semen terhadap nilai *Slake Durability Index* pada tanah siltstone dengan kadar semen 0% dan 10% dengan dua metode *mixing* yaitu *spray mixing* dan *dry mixing*.

## 2. Metode Pengujian

Penambahan bahan tambah seperti semen pada pengujian *slake durability* ini sangat mempengaruhi ketahanan pada tanah, serta berpengaruh pula pada perubahan sifat-sifat fisis tanah tersebut. Pengujian *slake durability* memberikan nilai berupa *slake durability index* ( $I_d$ ). Perbaikan tanah dengan menggunakan bahan tambah (*additive*) seperti semen yang dicampur dengan tanah, maka sifat fisis dan geoteknis tanah dapat berubah akibat reaksi kimia antar bahan tambah dan tanah (Widianti dkk, 2008). Pengujian ini dilakukan pada tanah tanpa stabilisasi dan tanah distabilisasi dengan semen 10% dengan 2 metode pencampuran yaitu *dry* dan *spray mixing*.

Pengujian ini mengacu pada ASTM 2004 standar D4644. Sampel tanah yang digunakan pada pengujian ini adalah tanah *disturb*. Sampel dicetak dengan berat mengacu berat spesimen standar uji *slake durability* ASTM yaitu 40-60g. Dua variasi bentuk spesimen dibuat yaitu fragmen pecah padat dengan berat standard dan silinder padat berukuran 34,5 mm dan tinggi 34,5 mm. spesimen dibuat berdasarkan nilai OMC dan MDD dari pengujian pemadatan proctor standar, sehingga memiliki kepadatan dan kadar air yang sama. Rencana pengujian pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1

Tabel 1 Variasi Pengujian *Slake Durability*

Kode spesimen	Jenis Pengadukan	Bentuk Sampel	Kadar Semen	Jumlah Siklus
A1	Spray	Fragmen pecah padat	0 dan 10	5
A2	Spray	Silinder 34,5 mm x 34,5 mm	0 dan 10	5
B1	Dry	Fragmen pecah padat	0 dan 10	5



Gambar 1 Spesimen A1 (Bentuk Sampel Fragmen Pecah Padat)



Gambar 2 Spesimen A2 (Bentuk Sampel Silinder 34,5 mm x 34,5 mm)

### Metode Pengujian Slake Durability

Spesimen sebanyak 10 buah terlebih dahulu diperam selama 7 hari. Setelah diperam selama 7 hari spesimen di timbang hingga berat masing-masing 40g-60g, sehingga total berat spesimen pada satu drum berkisar 450g-550g selanjutnya spesimen akan diuji menggunakan pengujian *slake durability test*. *Slake durability test* merupakan pengujian untuk menentukan berapa besar pelapukan yang terjadi pada tanah (Agustawijaya, 2004). *Slake durability index* ( $I_d$ ) adalah persentase rasio dari berat akhir dan awal tanah kering dalam drum (Qi dan Sui, 2014). Pengujian *slake durability* menggunakan alat uji standar, selama 10 menit dengan jumlah rotasi 20 rpm. Setelah itu sampel dikeluarkan dan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105°C-110°C selama 16-24 jam. Sampel yang sudah kering dikeluarkan, lalu didiamkan hingga suhu menurun dan pengambilan data massa sampel.

Siklus selanjutnya dengan langkah yang sama dimulai dari pengujian *slake durability* hingga mendapatkan massa tanah kering (ASTM, 2004) standar D4644.

Tabel 2 Klasifikasi Tanah Berdasar Nilai *Slake Durability* (Franklin dan Chandra, 1972)

<i>Slake-durability</i> $I_d$ (%)	Klasifikasi
0 – 25	<i>Very Low</i>
25 – 50	<i>Low</i>
50 – 75	<i>Medium</i>
75 – 90	<i>High</i>
90 – 95	<i>Very High</i>
95 – 100	<i>Extremely High</i>

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### *Hasil Pengujian Slake Durability Index*

Hasil dari pengujian *slake durability* ini adalah kurva hubungan antara nilai *slake durability index* ( $I_d$ ) dengan jumlah siklus dan kurva hubungan antara nilai *slake durability index* ( $I_d$ ) dengan kadar semen. Hasil pengujian *slake durability* ini juga menghasilkan diagram persentase penurunan nilai  $I_d$  antar siklus. Berdasarkan tabel di bawah bisa ditentukan klasifikasi tanah yang diuji termasuk kedalam tingkat ketahanan rendah ataupun tinggi. Nilai dari  $I_d$  1-5 dan klasifikasi ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3 Nilai *Slake Durability Index* ( $I_d$ ) dan Klasifikasi Spesimen A1

Siklus	Klasifikasi Semen (%)			
	0 %	Klasifikasi	10 %	Klasifikasi
1	5,08	<i>Very Low</i>	95,44	<i>Extremely High</i>
2	4,86	<i>Very Low</i>	92,09	<i>Very High</i>
3	4,69	<i>Very Low</i>	88,84	<i>High</i>
4	4,34	<i>Very Low</i>	85,70	<i>High</i>
5	4,22	<i>Very Low</i>	83,06	<i>High</i>

Tabel 4 Nilai *Slake Durability Index* ( $I_d$ ) dan Klasifikasi Spesimen A2

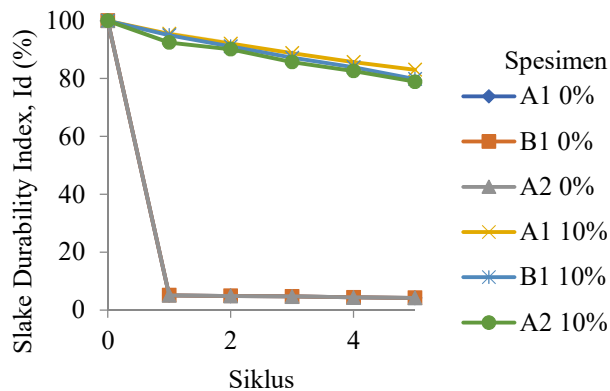
Siklus	Klasifikasi Semen (%)			
	0 %	Klasifikasi	10 %	Klasifikasi
1	5,24	<i>Very Low</i>	92,48	<i>Very High</i>
2	5,01	<i>Very Low</i>	90,13	<i>Very High</i>
3	4,84	<i>Very Low</i>	85,71	<i>High</i>
4	4,48	<i>Very Low</i>	82,61	<i>High</i>
5	4,35	<i>Very Low</i>	78,94	<i>High</i>

Tabel 5 Nilai *Slake Durability Index* ( $I_d$ )  
Klasifikasi Spesimen B1

Siklus	Klasifikasi Semen (%)			
	0 %	Klasifikasi	10 %	Klasifikasi
1	5,08	<i>Very Low</i>	95,04	<i>Extremely High</i>
2	4,86	<i>Very Low</i>	91,14	<i>Very High</i>
3	4,69	<i>Very Low</i>	87,23	<i>High</i>
4	4,34	<i>Very Low</i>	83,96	<i>High</i>
5	4,22	<i>Very Low</i>	79,85	<i>High</i>

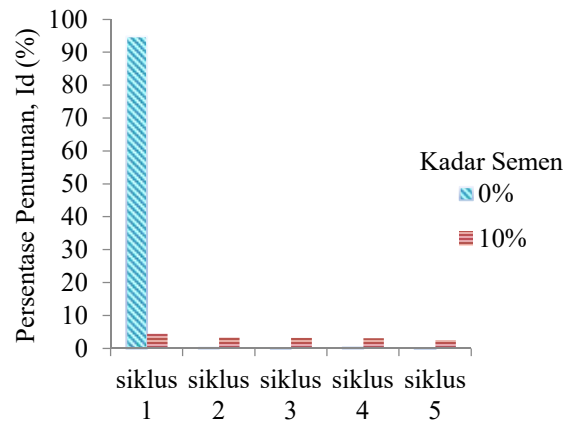
Pengujian ini menunjukkan bahwa penambahan semen dapat meningkatkan ketahanan suatu tanah, diakibatkan oleh sifat semen yang dapat membuat tanah lebih padat dan partikel semen akan mengikat butiran semen yang berdekatan selama proses pengerasan yang akan membungkus partikel tanah sehingga tanah menjadi kuat.

### *Pengaruh Stabilisasi dengan Semen*

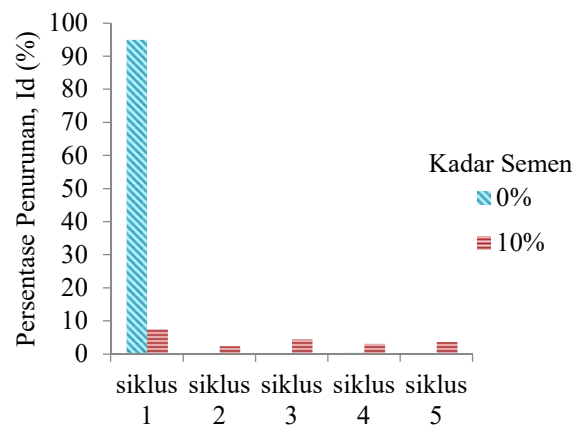


Gambar 3 Hubungan antara  $I_{d(1-5)}$  dengan Jumlah Siklus Spesimen A1, Spesimen A2 dan Spesimen B1 Kadar Semen 0% dan 10%

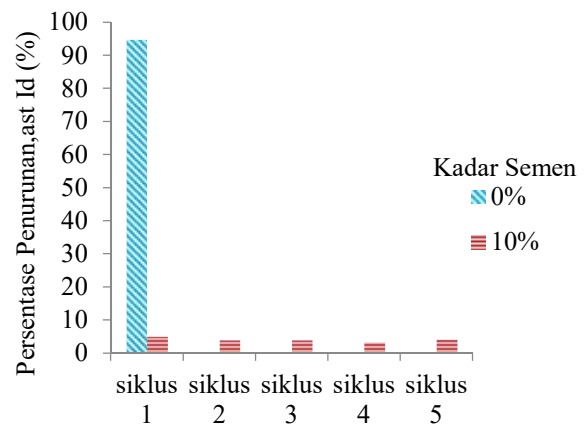
Hasil pengujian ini menunjukkan penurunan nilai  $I_d$  tiap siklusnya. Penurunan tersebut disebabkan oleh terjadinya disintegrasi pada sampel karena proses pengujian *slake durability*. Hal yang sama juga terjadi pada pengujian yang dilakukan oleh Agustawijaya (2004), nilai dari *slake durability index* akan mengalami penurunan setiap siklusnya, kurva ini juga terlihat bahwa spesimen dengan kadar 10% memiliki nilai yang lebih tinggi daripada spesimen tanpa stabilisasi 0%.



Gambar 4 Persentase Penurunan Nilai  $I_d$  Antar Siklus Spesimen A1



Gambar 5 Persentase Penurunan Nilai  $I_d$  Antar Siklus Spesimen A2



Gambar 6 Persentase Penurunan Nilai  $I_d$  Antar Siklus Spesimen B1

Menunjukkan persentase penurunan nilai  $I_d$  antar siklus. Persentase tersebut menunjukkan bahwa setiap siklus mengalami peningkatan durabilitas yang ditandai dengan

persentase penurunan nilai  $I_d$  semakin berkurang. Ketahanan batuan juga dapat diidentifikasi melalui perilaku penurunan ketahanan batuan hingga siklus pengujian kelima (Misbahudin dan Sadisun, 2018).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Nilai *slake durability index* ( $I_d$ ) tanah dengan campuran semen lebih besar daripada tanah tanpa campuran semen. Pada pengujian ini nilai  $I_d$  dengan kadar semen 0% spesimen A1, A2 dan B1 termasuk kedalam klasifikasi ketahanan sangat rendah (*very low*), sedangkan kadar semen 10% spesimen A1, A2 dan B1 termasuk kedalam klasifikasi ketahanan tinggi (*high*) hingga sangat tinggi (*extremely high*).
- b. Metode pencampuran semen mempengaruhi nilai  $I_d$ , kadar semen 10% *spray mixed* memiliki nilai ketahanan lebih tinggi dibandingkan dengan *dry mixed*.

#### 5. Daftar Pustaka

Agustawijaya, D. S. (2004). Modelled Mechanism in the Slake-Durability Test for Soft Rocks. *Dimensi Teknik Sipil*, 5, 87-92.

Al-Rawas, A., Cheema, T., dan Al-Aghbari, M. 2000. Geological and Engineering Classification System of Mudrocks. *Science and Technology*, 137-155.

Ankara, H., Kendemir, S. Y., dan Cicek, F. 2015. Compression of *Slake durability Index* (SDI) Values of Sphere and Rounded Marl Samples. *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 93-98.

ASTM D4644-04. (2004). Standard Test Method for Slake durability of Shales and Similiat Weak Rocks.

Fookes, P. G., Dearman, W. R., Franklin, J. A. 1971. Some Engineering aspects of Rock

Weathering with Field Examples from Dartmoor and elsewhere. *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 4, 139-185.

Franklin, J. A., dan Chandra, R. 1972. The Slake-Durability Test. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, 9, 325-341.

Kezdi, A. 1979. *Stabilized Earth Road*. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.

Misbahudin dan Sadisun, I. A. 2018. Analisis Ketahanan (Durability) Batulempung Formasi Subang di Daerah Ujungjaya dan Sekitarnya Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. *Bulletin of Geology*, 2(1). 163-173.

Pandiangan, B., Iswan, dan Jafri, M. 2016. Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman Terhadap Daya Dukung Tanah Lempung dan Lanau yang Distabilisasi Menggunakan Semen pada Kondisi Tanpa Rendaman (Unsoaked). *JRSDD*, 256-275.

Qi, J. dan Sui, W. 2014. *Slake durability* of a Deep Red Stratum Sandstone Under Different Environments. *An Interdisciplinary Response to Mine Water Challenges*, 1, 230-234.

Quine, R. 1993. *Stability and Deformation of Mine Waste Dumps in North Central Nevada*. University of Nevada, Reno.

Sarkar, G., Islam, M. R., Alamgir, M., dan Rokonuzzaman, M., 2012, Study on the Geotechnical Properties of Cement Based Composite Fine-Grained Soil, *International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering*, 1(2). 42-49

Widianti, A., Hartono, E., Muntohar, A. S., dan Rosyidi, D. A. 2008. Uji Triaksial Unconsolidated-Undrained pada Campuran Tanah Lanau-Kapur-Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik. *Jurnal Semesta Teknika*, 11, 171-180.