

# Pengaruh Penambahan Semen pada *Siltstone* dengan Metode *Dry* dan *Spray Mixed* terhadap Nilai *Slake Index*

*The Effect of Cement Dry Mixing and Spray Mixing on the Slake Index of Siltstone*

Dian Ngaida Pramundari, Edi Hartono

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

**Abstrak.** Tanah merupakan bagian terpenting dalam pekerjaan konstruksi. Tanah dengan jenis *siltstone* mempunyai daya tahan yang keras saat kering dan lapuk ketika basah. Stabilisasi menggunakan semen dipilih untuk memperbaiki durabilitas *siltstone*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai *slake index* (*I<sub>s</sub>*) pada *siltstone* akibat adanya siklus pengeringan dan pembasahan. Kadar semen yang digunakan 10% dengan metode pencampuran *dry mix* dan *spray mix*. Sampel dicetak dengan menggunakan 2 macam yaitu UCS pecah dan ½ triaksial dengan berat mencapai 40g-60g. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan semen dapat menurunkan tingkat pelapukan pada *siltstone*. Bentuk cetakan UCS pecah dan metode pencampuran *spray mix* menghasilkan durabilitas yang lebih tinggi dibandingkan bentuk ½ triaksial dan metode *dry mix*.

Kata kunci: *siltstone*, stabilisasi semen, *slake index*, *dry mix*, *spray mix*.

**Abstract.** Soil is the most important part of the construction work. Siltstone has a high durability when dry and will decrease on wet condition. Cement stabilization chosen to increase durability of siltstone. The specific objective of this study was to investigate the value of slake index (*I<sub>s</sub>*) on siltstone due to the drying and wetting cycle. The amount of cement used in this study was 10% using dry and spray mix using method. Two kind of sample was used in this test, sample size of the UCS mold test which broke into fragments and sample size half of triaxial mold test with a weight of 40-60g approximately. The results of this study indicate that the addition of cement can decrease the degradation rate caused by weathering on siltstone. Sample with UCS mold were broken and the spray mixing method obtained higher durability than half triaxial samples and dry mixing method.

Keyword: *siltstone*, cement stabilitation, *slake index*, *dry mix*, *spray mix*.

## 1. Pendahuluan

Tanah merupakan material yang sangat berpengaruh dalam pekerjaan konstruksi. Tanah berfungsi sebagai pendukung fondasi dari suatu bangunan (Andriani dkk., 2012). Tanah harus memiliki daya dukung baik yang berguna untuk menahan beban di atasnya. Salah satu permasalahan terhadap daya dukung tanah terdapat di sekitar jalan Tol Ungaran-Bawen dengan jenis tanah *siltstone*. *Siltstone* memiliki daya dukung yang tinggi tetapi jika terkena air secara terus menerus batuan ini akan mudah lapuk dan tergerus sehingga daya dukung nya akan mengalami penurunan.

Stabilisasi tanah menggunakan semen merupakan salah satu cara yang sering digunakan untuk perbaikan tanah agar

memenuhi persyaratan teknis konstruksi. Perbaikan tanah tersebut bertujuan untuk meningkatkan daya dukung tanah. Tanah yang distabilisasi dengan semen hendaknya memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap pengaruh lingkungan. Oleh karena itu hasil tanah yang sudah distabilisasi dengan semen harusnya mempunyai ketahanan terhadap lingkungan sekitar seperti kadar air, perubahan suhu dan pengaruh lingkungan lainnya.

Islamand dan Hashim (2004) dalam Pakbaz dan Farzi (2015) menyatakan bahwa penambahan semen biasanya menggunakan 2 metode yaitu metode *dry mix* (pencampuran kering) dan metode *spray mix* (pencampuran basah). Benda uji dibuat menggunakan 2 macam cetakan yaitu UCS pecah dan ½ triaksial. Berat untuk setiap benda uji antara

40g-60g. Pencampuran *siltstone* dan semen selanjutnya akan diuji *slake index*. Nilai yang didapat dari pengujian ini adalah nilai *slake index* ( $I_s$ ) ketika diperlakukan dengan dua siklus yaitu pembasahan dan pengeringan (Ankara, 2016).

Pengujian ini mengkaji pengaruh *siltstone* yang telah dicampur dengan semen terhadap nilai *slake index*, pengaruh pencampuran semen dengan menggunakan metode *dry mix* dan *spray mix* terhadap nilai *slake index* dan pengaruh bentuk spesimen terhadap nilai *slake index*.

## 2. Metode Pengujian

Salah satu jenis tanah yang berada di sekitar jalan Tol Ungaran-Bawen adalah *siltstone* yang selanjutnya akan digunakan untuk pengujian. *Siltstone* dihancurkan hingga lolos saringan no 4 dan dioven selama 24 jam sampai kondisinya kering. Semen yang digunakan untuk stabilisasi pada *siltstone* adalah semen Portland. Semen Portland banyak digunakan untuk menstabilkan tanah khususnya didaerah dengan permukaan air yang tinggi. Pada pengujian ini semen dicampur dengan air agar terjadi reaksi hidrasi yang akan memberikan dampak terhadap kuat ikat semen dan bahan pozzolan dalam jangka waktu panjang sehingga menyebabkan kekuatan tanah meningkat seiring bertambahnya waktu. Jumlah air yang digunakan pada pengujian ini berdasarkan nilai kadar air optimum tanah atau OMC (*Optimum Moisture Content*) tanah asli sebesar 25%.

Pengujian *slake index* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar degradasi yang terjadi pada *siltstone* setelah distabilisasi menggunakan semen. Pencampuran semen dengan *siltstone* menggunakan 2 metode yaitu metode *dry mix* (pencampuran kering) dan metode *spray mix* (pencampuran basah). Metode pencampuran *dry mix* (pencampuran kering) semen dicampur dengan *siltstone* dan air dalam keadaan kering atau masih berbentuk bubuk. Metode pencampuran *spray mix* (pencampuran basah) semen dicampur dengan *siltstone* dan air dalam keadaan tercampur dengan air atau dalam bentuk pasta semen yang selanjutnya disemprotkan pada campuran

*siltstone* dan air dengan menggunakan mesin *sprayer*. Metode pencampuran tersebut digunakan untuk mencetak spesimen yang terdiri dari 2 macam bentuk cetakan yaitu ½ triaksial yang disebut dengan spesimen A dan UCS pecah yang disebut dengan Spesimen B seperti pada Gambar 1 dan Gambar 2. Berat untuk setiap benda uji antara 40g-60g (Fereidooni dan Khajevand, 2018). Metode pencampuran dan bentuk spesimen yang digunakan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kelompok Benda Uji Berdasarkan Metode Pencampurannya

Benda Uji	Kadar Semen	Metode Pencampuran	Jumlah Siklus
1	0%	<i>Dry Mix</i>	5
1	0%	<i>Spray Mix</i>	5
1	10%	<i>Dry Mix</i>	5
1	10%	<i>Spray Mix</i>	5
2	0%	<i>Dry Mix</i>	5
2	0%	<i>Spray Mix</i>	5
2	10%	<i>Dry Mix</i>	5
2	10%	<i>Spray Mix</i>	5



Gambar 1 Spesimen A



Gambar 2 Spesimen B

### Metode Pengujian *Slake Index*

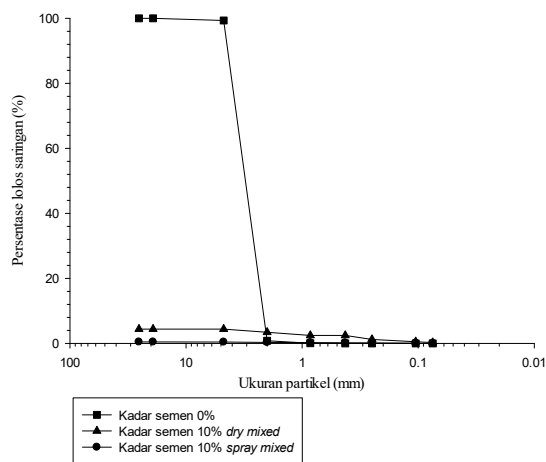
Spesimen sebanyak 20 buah diperam terlebih dahulu selama 7 hari. Setelah diperam selama 7 hari spesimen ditimbang hingga berat masing-masing mencapai 40g-60g selanjutnya spesimen diuji menggunakan metode *slake index*. *Slake index* adalah pengujian yang sederhana yaitu dengan mengeringkan sampel

batuan ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu 105° C kemudian direndam ke dalam air (Oktaviani dkk., 2018). Prosedur dasar dalam pengujian ini yaitu dengan merendam beberapa sampel batuan dalam air dan mengamati degradasi batuan tersebut (Sadisun dkk., 2005). Pengujian ini dilakukan dalam 2 keadaan yaitu pembasahan dan pengeringan sebanyak 5 siklus dalam waktu 10 hari

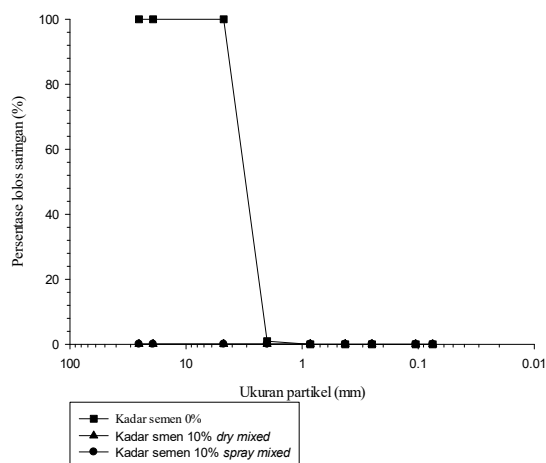
### 3. Hasil Pengujian

#### Hasil Pengujian Gradasi Butiran Tanah

Hasil yang diperoleh dari pengujian gradasi butiran tanah dengan menggunakan metode analisis saringan sebelum dilakukan uji *slake index* ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

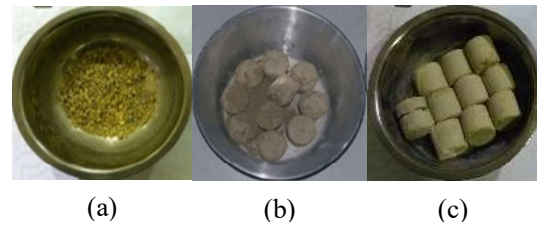


Gambar 3 Distribusi Ukuran Butir Tanah Spesimen 1/2 Triaksial

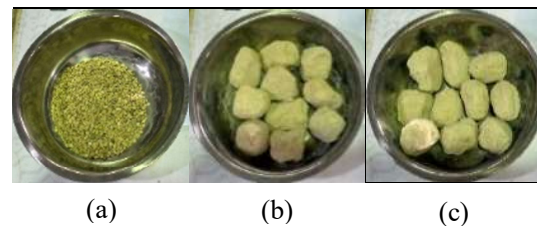


Gambar 4 Distribusi Ukuran Butir Tanah Spesimen UCS Pecah

Kurva diatas menunjukkan bahwa pada kadar semen 10% *dry mixed* dan *spray mixed* mempunyai ukuran butiran yang lebih besar dari pada kadar semen 0%.. Hal ini disebabkan karena proses sementasi yang berupa gumpalan pada tanah karena reaksi semen. Spesimen yang digunakan untuk uji gradasi butiran tanah ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6.



Gambar 5 Spesimen A Siklus 5 (a) 0% Semen (b) 10% Dry Mixed (c) 10% Spay Mixed



Gambar 6 Spesimen B Siklus 5 (a) 0% Semen (b) 10% Dry Mixed (c) 10% Spay Mixed

#### Hasil Pengujian *Slake Index*

Hasil yang didapat dari pengujian *slake index* adalah nilai *slake index* ( $I_s$ ). Nilai *slake index* ( $I_s$ ) didapatkan berdasarkan pada persamaan:

$$I_s = \frac{W_x - W_x'}{W_x - B} \times 100\% \quad (1)$$

dimana,  $I_s$  = *slake index* (%),  $W_x$  = berat mangkok dan tanah kering oven kondisi akhir (g),  $W_x'$  = berat mangkok dan tanah kering oven kondisi awal siklus 1 (g) dan  $B$  = berat mangkok (g).

Nilai *slake index* dihitung pada setiap siklus dengan menimbang berat saat pengeringan seperti yang ditunjukkan pada

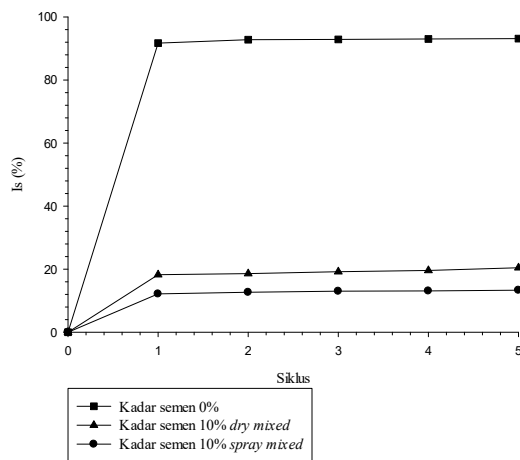
Tabel 2 dan Tabel 3 serta pada Gambar 7 dan Gambar 8.

Tabel 2 Hasil Pengujian Spesimen ½ Triaksial

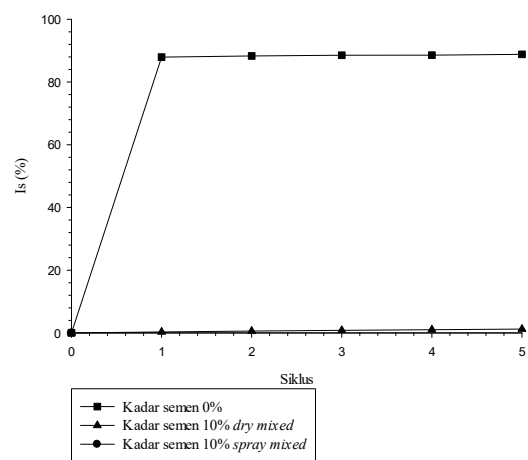
Kadar semen (%)	Siklus	Dry mix (%)	Spray Mix (%)	Klasifikasi
0	1	91,68	91,68	<i>Extremely High</i>
	2	92,77	92,77	<i>Extremely High</i>
	3	92,88	92,88	<i>Extremely High</i>
	4	93,03	93,03	<i>Extremely High</i>
	5	93,12	93,12	<i>Extremely High</i>
10	1	18,24	12,15	<i>Medium</i>
	2	18,60	12,67	<i>Medium</i>
	3	19,20	13,01	<i>Medium</i>
	4	19,60	13,10	<i>Medium</i>
	5	20,44	13,31	<i>Medium</i>

Tabel 3 Hasil Pengujian Spesimen UCS Pecah

Kadar semen (%)	Siklus	Dry mix (%)	Spray Mix (%)	Klasifikasi
0	1	87,93	87,93	<i>Extremely High</i>
	2	88,03	88,03	<i>Extremely High</i>
	3	88,53	88,53	<i>Extremely High</i>
	4	88,56	88,56	<i>Extremely High</i>
	5	88,80	88,80	<i>Extremely High</i>
10	1	0,29	0,28	<i>Verry Low</i>
	2	0,59	0,48	<i>Verry Low</i>
	3	0,80	0,68	<i>Verry Low</i>
	4	1,00	0,79	<i>Verry Low</i>
	5	1,20	0,99	<i>Verry Low</i>



Gambar 7 Hubungan  $I_s$  dengan Siklus Spesimen A



Gambar 8 Hubungan  $I_s$  dengan Siklus Spesimen B

#### 4. Pembahasan

##### Pengaruh Stabilisasi *Siltstone* dengan Semen terhadap Degradasi

Hasil dari pengujian *slake index* menunjukkan bahwa:

- a. Pada spesimen A kadar semen 0% mengalami degradasi lebih dari 90% sedangkan kadar semen 10% mengalami degradasi lebih kecil dari pada kadar semen 0% yaitu kurang dari 21%.
- b. Pada spesimen B kadar semen 0% mengalami degradasi lebih dari 80% sedangkan kadar semen 10% mengalami degradasi lebih kecil dari pada kadar semen 0% yaitu kurang dari 2%.

Pengujian ini menunjukkan bahwa semakin besar kadar semen yang diberikan maka semakin kecil degradasi yang terjadi. Hal tersebut terjadi karena reaksi hidrasi dari semen yang memberikan dampak terhadap kuat ikat semen dan bahan pozzolan dalam jangka waktu panjang yang menyebabkan kekuatan tanah meningkat seiring bertambahnya waktu. Penambahan semen pada tanah akan meningkatkan ketahanan dan kekuatan pada tanah (Djelloul dkk., 2017). Banyaknya jumlah pembasahan juga dapat mempengaruhi degradasi spesimen (Alatas dan Simatupang, 2017). Air merupakan faktor utama yang mempengaruhi degradasi suatu tanah (Qi dan Sui, 2014).

##### Pengaruh Metode Pencampuran Semen terhadap Degradasi

Hasil dari pengujian *slake index* menunjukkan bahwa degradasi pada kadar semen 10% spesimen A dan spesimen B pencampuran *dry mixed* (pencampuran kering) lebih tinggi dibandingkan dengan *spray mixed* (pencampuran basah). Semakin tinggi nilai degradasinya maka semakin rendah ketahanannya ketika diperlakukan proses pengeringan dan pembasahan. Pakbaz dan Farzi (2015) menyatakan bahwa metode pencampuran *spray mixed* (pencampuran basah) lebih kuat dibandingkan *dry mixed* (pencampuran kering), hal tersebut terjadi karena pembengkakan tanah di bawah tegangan vertikal efektif. Secara umum nilai

koefisien permeabilitas untuk spesimen dengan kadar semen lebih rendah dari 6% dan waktu pemeraman selama 7 hari akan meningkat karena adanya flokulasi. Hal lain terjadi karena adanya reaksi hidrasi pada semen saat dicampur dengan air sehingga ketika semen dan air yang sudah tercampur ditambahkan ke *siltstone* akan menjadi spesimen yang lebih keras dibandingkan dengan mencampur semen, air dan *siltstone* secara bersamaan tapi makin lama beda kuatnya makin kecil.

##### Pengaruh Bentuk Cetakan terhadap Degradasi

Hasil dari pengujian *slake index* menunjukkan bahwa pada spesimen A degradasinya lebih besar dibandingkan pada spesimen B hal tersebut menunjukkan bahwa bentuk cetakan berpengaruh terhadap nilai *slake index*. Kolay dan Kayabali (2006) dalam Aksoy dkk (2019) menyatakan bahwa degradasi sering terjadi pada spesimen yang memiliki bentuk permukaan yang bersudut dan kasar. Ankara dkk (2015) menyatakan bahwa spesimen dengan permukaan yang tidak beraturan memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan bentuk bulat. Hal terjadi karena pada saat direndam dengan air perlahan-lahan spesimen akan hancur yang berawal dari bagian tepi akibat adanya siklus pembasahan.

#### 5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

- a. Penambahan semen pada *siltstone* mengakibatkan penurunan nilai *slake index* ( $I_s$ ). Spesimen A dengan kadar semen 0% mempunyai nilai *slake index* lebih dari 90% dengan klasifikasi degradasi *extremely high*, sedangkan kadar semen 10% degradasi nya lebih kecil yaitu kurang dari 21% dengan klasifikasi degradasi *medium*. Spesimen B dengan kadar semen 0% mempunyai nilai *slake index* lebih dari 80% dengan klasifikasi degradasi *extremely high*, sedangkan kadar semen 10% degradasi

- nya lebih kecil yaitu kurang dari 2% dengan klasifikasi degradasi *very low*,
- b. Perbedaan bentuk cetakan spesimen mempengaruhi nilai *slake index* ( $I_s$ ). Nilai *slake index* untuk spesimen A lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen B,
  - c. Metode pencampuran semen mempengaruhi nilai *slake index* ( $I_s$ ). Kadar semen 10% *dry mixed* (pencampuran kering) memiliki nilai degradasi lebih tinggi dibandingkan dengan *spray mixed* (pencampuran basah).
- 6. Daftar Pustaka**
- Aksoy, M., Ankara, H., & Kandemir, S.Y., 2019, Preparation and evaluation of spherical samples for Slake Durability Index test, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 1-8.
- Alatas, I.M. & Simatupang, P.T., 2017, Pengaruh Proses Pelapukan Clay Shale terhadap Perubahan Parameter Rasio Desintegritas (DR), *Journal of Civil Engineering*, 24(1), 77-82.
- Andriani, A., Yuliet, R. & Fernandez, F.L., 2012, Pengaruh Penggunaan Semen sebagai Bahan Stabilisasi pada Tanah Lempung Daerah Lambung Bukit terhadap Nilai Cbr Tanah, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 8(1), 29-44.
- Ankara, H., Çiçek, F., Deniz, İ.T., Uçak, E. & Kandemir, S.Y., 2016, October. Determination of Slake Durability Index (Sdi) Values on Different Shape of Laminated Marl Samples. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Prague, Czech Republic, 5–9 September 2016*, 44(2).
- Ankara, H., Kandemir, S. Y., & Çiçek, F., 2015, Compression of Slake Durability Index (SDI) Values of Sphere and Rounded Marl Samples, *Procedia Earth and Planetary Science*, 15, 93-98.
- Djelloul, R., Mrabent, S.A.B., Hachichi, A. & Fleureau, J.M., 2017, Effect of Cement on the Drying–Wetting Paths and on Some Engineering Properties of a Compacted Natural Clay from Oran, Algeria, *Geotechnical and Geological Engineering*, 1-16.
- Fereidooni, D. and Khajevand, R., 2018, Correlations Between Slake-Durability Index & Engineering Properties of Some Travertine Samples Under Wetting–Drying Cycles. *Geotechnical and Geological Engineering*, 36(2), 1071-1089.
- Oktaviani, R., Rahardjo, P., Sadisun, I. A., 2018, The Clay Shale Durability Behavior of Jatiluhur Formation Based on Dynamic and Static Slaking Indices, *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9(5), 1266-1281.
- Pakbaz, M.S. & Farzi, M., 2015, Comparison of the effect of mixing methods (dry vs. wet) on mechanical and hydraulic properties of treated soil with cement or lime, *Applied Clay Science*, 105, 156-169.
- Qi, Jianfeng; & Sui, Wanghua., 2014, Slake Durability of a Deep Red Stratum Sandstone Under Different Environments, *An Interdisciplinary Response to Mine Water Challenges*, 230-234.
- Sadisun, I.A., Shimada, H., 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.