

Slake Durability Index Tanah Clayshale yang Distabilisasi dengan Semen

Slake Durability Index of Cement-Stabilized Clayshale

Renita Husna, Edi Hartono

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak Konstruksi di atas tanah *clayshale* rentan terhadap masalah durabilitas akibat sifat dari tanah *clayshale* yang sangat mudah lapuk saat mengalami kontak langsung dengan udara dan air. Durabilitas tanah *clayshale* dapat menurun apabila mengalami siklus basah dan kering secara terus menerus. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis durabilitas *clayshale* yang distabilisasi semen serta pengaruh bentuk sampel dan metode pencampuran. Spesimen dibuat dengan campuran semen *portland* pada kadar semen 10% menggunakan metode *dry mix* dan *spray mix*. Spesimen dibentuk dengan menggunakan dua cetakan yaitu cetakan A dan B. Cetakan A berukuran diameter 3,5 cm dan tinggi 7 cm, spesimen dicetak setinggi setengah cetakan. Cetakan B berukuran diameter 7 cm dan tinggi 14 cm, spesimen dicetak kemudian dipecah menjadi fragmen dengan berat 40-60 g. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa penambahan semen meningkatkan durabilitas tanah dan menurunkan pelapukan yang terjadi. Bentuk spesimen B dan metode pencampuran *dry mix* cenderung memiliki nilai durabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen A dan metode pencampuran *spray mix*.

Kata kunci: *slake durability*, *clayshale*, stabilisasi semen, *dry mix*, *spray mix*

Abstract. Construction on clayshale susceptible to durability problems due to that soil very easily weathered when in contact with water and air. Clayshale durability may decrease when subjected to drying and wetting cycles. The aims of the study are to analyze cement stabilized clayshale durability affected by the shape of the sample and mixing method. The cement content that used was 10 percent by weight of the dry soil and prepared using dry mix method and spray mix method. There are two kinds of mold that used to prepared specimens i.e. mold A and mold B. Mold A measures 3,5 cm in diameter and 7 cm in high, the specimens are prepared as high as half a mold. Mold B is 7 cm in diameter and 14 cm high, specimens are molded and divided into fragments weighing 40-60 g. The result of this study indicates that adding cement can increase the stability of soil and reduce the degradation of soil. Specimen B and dry mix method have greater durability than specimen A and spray mixing method.

Key words: *slake durability*, *clayshale*, cement-stabilized, *dry mix*, *spray mix*

1. Pendahuluan

Tanah dengan kuat dukung yang rendah dan sifat-sifat yang jelek menjadi permasalahan yang sering terjadi pada konstruksi bangunan teknik sipil. Tanah dengan kuat dukung yang rendah akan membahayakan struktur di sekitarnya, seperti pada kasus jalan tol Ungaran-Bawen. Keruntuhan lereng yang terjadi pada tanah jalan tol Ungaran-Bawen disebabkan karena tersusun atas lapisan *clayshale* (Alatas dkk., 2017). *Clayshale* merupakan jenis batuan sedimen dengan butiran yang halus dan terbentuk dari mineral ukuran lempung dan pematatan lanau. *Clayshale* termasuk dalam jenis batuan lempung (*claystone*) yang sangat licin berlapis

dengan fraksi tidak beraturan dan sangat mudah dipisahkan sepanjang lapisan (Ariesnawan, 2015). Tanah jenis *clayshale* memiliki sifat mekanis yang unik, ketika kering akan mengeras namun ketika basah akan mengalami pengembangan dan kehilangan kuat geser sehingga akan menurunkan kekuatan dari tanah secara drastis (Oktaviani dkk., 2018). Menurut Alhadar dkk. (2014), pada daerah yang terekspose langsung dengan atmosfer, tanah *clayshale* sangat rentan terhadap pelapukan tanah. Proses ini akan menyebabkan turunnya kuat geser tanah secara terus menerus sehingga menimbulkan potensi longsor. Salah satu metode dalam stabilisasi tanah adalah stabilisasi kimiawi dengan cara mencampurkan

tanah dengan bahan-bahan kimia seperti semen, kapur, bitumen dan bahan kimia lainnya sehingga dapat memperbaiki sifat tanah.

Beberapa penelitian menjelaskan bahwa diantara beberapa tes durabilitas, tes yang paling penting adalah *slake durability test* yang dikemukakan oleh Franklin dan Chandra pada tahun 1972. *Slake Durability Test* digunakan untuk memberikan nilai indeks yang terkait dengan ketahanan batuan terhadap degradasi ketika mengalami siklus pembasahan dan pengeringan (Aksoy dkk., 2019). *Slake durability test* dilakukan sebagai simulasi dan prediksi dari pengaruh kerusakan yang terjadi terhadap perubahan cuaca yaitu pembasahan dan pengeringan (Franklin dan Chandra, 1972). Parameter durabilitas dalam pengujian *slake durability* disebut *slake durability index* (I_d) yaitu persentase rasio berat kering akhir dibandingkan berat kering awal batuan yang tertahan dalam drum.

Menurut penelitian Oktaviani dkk. (2018) dengan uji *slaking index* tanah jenis *clayshale* diklasifikasikan dalam sifat durabilitas yang sangat rendah hingga menengah. Perubahan nilai *durability index* dan kehilangan massa sampel pada siklus pertama dan kedua jauh lebih besar dibandingkan dengan siklus-siklus selanjutnya. Pada siklus pertama dan kedua berat sampel berkurang secara drastis yang dapat disimpulkan bahwa pelapukan yang terjadi sangat besar. Hasil penelitian yang dilakukan Heidari dkk. (2015) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara jenis tanah *low durability* dengan kandungan lempung yang tinggi. Semua sampel memiliki kecenderungan untuk melapuk lebih besar jika proporsi mineral lempung lebih tinggi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan oleh Dick dkk. (1994) durabilitas dari tanah dipengaruhi oleh sifat-sifatnya yaitu *dry density*, *void ratio*, *clay content* dan *water absorption*. Besaran dari *slake durability index* berbanding terbalik dengan proporsi mineral lempung didalamnya, semakin banyak mineral lempung maka semakin kecil nilai *slake durability index* yang diperoleh.

Penelitian ini mengkaji mengenai pengaruh penambahan semen, pengaruh metode pencampuran semen, dan pengaruh bentuk spesimen terhadap nilai *slake durability index*. Kesimpulan dari penelitian ini dapat

digunakan sebagai pertimbangan dalam pengaplikasian perbaikan tanah di lapangan dengan masalah yang serupa yaitu durabilitas tanah yang rendah akibat sifat dari tanah tersebut.

2. Metode Penelitian

Tanah yang digunakan dalam pengujian ini adalah tanah jenis *clayshale* yang diambil dari tol Ungaran Bawen. Tanah diambil dalam kondisi *disturb*, dan dihancurkan hingga lolos saringan no 4 yang kemudian dioven sampai kondisi kering dan dicetak. Semen yang digunakan dalam pengujian ini adalah semen *Portland*. Semen digunakan sebagai bahan stabilisasi kimia yang akan dicampurkan dengan tanah. Semen *Portland* digunakan karena ukuran partikel semen *Portland* relatif halus sehingga proses hidrasi terjadi lebih cepat.

Hasil Pengujian Sifat-sifat Tanah

Pengujian sifat-sifat tanah dilakukan untuk mengidentifikasi jenis tanah yang diuji dan karakteristik kekuatan tanah. Pengujian sifat-sifat tanah yang dilakukan adalah pengujian kadar air, berat jenis, *Atterberg limit*, distribusi ukuran butir tanah, pemadatan dan *free swell index*. Hasil dari pengujian sifat-sifat tanah tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Pengujian Sifat-sifat Tanah

Pengujian	Hasil
Kadar Air (%)	6,8
Berat Jenis	2,65
<i>Atterberg Limit</i>	
<i>Liquid Limit, LL</i> (%)	57,9
<i>Plastic Limit, PL</i> (%)	28,4
<i>Plasticity Index, PI</i> (%)	29,5
Pemadatan	
<i>Optimum Moisture Content, OMC</i> (%)	19
<i>Maximum Dry Density, MDD</i> (kN/m ³)	16,33
<i>Free Swell Index</i> (%)	45,5

Klasifikasi jenis tanah merupakan metode sistematis yang digunakan untuk mengelompokkan tanah menjadi berbagai kelompok dan subkelompok sesuai dengan sifat-sifat dan karakteristik tanah. Berdasarkan hasil pengujian dengan nilai batas cair sebesar 57,9 % dan indeks plastisitas sebesar 29,5 % tanah pada pengujian ini termasuk dalam jenis tanah CH yang artinya lempung inorganik dengan plastisitas tinggi.

Tabel 2 Variasi Spesimen

No	Kadar Semen (%)	Cetakan	Metode Pencampuran	Jumlah Sampel
1	0	A	<i>Dry mix</i>	20
2	10	A	<i>Dry mix</i>	20
3	0	B	<i>Dry mix</i>	20
4	10	B	<i>Dry mix</i>	20
5	0	A	<i>Spray mix</i>	20
6	10	A	<i>Spray mix</i>	20
7	0	B	<i>Spray mix</i>	20
8	10	B	<i>Spray mix</i>	20

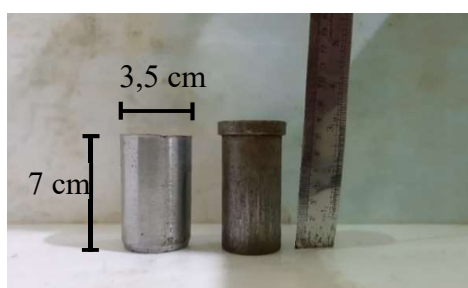
Pengujian *slake durability* dilakukan sebagai tolak ukur pembandingan nilai durabilitas tanah tanpa dan dengan stabilisasi semen. Pengujian dilakukan dengan 8 variasi spesimen dengan membedakan bentuk spesimen, metode pencampuran dan kadar semen yang digunakan seperti yang tertera pada Tabel 2. Masing-masing spesimen dicetak dalam cetakan dalam kondisi OMC dan MDD sesuai dengan *mix design*. Cetakan yang digunakan terdapat dua jenis yaitu cetakan A dan cetakan B dengan tinggi dan diameter cetakan yang berbeda-beda. Cetakan A memiliki diameter 3 cm dan tinggi 7 cm seperti yang terlihat pada Gambar 1, spesimen dicetak setengah cetakan dengan tinggi spesimen 3,5 cm seperti yang terlihat pada gambar 2. Cetakan B memiliki diameter 7 cm dan tinggi 14 cm seperti yang terlihat pada Gambar 3, spesimen dicetak kemudian dipecah menjadi fragmen dengan berat 40-60 g seperti yang terlihat pada Gambar 4.



Gambar 3 Cetakan B



Gambar 4 Spesimen B



Gambar 1 Cetakan A



Gambar 2 Spesimen A

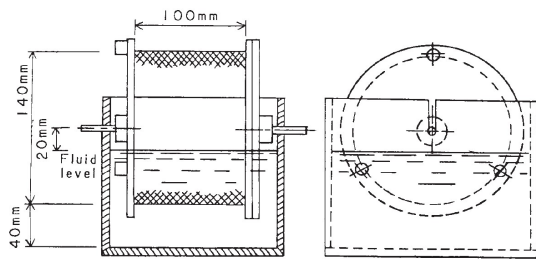
Metode pencampuran semen yang digunakan menggunakan metode *dry mix* dan *spray mix*. Pada metode *dry mix* semen dicampur dalam keadaan berbentuk bubuk sedangkan pada metode *spray mix* semen dicampur dengan tanah dalam keadaan berbentuk pasta semen dan kemudian disemprotkan pada spesimen dengan menggunakan mesin *sprayer*

Metode Pengujian Slake Durability

Langkah-langkah pengujian *slake durability index* berdasarkan ASTM (2008) adalah sebagai berikut ini.

- a. Spesimen disiapkan sebanyak 20 spesimen, 10 spesimen untuk drum kiri dan 10 spesimen untuk drum kanan. Masing-masing spesimen mempunyai berat 40-60 g.

- b. Tanah dioven dengan suhu $110 \pm 5^\circ \text{C}$ sampai berat konstan kemudian didiamkan sampai suhu ruangan.
- c. Spesimen beserta drum dipasangkan pada alat *slake durability* dengan dimensi drum seperti yang terlihat pada Gambar 5, kemudian mesin dinyalakan dengan kecepatan 20 rpm selama 10 menit.
- d. Spesimen beserta drum dilepaskan dari alat kemudian dioven kembali selama 16 – 24 jam atau sampai berat konstan.
- e. Langkah c dan d diulangi sebanyak 5 kali.



Gambar 5 Dimensi Drum (ASTM,2008)

Parameter durabilitas dalam pengujian *slake durability* disebut *slake durability index* (I_d) yaitu persentase rasio berat kering akhir dibandingkan berat kering awal batuan yang tertahan dalam drum. Nilai I_d dapat ditentukan melalui persamaan 1.

$$I_d(2) = \left[\frac{W_F - C}{B - C} \right] \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

- $I_d(2)$ = *slake durability index* (siklus ke-2),
- B = berat drum dan tanah kering sebelum siklus pertama,
- W_F = berat drum dan tanah kering setelah siklus kedua,
- C = berat drum.

3. Hasil

Hasil Pengujian *Slake Durability*

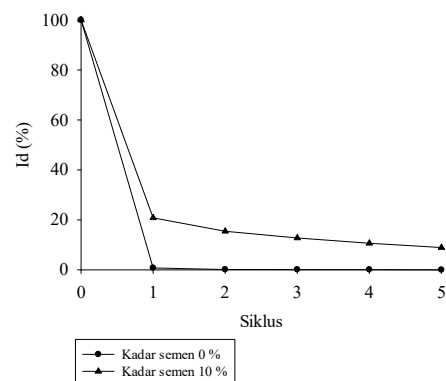
Hasil dari pengujian *slake durability* adalah nilai dari *slake durability index* (I_d) yang dihitung pada setiap siklus dan kehilangan masa setiap siklus atau pelapukan (I_s).

Pengujian spesimen A metode pencampuran *dry mix* dengan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 8 dengan grafik seperti yang terlihat pada Gambar 6 dan 7, Gambar 6 menunjukkan nilai I_d berdasarkan

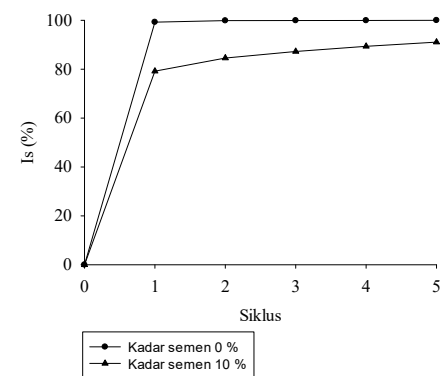
hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 0% dengan klasifikasi *very low* sedangkan dengan kadar semen 10% adalah 8,93% dengan klasifikasi *very low*. Gambar 7 menunjukkan nilai I_s berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 100% sedangkan kadar semen 10% adalah 91,07%.

Tabel 2 Hasil Pengujian Cetakan A, *Dry Mix*

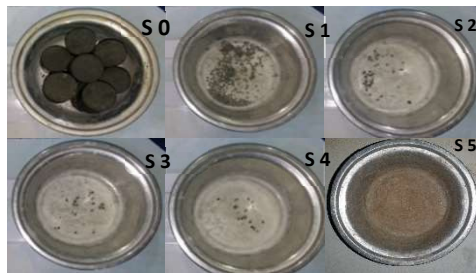
Kadar Semen (%)	Siklus	I_d (%)	Klasifikasi	I_s (%)
0	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	0.77	<i>Very low</i>	99.23
	2	0.13	<i>Very low</i>	99.87
	3	0.10	<i>Very Low</i>	99.90
	4	0.08	<i>Very low</i>	99.92
	5	0	<i>Very low</i>	100.00
10	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	20.81	<i>Very low</i>	79.19
	2	15.45	<i>Very low</i>	84.55
	3	12.75	<i>Very low</i>	87.25
	4	10.63	<i>Very low</i>	89.37
	5	8.93	<i>Very low</i>	91.07



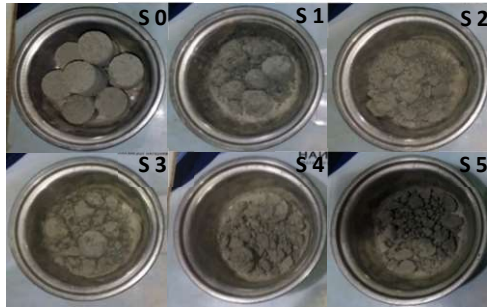
Gambar 6 Hasil Pengujian (Nilai I_d), Spesimen A Metode *Dry Mix*



Gambar 7 Hasil Pengujian (Nilai I_s) Spesimen A Metode *Dry Mix*



(a)



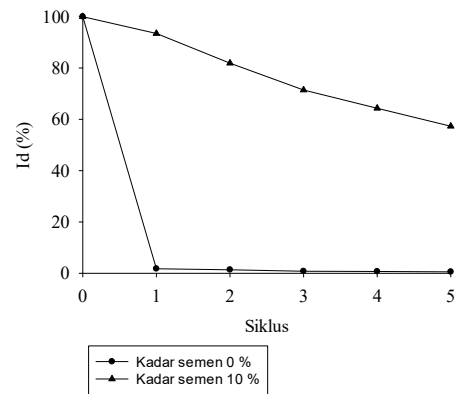
(b)

Gambar 8 Hasil Pengujian Spesimen A *Dry Mix* (a) Kadar Semen 0% (b) Kadar Semen 10%

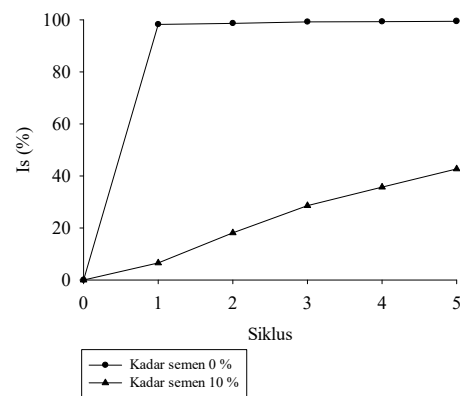
Pengujian spesimen B metode pencampuran *dry mix* dengan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 3 dan Gambar 11 dengan grafik seperti yang terlihat pada Gambar 8 dan 9, Gambar 8 menunjukkan nilai I_d berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 0,57% dengan klasifikasi *very low* sedangkan dengan kadar semen 10% adalah 57,29% dengan klasifikasi *medium*. Gambar 9 menunjukkan nilai I_s berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 99,43% sedangkan kadar semen 10% adalah 42,71%.

Tabel 3 Hasil Pengujian Spesimen B, *Dry Mix*

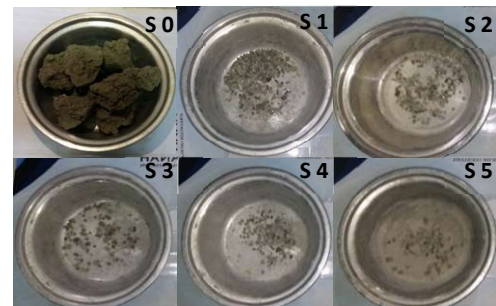
Kadar Semen (%)	Siklus	I_d (%)	Klasifikasi	I_s (%)
0	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	1.76	<i>Very low</i>	98.24
	2	1.35	<i>Very low</i>	98.65
	3	0.79	<i>Very low</i>	99.21
	4	0.70	<i>Very low</i>	99.30
	5	0.57	<i>Very low</i>	99.43
10	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	93.44	<i>Very high</i>	6.56
	2	81.87	<i>High</i>	18.13
	3	71.41	<i>Medium</i>	28.59
	4	64.30	<i>Medium</i>	35.70
	5	57.29	<i>Medium</i>	42.71



Gambar 9 Hasil Pengujian (Nilai I_d) Spesimen B Metode *Dry Mix*



Gambar 10 Hasil Pengujian (Nilai I_s) Spesimen B Metode *Dry Mix*



(a)



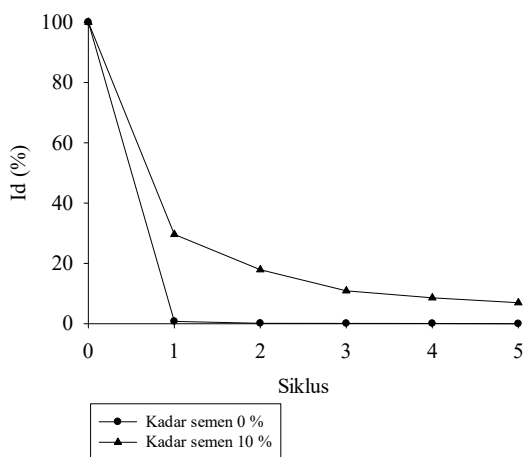
(b)

Gambar 11 Hasil Pengujian Spesimen A *Dry Mix* (a) Kadar Semen 0% (b) Kadar Semen 10%

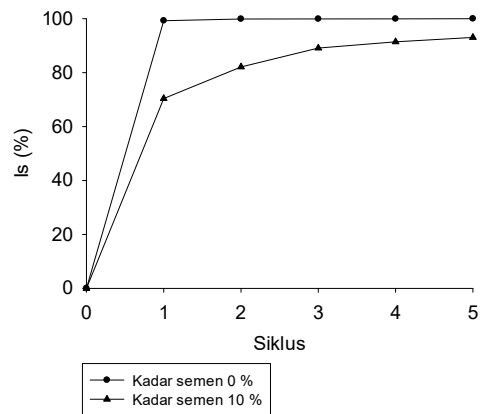
Pengujian spesimen A metode pencampuran *spray mix* dengan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 4 dan Gambar 14 dengan grafik seperti yang terlihat pada Gambar 10 dan 11, Gambar 10 menunjukkan nilai I_d berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 0% dengan klasifikasi *very low* sedangkan dengan kadar semen 10% adalah 6,96% dengan klasifikasi *very low*. Gambar 11 menunjukkan nilai I_s berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 100% sedangkan kadar semen 10% adalah 93,04%.

Tabel 4 Hasil Pengujian Spesimen A, *Spray Mix*

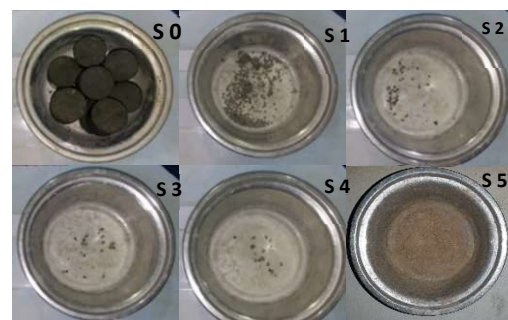
Kadar Semen (%)	Siklus	I_d (%)	Klasifikasi	I_s (%)
0	0	100	<i>Extremely high</i>	0.00
	1	0.77	<i>Very low</i>	99.23
	2	0.13	<i>Very low</i>	99.87
	3	0.10	<i>Very low</i>	99.90
	4	0.08	<i>Very low</i>	99.92
	5	0.00	<i>Very low</i>	100
10	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	29.61	<i>Low</i>	70.39
	2	17.90	<i>Very low</i>	82.10
	3	10.91	<i>Very low</i>	89.09
	4	8.58	<i>Very low</i>	91.42
	5	6.96	<i>Very low</i>	93.04



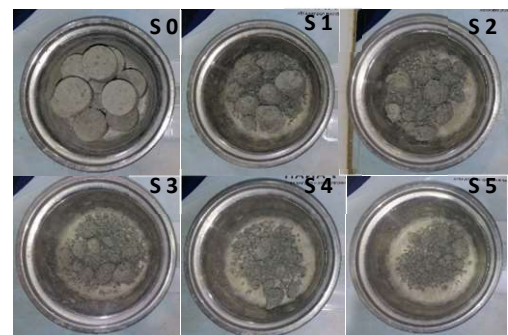
Gambar 12 Hasil Pengujian (Nilai I_d) Spesimen A Metode *Spray Mix*



Gambar 13 Hasil Pengujian (Nilai I_s) Spesimen A Metode *Spray Mix*



(a)



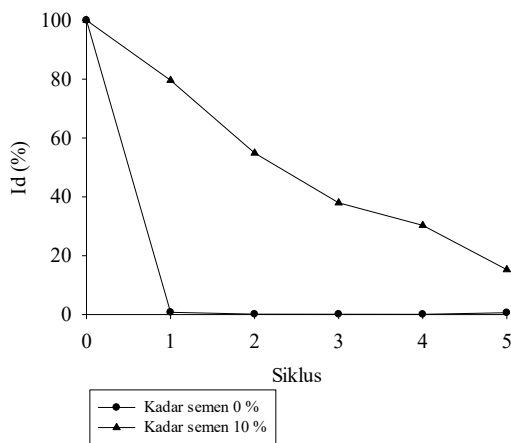
(b)

Gambar 14 Hasil Pengujian Cetakan A *Dry Mix* (a) Kadar Semen 0% (b) Kadar Semen 10%

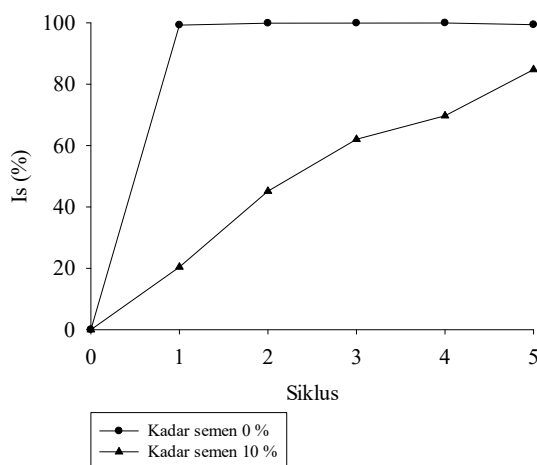
Pengujian spesimen B metode pencampuran *spray mix* dengan hasil seperti yang terlihat pada Tabel 5 dan Gambar 17 dengan grafik seperti yang terlihat pada Gambar 12 dan 13, Gambar 12 menunjukkan nilai I_d berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 0,57% dengan klasifikasi *very low* sedangkan dengan kadar semen 10% adalah 15,26% dengan klasifikasi *very low*. Gambar 13 menunjukkan nilai I_s berdasarkan hasil pengujian pada siklus kelima dengan kadar semen 0% adalah 99,43% sedangkan kadar semen 10% adalah 84,74%.

Tabel 5 Hasil Pengujian Spesimen B, *Spray Mix*

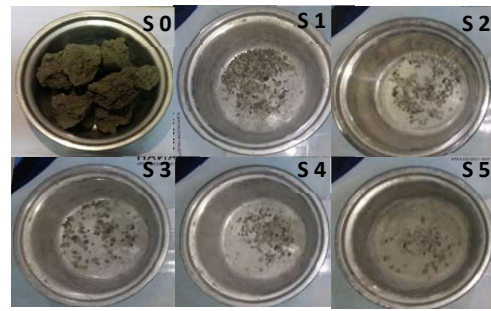
Kadar Semen (%)	Siklus	I_d (%)	Klasifikasi	I_s (%)
0	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	1.76	<i>Very low</i>	98.24
	2	1.35	<i>Very low</i>	98.65
	3	0.79	<i>Very low</i>	99.21
	4	0.70	<i>Very low</i>	99.30
	5	0.57	<i>Very low</i>	99.43
10	0	100	<i>Extremely high</i>	0
	1	79.60	<i>High</i>	20.40
	2	54.87	<i>Medium</i>	45.13
	3	37.95	<i>Low</i>	62.05
	4	30.31	<i>Low</i>	69.69
	5	15.26	<i>Very low</i>	84.74



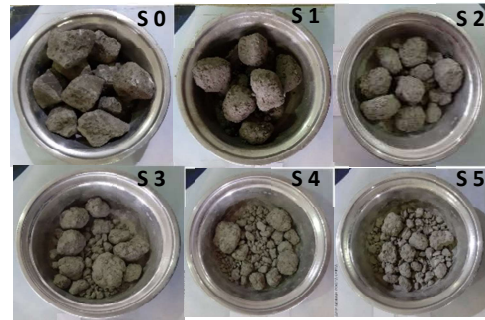
Gambar 15 Hasil Pengujian (Nilai I_d) spesimen B Metode *Spray Mix*



Gambar 16 Hasil Pengujian (Nilai I_s) spesimen B Metode *Spray Mix*



(a)



(b)

Gambar 17 Hasil Pengujian Cetakan A *Dry Mix* (a) Kadar Semen 0% (b) Kadar Semen 10%

4. Pembahasan

Pengaruh Penambahan Semen terhadap Durabilitas

Penelitian yang dilakukan oleh Zhang dan Tao (2008) menjelaskan bahwa penambahan semen pada tanah akan berpengaruh pada nilai durabilitas tanah dan kehilangan massa tanah pada pengujian basah kering akan berkurang seiring dengan bertambahnya persentase semen. Grafik nilai I_d menunjukkan bahwa spesimen dengan kadar semen 10 % memiliki durabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen dengan kadar semen 0 %. Spesimen dengan cetakan A metode *dry* dengan kadar semen 10 % memiliki nilai durabilitas 8,93 % lebih besar dibanding dengan kadar semen 0 %, spesimen dengan cetakan B metode *dry* memiliki selisih durabilitas sebesar 56,72 %, spesimen dengan cetakan A metode *spray* dengan selisih 6,96 % dan spesimen dengan cetakan B metode *spray* dengan selisih 14,69%. Hal ini disebabkan karena semen dapat menurunkan nilai dari plastisitas tanah dan membantu mengikat partikel-partikel tanah. Semen yang ditambahkan pada tanah akan menyebabkan ukuran butiran tanah bertambah

besar dan acak (*flokulasi*), rongga-rongga pori yang ada akan dikelilingi oleh bahan sementasi yang sulit untuk ditembus air. Menurut Muntohar (2018), penambahan semen *Portland* dapat memberikan reaksi hidrasi (C-S-H dan C-A-H) untuk mengikat kalsium yang sangat diperlukan dalam pertukaran ion dan reaksi pozzolanik yang terjadi dapat memperbaiki sifat-sifat tanah secara permanen.

Pengaruh Metode Pencampuran terhadap Durabilitas

Metode pencampuran yang dilakukan dalam pengujian ini adalah metode *dry mix* dan metode *spray mix* atau pencampuran dengan perbandingan faktor air semen 0,7. Berdasarkan hasil pengujian, metode *dry mix* memiliki nilai durabilitas yang lebih besar dibandingkan dengan metode *spray mix*. Nilai durabilitas metode *dry mix* dengan cetakan A 1,97 % lebih besar dibandingkan dengan metode *spray mix*. Untuk spesimen B, metode *dry mix* memiliki nilai durabilitas 42,03 % lebih besar dibandingkan dengan metode *spray mix*. Pengujian dengan konsep *dry mix* dan *spray mix* pernah dilakukan oleh Dixon dkk. (2012), pengujian tersebut dilakukan untuk membandingkan pengaruh penggunaan *dry* dan *slurry* sebagai *cement-treated base* (CTB) dengan melakukan pengujian UCS, sehingga hasil dari pengujian dapat dipertimbangkan sebagai rekomendasi penerapan di lapangan. Metode pencampuran *spray mix* dan *slurry* hampir sama, yaitu menggunakan pasta semen yang dicampurkan bersama dengan tanah, yang membedakan kedua pengujian ini adalah yaitu pada pengujian metode *spray*, pasta semen disemprotkan pada tanah sehingga diharapkan pencampuran dapat tercampur secara merata. Pengujian yang dilakukan oleh Dixon dkk. (2012) memberikan kesimpulan bahwa hasil dari stabilisasi tidak hanya tergantung pada metode pencampurannya, namun juga dipengaruhi oleh persentase semen yang digunakan dan lama waktu pencampuran. Penelitian mengenai metode pencampuran ini juga pernah dilakukan oleh Pakbaz dan Farzi (2015), penelitian tersebut menerapkan metode *wet* dengan menggunakan *slurry* dan mengkaji pengaruh dari waktu pemeraman, kadar semen dan jenis bahan stabilisasi. Penelitian yang dilakukan oleh Pakbaz dan Farzi (2015),

memberikan kesimpulan bahwa hasil dari stabilisasi bergantung pada nilai dari koefisien permeabilitas (k) benda uji. Semakin besar nilai k maka semakin besar rongga yang terdapat antar partikel lempung sehingga semakin besar pula kemungkinan air untuk mengalir dengan lebih cepat. Nilai koefisien permeabilitas tanah menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya waktu pemeraman dan secara umum nilai koefisien permeabilitas tanah dengan kadar bahan stabilisasi kurang dari 8% dengan metode kering menunjukkan nilai k lebih besar dibandingkan dengan yang disiapkan dengan metode basah namun spesimen dengan kadar semen lebih dari 8 % memberikan hasil yang sebaliknya, hal ini dapat terjadi karena flokulasi mengubah struktur partikel lempung menjadi lebih acak dan hasil dari reaksi hidrasi semen akan mengisi sebagian besar dari volume rongga antar partikel lempung.

Pengaruh Bentuk Spesimen terhadap Durabilitas

Bentuk spesimen yang digunakan juga mempengaruhi nilai I_d dan I_s yang diperoleh. Spesimen A mempunyai selisih nilai I_d yang berbeda jauh dibandingkan dengan spesimen B. Pada pengujian dengan metode *dry mix* selisih I_d dengan kadar semen 10 % apabila dibandingkan antara spesimen A dan B adalah sebesar 48,36 %, sedangkan untuk metode *spray mix* adalah sebesar 8,3 %. Karena bentuk spesimen mempengaruhi hasil maka pembuatan spesimen diusahakan dengan bentuk yang identik sehingga hasil yang didapatkan menjadi lebih akurat. Menurut Kolay dan Kayabali (2006), alasan yang membuat bentuk dari spesimen dapat mempengaruhi nilai I_d sudut-sudut dan kekasaran pada permukaan sampel. Banyaknya sudut pada permukaan sampel akan mengurangi luas permukaan dari batuan yang terkontak dengan drum sehingga abrasi yang terjadi hanya pada permukaan spesimen yang lebih runcing.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian adalah sebagai berikut ini.

- a. Penambahan semen pada spesimen dapat meningkatkan nilai I_d dari spesimen dan

- menurunkan nilai I_s . Spesimen dengan cetakan A mengalami kenaikan nilai I_d sebesar 8,93 % untuk *dry mix* dan sebesar 6,96 % untuk *spray mix* sedangkan spesimen dengan cetakan B mengalami kenaikan nilai I_d sebesar 56,72 % untuk *dry mix* dan sebesar 14,69 % untuk *spray mix*.
- b. Bentuk spesimen mempengaruhi nilai I_d dan I_s yang diperoleh dari hasil pengujian. Spesimen B mempunyai nilai I_d yang lebih besar dibandingkan dengan spesimen A. Spesimen A mengalami pelapukan sebesar 48,36 % lebih besar dibandingkan dengan spesimen B untuk spesimen *dry mix* sedangkan untuk spesimen *spray mix* nilai pelapukan yang terjadi 8,3 % lebih besar.
 - c. Metode pencampuran semen pada spesimen memiliki pengaruh terhadap nilai durabilitas. Metode *dry mix* memiliki nilai durabilitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode *spray mix*. Spesimen dengan cetakan A, metode *dry mix* memiliki selisih durabilitas 1,97 % lebih besar ketimbang *spray mix*, sedangkan spesimen dengan cetakan B memiliki selisih durabilitas 42,03 % antara metode *dry mix* dan metode *spray mix*.
- ## 6. Daftar Pustaka
- Aksoy, M., Ankara, H. dan Kandemir, S.Y., 2019, Preparation and Evaluation of Spherical Samples For Slake Durability Index Test, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(104), 1-8.
- Alatas, I.M., Ramli, N., Irsyam, M. dan Simatupang, P.T., 2017, The Effect of Weathering Process to Determination of Residual Shear strength of Clay Shale with Triaxial Multi-Stage System, In *Proceedings of the 19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Seoul, 17-22 September 2017*, 305-308.
- Alhadar, S., Asrida, L., Prabandiyani, S. dan Hardiyati, S., 2014, Analisis Stabilitas Lereng pada Tanah Clay Shale Proyek Jalan Tol Semarang-solo Paket VI Sta 22+ 700 Sampai Sta 22+ 775, *Jurnal Karya Teknik Sipil*, 3(2), 336-344.
- Ariesnawan, R.A., 2015, *Karakteristik Mekanik Dan Dinamik Clay Shale Kabupaten Tuban Terhadap Perubahan Kadar Air*, Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- ASTM, 2008, D4644-08: Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Similar Weak Rocks, ASTM International, West Conshohocken.
- Dick, J.C., Shakoor, A. dan Wells, N., 1994, a Geological Approach Toward Developing a Mudrock-Durability Classification System, *Canadian Geotechnical Journal*, 31(1), 17-27.
- Dixon, P.A., Guthrie, W.S. dan Eggett, D.L., 2012. Factors Affecting Strength of Road Base Stabilized with Cement Slurry or Dry Cement and Conjunction with Full-Depth Reclamation. *Transportation Research Record*, 2310(1), 113-120.
- Franklin, J.A. dan Chandra, R., 1972, The Slake-Durability Test, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 9(3), 325-328.
- Heidari, M., Rafiei, B., Mohebbi, Y. dan Torabi-Kaveh, M., 2015, Assessing the Behavior of Clay-Bearing Rocks Using Static and Dynamic Slaking Indices, *Geotechnical and Geological Engineering*, 33(4), 1017-1030.
- 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., and 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.
- Wardani, S. P. R., dan Muntohar, A. S., 2018, *Perbaikan Tanah*, Lembaga Pengembangan Penelitian Publikasi dan Masyarakat UMY, Yogyakarta.

Zhang, Z. dan Tao, M., 2008, Durability of Cement Stabilized Low Plasticity Soils, *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 134(2), 203-213.