

Pengaruh Penambahan Semen Terhadap Nilai Slake Durability Index (I_d) Tanah Ungaran-Bawen Dengan Modified Slake Durability Test

The Effect of Cement on Slake Durability Index (I_d) of Ungaran – Bawen Soil by Modified Slake Durability Test.

Fina Ulfah, Edi Hartono, Agus Setyo Muntohar

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Tanah merupakan lapisan paling dasar pada konstruksi jalan. Beberapa kondisi tanah di wilayah Indonesia memiliki daya dukung yang rendah. *Siltstone* merupakan jenis tanah yang mempunyai karakteristik cukup unik. Dalam kondisi kering tanah menjadi sangat keras, sedangkan dalam kondisi basah tanah menjadi mudah lapuk dan hancur. Pengujian *modified slake durability* dilakukan untuk mengetahui durabilitas tanah yang dinyatakan dalam *slake durability index* (I_d) akibat adanya siklus pembasahan dan pengeringan. Stabilisasi dengan semen dilakukan untuk meningkatkan durabilitas tanah akibat siklus pembasahan dan pengeringan. Kadar semen yang digunakan adalah 0% dan 10% dari berat total tanah yang digunakan. Hasil pengujian menunjukkan dengan adanya siklus pembasahan dan pengeringan benda uji dengan kadar semen 10% memiliki durabilitas yang lebih baik dibandingkan benda uji dengan kadar semen 0%. Pada siklus ke-5 nilai *slake durability index* (I_d) tanah *siltstone* dengan kadar semen 10% sebesar 95,62%, sedangkan tanah dengan kadar semen 0% nilainya sebesar 3,78%. Selisih nilai *slake durability index* (I_d) antara benda uji dengan kadar semen 10% dan 0% adalah sebesar 91,84%.

Kata-kata kunci : Tanah, *siltstone*, pelapukan, pembasahan dan pengeringan, semen, durabilitas, *slake durability index*.

Abstract. Soil is the most basic layer of road construction. Some soil conditions in Indonesia have a low support capacity. *Siltstone* is a type of soil which has unique characteristic. In dry condition the soil becomes very hard, while in wet condition the soil become decayed and destroyed easily. Modified slake durability test is performed to determine the soil durability that expressed in slake durability index (I_d) due to wetting and drying cycles. Stabilization with cement is done to increase the durability of the soil due to wetting and drying cycles. The content of cement used is 0% and 10% of the total soil weight. The result of the test showed that with the wetting and drying cycles the specimens with 10% cement content had better durability than the specimens with 0% cement content. In the 5th cycle the slake durability index value of siltstone soil with 10% cement content of 95,62%, while soil with 0% cement content the value of 3,78%. The difference of the slake durability index (I_d) value between specimens with 10% and 0% cement content of 91,84%.

Keywords: Soil, *siltstone*, weathering, wetting and drying, cement, durability, slake durability index.

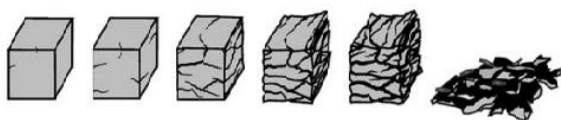
1. Pendahuluan

Lapisan tanah merupakan lapisan paling dasar dalam konstruksi perkerasan jalan. Lapisan tanah dasar harus mempunyai daya dukung yang mampu mendukung lapisan di atasnya. Dalam pembangunan perkerasan jalan, seringkali kondisi tanah asli tidak memenuhi syarat jika digunakan sebagai lapisan dasar konstruksi jalan. Seperti jenis tanah *siltstone* yang berada di sekitar jalan Tol Ungaran-Bawen, tanah tersebut memiliki karakteristik yang cukup unik. Dalam kondisi kering tanah akan menjadi sangat keras, tetapi

saat kondisi basah tanah menjadi mudah lapuk dan hancur. Untuk itu perlu dilakukan perbaikan tanah seperti dengan cara stabilisasi dengan semen guna meningkatkan durabilitas tanah.

Beberapa peneliti terdahulu pernah mengkaji tentang stabilisasi tanah dengan semen untuk meningkatkan durabilitas tanah akibat adanya siklus pembasahan dan pengeringan (Sadisun, dkk., 2005; Walsri, dkk., 2012., Ankara, dkk., 2016; Celestine, dkk., 2016) Stabilisasi tanah dengan semen dilakukan untuk meningkatkan durabilitas

tanah terhadap siklus pembasahan dan pengeringan. Siklus pengeringan dan pembasahan pertama kali dikembangkan oleh Franklin dan Chandra (1972) dan distandarisasi oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM D4464-08) dengan mengevaluasi ketahanan tanah dalam istilah *slake durability index* (SDI). Besarnya tingkat durabilitas tanah terhadap pelapukan dinyatakan dalam nilai *slake durability index* (I_d) yang diperoleh dari pengujian *modified slake durability* tanah *siltstone* dengan kadar semen 0% dan 10%. *Siltstone* merupakan salah satu jenis batuan sedimen dengan ukuran butir lebih kecil dari pasir tetapi lebih besar dari tanah lempung. *Siltstone* mempunyai kesamaan sifat-sifat dengan *clay shale* yakni memiliki kekuatan geser yang tinggi, akan tetapi kuat gesernya akan cepat menurun apabila berhubungan dengan atmosfer atau hidrosfer yang banyak mengandung oksigen dan hidrogen. Hal tersebut akan membuat tanah mengalami pelapukan (Alatas, 2017). Hal tersebut mengakibatkan tanah mengalami penurunan durabilitas pada saat diuji dengan pengujian *modified slake durability*. Pada setiap siklus benda uji mengalami kehilangan berat kering oven akibat proses pembasahan dan pengeringan. Ilustrasi proses kehancuran tanah akibat pelapukan ditunjukkan oleh gambar 1.



Gambar 1 Ilustrasi proses pelapukan batuan (Sadisun, dkk., 2005).

Slake durability index (I_d) merupakan persentase perbandingan antara berat kering oven tanah yang tersisa terhadap berat kering oven benda uji pada siklus ke-1. Nilai tersebut menunjukkan seberapa besar tingkat durabilitas tanah *siltstone* akibat siklus pembasahan dan pengeringan yang dilakukan berulang-ulang. Pada penelitian ini digunakan semen sebagai bahan stabilisasi untuk memperbaiki durabilitas dan mengurangi

pelapukan yang terjadi. Peran semen hidraulik seperti *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). Secara umum reaksi yang terjadi pada tanah-semen (hidrasi dan *pozzolanic*) meningkatkan sifat teknik tanah dengan cara menghasilkan material sementasi primer dan sekunder (Jabban dkk., 2017). Hasil dari pengujian *slake durability* dipengaruhi beberapa faktor seperti porositas dan permeabilitas tanah yang diuji, jenis alat pengujian, kondisi penyimpanan sampel, jumlah siklus pembasahan dan pengeringan, ukuran dan berat sampel uji, dan bentuk sampel uji (Ankara dkk., 2016).

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh semen terhadap nilai *slake durability index* tanah *siltstone* dengan pengujian *modified slake durability*. Dapat diketahui bahwa dengan adanya penambahan semen dapat meningkatkan durabilitas tanah, sehingga diharapkan mampu untuk memperbaiki kondisi dan kualitas tanah *siltstone* dan jenis tanah lainnya.

2. Metode Penelitian

Bahan

Benda uji yang digunakan berupa 6 buah fragmen tanah *siltstone* (gambar 2) dicetak menggunakan silinder triaksial yang diletakkan ke dalam mangkok. Berat masing-masing fragmen sebesar 100-150 gram. Pada penelitian ini menggunakan persentase kadar semen yang berbeda. Pada benda uji pertama digunakan kadar semen 0%, sedangkan benda uji kedua digunakan kadar semen 10% dari berat total tanah yang digunakan. Semen yang digunakan merupakan semen *Portland* tipe I seperti pada gambar 3.



Gambar 2 Benda uji



Gambar 3 Semen Portland tipe I

Alat

Alat yang digunakan dalam pengujian *modified slake durability* terdiri dari mangkok dan oven seperti pada gambar 4 dan 5.



Gambar 4 Mangkok



Gambar 5 Oven

Pembuatan Benda Uji

Menyiapkan tanah. Tanah yang digunakan dalam pencetakan benda uji merupakan tanah dalam kondisi kering oven yang lolos saringan No. 4. Berat tanah yang digunakan untuk membuat benda uji dengan bahan tambah semen 0% sebesar 91,67 gram, sedangkan berat tanah yang digunakan untuk membuat benda uji dengan bahan tambah semen 10% sebesar 82,5 gram. Menyiapkan semen. Tanah dengan bahan tambah semen 0% berat semen yang digunakan sebesar 0 gram. Sedangkan tanah dengan bahan tambah semen 10%, menggunakan semen sebesar 9,17 gram. Tanah dan semen yang telah disiapkan dicampur dalam kondisi kering. Kemudian dicampur dengan air sebanyak 22,92 ml untuk kadar semen 0% dan kadar semen 10%. Campuran tanah, semen, dan air didiamkan selama 1 jam, kemudian campuran dimasukkan ke dalam cetakan silinder *triaxial* dengan diameter 3,45 cm dan tinggi 7 cm yang dibawahnya sudah diberi landasan berupa plat beban. Campuran yang telah dimasukkan ke dalam cetakan silinder dipadatkan menggunakan alat *extruder* sampai mencapai kepadatan yang maksimum.

Benda uji yang sudah selesai dicetak kemudian ditimbang dan diperam dengan menggunakan plastik selama 7 hari. Kemudian diuji dengan siklus basah dan siklus kering sebanyak 5 siklus.

Pengujian Modified Slake Durability

Benda uji diletakkan ke dalam mangkok, kemudian dioven pada suhu konstan 105°C selama 4-6 jam untuk memperoleh berat kering oven. Kemudian benda uji direndam menggunakan air selama 12-16 jam, air harus berada ± 10 mm di atas benda uji. Benda uji ditiriskan menggunakan saringan no.10, kemudian dioven lagi. Pengujian dilakukan selama 5 siklus. Untuk mengamati perubahan benda uji pada setiap siklus, dilakukan dokumentasi benda uji sebelum dan sesudah siklus.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian kemudian diolah menggunakan persamaan 1 untuk memperoleh nilai *slake durability index* tanah *siltstone* (I_d).

$$I_d = \frac{Wx' - B}{Wx - B} \times 100 \quad (1)$$

Dimana :

Wx' = berat mangkok + tanah kering oven pada kondisi akhir ,g

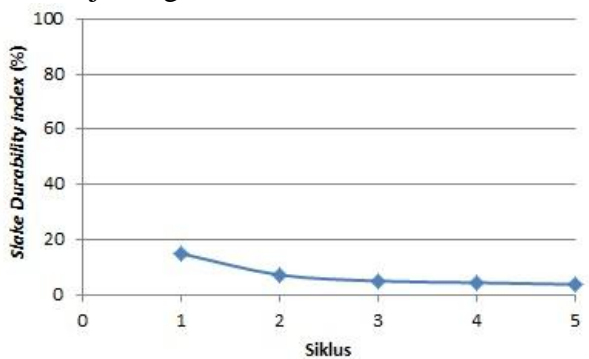
Wx = berat mangkok + tanah kering oven pada kondisi awal siklus 1,g

B = berat mangkok ,g

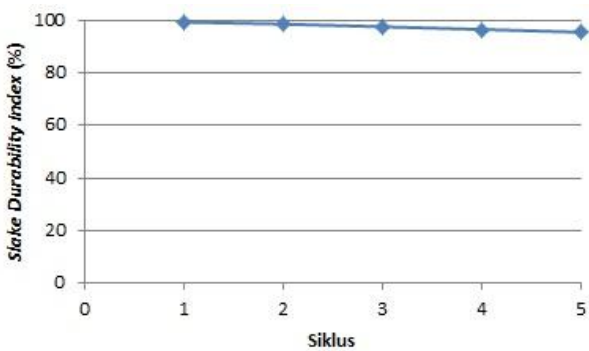
3. Hasil

Slake Durability Index (I_d)

Dari hasil pengujian diperoleh nilai *slake durability index* pada benda uji dengan kadar semen 10% lebih besar dibandingkan dengan benda uji dengan kadar semen 0%.



(a)



(b)

Gambar 6 Nilai *slake durability index* (a) benda uji kadar semen 0% dan (b) benda uji kadar semen 10%.

Hasil dari pengujian *modified slake durability* ini berupa besarnya nilai *slake durability index* (I_d) pada setiap siklus tanah dengan kadar semen 0% dan tanah dengan kadar semen 10%. Pada pengujian ini dilakukan siklus sebanyak 5 kali siklus. Pada siklus pertama, tanah dengan kadar semen 0% memiliki nilai *slake durability index* sebesar

14,96%. Sedangkan tanah dengan kadar semen 10% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 99,44%. Pada siklus kedua, tanah dengan kadar semen 0% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 7,25%. Sedangkan tanah dengan kadar semen 10% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 98,69%. Pada siklus ketiga, tanah dengan kadar semen 0% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 5,02%. Sedangkan tanah dengan kadar semen 10% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 97,68%. Pada siklus keempat, tanah dengan kadar semen 0% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 4,41%. Sedangkan tanah dengan kadar semen 10% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 96,66%. Pada siklus kelima tanah dengan kadar semen 0% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 3,78%. Sedangkan tanah dengan kadar semen 10% memiliki nilai *slake durability index* sebesar 95,62%. Perbandingan perubahan benda uji dengan kadar semen 0% dan 10% akibat siklus pembasahan dan pengeringan dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



(a)

(b)

Gambar 7 Tampilan (a) kondisi awal dan (b) kondisi setelah siklus ke-5 pengujian *modified slake durability siltstone* kadar semen 0%.



(a)

(b)

Gambar 8 Tampilan (a) kondisi awal dan (b) kondisi setelah siklus ke-5 pengujian *modified slake durability siltstone* kadar semen 10%.

4. Pembahasan

Dari hasil pengujian dapat diketahui bahwa benda uji dengan kadar semen 0% dan

10%, nilai *slake durability index* (I_d) dari siklus ke-1 sampai siklus ke-5 semakin berkurang. Hal ini menunjukkan bahwa tanah tersebut mengalami pelapukan akibat siklus pengeringan dan siklus pembasahan yang diuji selama 5 siklus. Dari keseluruhan siklus, tanah pada benda uji dengan kadar semen 0% memiliki kelapukan yang lebih besar dibandingkan benda uji dengan kadar semen 10%. Hal ini menunjukkan bahwa benda uji dengan kadar semen 10% memiliki ketahanan yang lebih baik dari benda uji dengan kadar semen 0%. Menurut Djelloul dkk. (2017), hal ini disebabkan adanya penambahan kadar semen yang dapat meningkatkan pH campuran dan memicu reaksi semen sebagai akibat dari waktu perawatan, menciptakan ikatan semen, dan memberikan kekakuan yang lebih besar pada tanah.

Semen merupakan material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi satu kesatuan yang kompak dan tahan air (Andriani dkk, 2012). Hal ini membuat air tidak mudah masuk pada benda uji yang menggunakan campuran semen. Sehingga dapat mengurangi pelapukan dan memiliki daya tahan yang lebih baik dibandingkan dengan benda uji tanpa campuran semen. Semen juga memicu terjadinya reaksi hidrasi ketika bercampur dengan air semen akan menjadi media perekat kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras, sehingga dapat meningkatkan kekuatan tanah (Hardiyatmo, 2017).

5. Kesimpulan

Nilai *slake durability index* tanah *siltstone* dengan bahan tambah semen lebih besar dibandingkan dengan tanah tanpa bahan tambah semen. Dengan adanya bahan tambah semen dapat mengurangi pelapukan yang terjadi pada tanah dan meningkatkan durabilitas tanah akibat siklus pembasahan dan pengeringan, sehingga memiliki daya tahan yang lebih baik.

6. Daftar Pustaka

- Alatas, I. M., 2017, Pengaruh Proses Pelapukan *Clay Shale* terhadap Perubahan Parameter Rasio Disintegritas (D_R), *Jurnal Teknik Sipil ITB*, 24(1), 77-82.
- Andriani., Yuliet, R., dan 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., dkk, 2016, Determination of Slake Durability Index (SDi) Values on Different Shape of Laminated Marl Sample, *Earth and Environmental Science*.
- ASTM D4644-08, 2008, Standard Test Method for Slake Durability of Shales and Similar Weak Rocks, ASTM Internaional, West Conshohocken, Pennsylvania, USA.
- Celestine, T. A., dan Ngon, E. F., 2016, Geotechnical Properties and Slaking Characteristics of Shales in the Calabar Frank, Southeastern Nigeria, *Journal of Earth Science and Geotechnical Engineering*, 6(1), 123-133.
- Djelloul, R., Mrabent, S. A. B., Hachichi, A., dan 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, *Geotech Geol Eng*, 36, 995-1010.
- Franklin, J. A., dan Chandra, R., 1972, The Slake - Durability Test, *International Journal of Mechanics and Mining Sciences*, 9, 325-366.
- Hardiyatmo, H. C., 2017, *Stabilisasi Tanah untuk Perkerasan Jalan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Jabban, W. A., Knutsson, S., Ansari, N. A., dan Laue, J., 2017, Modification - Stabilization of Clayey Silt Soil Using Small Amounts of Cement, *Journal of Earth Science and Geotechnical Engineering*, 7(3), 77-96.
- Sadisun, I. A., Shimada, H., Ichinose, M., dan Matsui, K., 2005, Study on the Phisycal Disintegration Characteristics of Subang Claystone Subjected to a Modified Slaking Index Test, *Geotechnical and Geological Engineering*, 23, 199-218.
- Sarkar, G., Islam, M. R., Alamgir, M., dan Rokonzaman, M., 2012, Study on the Geotechnical Properties of Cement Based Composite Fine-Grained Soil, *International Journal of Advanced Structures and Geotechnical Engineering*, 1(2).
- Walsri, C., Sriapai, T., Phueakphum, D., Fuenkajorn, K., 2012, Simulation of Sandstone Degradation using Large-Scale Slake Durability Index Testing Device,

*Songklanakarin Journal of Science and
Technology*, 34 (5), 587-596.