

STABILISASI TANAH LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI PADA INDEKS LIKUIDITAS 0 DAN 0.25 MENGGUNAKAN SEMEN

Mahmood M Kalworai¹⁾, Yusep Muslih Purwana²⁾, Noegroho Djarwanti²⁾

¹⁾ Laboratorium Mekanika Tanah Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

²⁾ Geoscience Research Grup Univeritas Sebelas Maret

Jalan Ir. Sutami No.36A Surakarta 57126.Telp: 0271647069. Email : mkalworai01@gmail.com

Abstract

Stabilization of high plasticity clay soil involves the process of improving the soil's geotechnical properties. This study underpins the process of stabilization with variations of water-cement ratios where Portland cement and water play a vital role as binding agents. On the contrary, the clay itself controlled to preferable conditions of liquidity index 0 and 0.25, is stabilized accordingly with variations of mix-designs (5%, 10%, 15% of wet soil weight), and varying water-cement ratios (20%, 25%, 30%, 35% dry weight of cement). Unconfined Compression Strength Test is conducted to stabilized samples with respect to curing time (0, 3, 7, 14 days) under conditions of Unsoaked and Soaked samples. The end result evidently indicates that this particular process of soil stabilization is genuine to improving the strength and bearing capacity of high plasticity clay soils.

Keywords: Soil stabilization; High plasticity Clay; mix-designs; water-cement ratio content, unconfined compressive strength.

Abstrak

Stabilisasi tanah merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kekuatan dan memperbaiki karakteristik dari lempung plastisitas tinggi. Penelitian ini terfokus pada stabilisasi tanah menggunakan semen dengan faktor air semen (FAS) (20%, 25%, 30% dan 35%) dengan mengontrol kadar air pada indeks likuiditas (LI) 0 dan 0.25 dan variasi semen:tanah (5%, 10%, dan 15%). Pada hasil stabilisasi dilakukan perawatan selama 0, 3, 7 dan 14 hari pada keadaan tak-terendam dan terendam, kemudian dilakukan pengujian kuat tekan silinder (UCS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai tegangan tanah meningkat dengan meningkatnya proporsi semen:tanah dan meningkatnya masa perawatan, kemudian menurun dengan meningkatnya kadar air tanah. Ini terbukti bahwa penggunaan semen dengan variasi semen:tanah dapat meningkatkan kekuatan tanah pada tanah lempung plastisitas tinggi.

Kata Kunci : Stabilisasi tanah, Lempung plastisitas tinggi, Semen:tanah, Faktor Air Semen, Uji kuat tekan (UCS)

PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari berbagai macam pekerjaan teknik sipil, salah satunya tanah berfungsi sebagai dasar fondasi bangunan. Jenis tanah yang memiliki karakteristik tanah lempung plastisitas tinggi sering ditemukan di Indonesia terutama di Sukoharjo, Jawa Tengah. Lempung pada daerah itu mempunyai kadar air yang tinggi. Tanah dengan kadar air tinggi berpotensi menjadi tanah yang bermasalah, karena tanah ini memiliki kekuatan yang rendah dan penurunan yang tinggi (Sasania dkk, 2011). Lempung plastisitas tinggi mempunyai kekuatan yang rendah, kembang susut tinggi dan kompresibilitas tinggi.

Untuk meningkatkan kekakuan, kekuatan, dan mengubah indeks propertis tanah pada tanah lempung plastisitas tinggi dapat dilakukan upaya stabilisasi tanah dengan penambahan semen ke dalam tanah (Nagaraj dkk, 2001). Untuk menghasilkan kekuatan sesuai yang diharapkan perlu dilakukan kontrol parameter penyusun material stabilisasi (Ismail dkk, 2002).

Penelitian sebelumnya (Nor.F.Ydkk, 2015; Al-hassani dkk, 2015; Rashid dkk, 2014; Sasania dkk, 2014; dan Ghosh dkk, 2011) menunjukkan bahwa efek dari stabilisasi tanah menggunakan Portland semen dapat mengubah karakteristik mekanik lempung di lapangan dan meningkatkan kekuatannya. Pada lempung dengan kadar air tinggi, struktur semen akan bereaksi signifikan untuk mengubah karakteristik mekanik lempung karena proses hidrasi (Sasania dkk, 2011).

TINJAUAN PUSTAKA

Al-hassani dkk (2015), melakukan pengujian penambahan semen pada stabilisasi tanah dari daerah Al-Meshlab di Najab, Iraq menggunakan debu semen sebagai bahan tambah. Debu semen adalah limbah dari proses produksi semen yang disaring pada saringan No. 30 (0,6 mm) sebelum dicampur ke dalam tanah. Dua sampel tanah yang diambil termasuk tipe CL dan ML menurut klasifikasi USCS. Menggunakan perbandingan semen 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat kering tanah. Kadar air yang digunakan pada saat pencampuran yaitu kadar air optimum hasil uji Proctor. Pengujian ini mencatat hasil kuat geser, UCS, koefisien permeabilitas dan uji durabilitas.

Pengujian-pengujian tersebut dilakukan untuk melihat hubungan dari masa perawatan terhadap nilai kuat tekan silinder dan koefisien permeabilitas. Peningkatan proporsi semen dapat meningkatkan hasil uji UCS. Pada peningkatan masa perawatan yang digunakan dari 1, 4, 7, 30, 60, dan 90 hari dapat meningkatkan kekuatan tanahnya. Hasil pengujian memperlihatkan koefisien permeabilitas menurun seiring meningkatnya proporsi semen dalam stabilisasi. Pada hasil uji kuat geser diketahui kohesi tanah mengalami penurunan seiring peningkatan proporsi semen.

Ghosh dkk (2011), telah melakukan penelitian tentang stabilisasi tanah menggunakan semen dengan cara *Deep Cement Mixing* (DCM). DCM adalah cara umum yang digunakan untuk mengurangi kompresibilitas dan meningkatkan nilai tegangan pada tanah lempung di lapangan. Pengujian ini dilakukan untuk mengestimasi kekuatan dari stabilisasi semen-tanah. Sampel tanah diambil dari empat daerah di India, yaitu daerah Cochin, Bhavnagar, Haldia dan Chennai. Tipe tanah dari setiap daerah diklasifikasikan sebagai CH, CH-MH, MH dan CH-MH. Lempung distabilisasi dengan variasi proporsi semen dan variasi masa perawatan. Variasi proporsi semen yang digunakan yaitu 8% sampai 15%. Proporsi semen dicampur dengan berat kering tanah dan dikondisikan pada kadar air batas cair. Pengujian kuat tekan silinder hasil stabilisasi tanah-semen dilakukan pada 7, 14, 28 dan 56 hari. Dari hasil pengujian diketahui bahwa kadar air sangat mempengaruhi kekuatan tanah. Dimana kekuatan akan menurun seiring meningkatnya kadar air dalam tanah. Untuk efek dari masa perawatan menunjukkan bahwa kekuatan yang dihasilkan dari uji UCS dapat meningkat seiring bertambahnya masa perawatan pada empat jenis sampel tanah yang digunakan.

Studi tentang efek stabilisasi semen untuk meningkatkan kekuatan tanah pada *subgrade* jalan telah dilakukan oleh Rashid dkk (2014). Studi ini menggunakan tiga tipe tanah untuk mewakili nilai batas cair yang berbeda. Masing-masing tanah akan dicampur dengan semen 0%, 7% dan 13% kemudian ditambah air dari kadar air optimum hasil proctor tes. Dilakukan pengujian *California Bearing Ratio* (CBR) dan *Unconfined Compressive Strength* (UCS) pada semua sampel dengan kadar air optimum setelah perawatan 7 hari. Hasil pengujian menunjukkan nilai CBR dan UCS meningkat seiring meningkatnya proporsi semen. Meningkatnya kekakuan dengan meningkatnya proporsi semen diakibatkan karena adanya proses hidrasi yang mengubah material tanah lempung. Proporsi semen 7% merupakan nilai optimum proporsi semen untuk mendapatkan nilai tegangan yang dipersyaratkan untuk *subgrade* jalan yaitu 0.8 Mpa dan 80% CBR.

Walaupun banyak penelitian tentang stabilisasi tanah lempung, tetapi masih sedikit sekali studi tentang peningkatan kekuatan dengan stabilisasi tanah menggunakan tanah lempung daerah Sukoharjo. Maka perlu dilakukan penelitian tentang stabilisasi tanah menggunakan tanah lempung daerah Sukoharjo guna memperbanyak referensi bagi para praktisi. Pengujian pada pengujian ini berfokus pada stabilisasi tanah menggunakan semen dengan mengondisikan tanah pada kondisi $LI = 0$ dan $LI = 0.25$. LI adalah skala yang digunakan untuk menunjukkan besarnya kadar air dalam tanah berdasarkan PL dan LL . Pada kondisi kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$ tanah mempunyai nilai tegangan 0 kN/m² sehingga perlu dilakukan stabilisasi. Variasi yang digunakan meliputi variasi proporsi semen-tanah (3 variasi) dengan FAS 5% dan variasi masa perawatan (4 variasi) pada keadaan tak-terendam maupun terendam. Hasil dari studi ini diharapkan memberi solusi untuk memperbaiki kekuatan dan karakteristik pada tanah lempung plastisitas tinggi daerah Grogol, Sukoharjo.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini membahas tentang stabilisasi tanah menggunakan semen untuk meningkatkan nilai tegangan tanah. Tanah yang digunakan merupakan tanah lempung plastisitas tinggi yang dikondisikan pada kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$. Pada kadar air ini tanah tidak mempunyai nilai tegangan sama sekali. Tanah akan distabilisasi menggunakan variasi proporsi semen-tanah dan variasi masa perawatan untuk meningkatkan nilai tegangan tanah.

Tanah Sampel

Tanah sampel dari pengujian ini diambil dari daerah Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia pada kedalaman sekitar 0-1 meter. Setelah dilakukan pengujian indeks propertis sampel tanah diklasifikasikan sebagai CH (tanah lempung plastisitas tinggi) menurut *Unified Soil Classification System* (USCS). Hasil pengujian indeks propertis tanah ditunjukkan pada Tabel (1) dan kurva gradasi butiran ditunjukkan pada Gambar (1).

Persiapan Sampel

Persiapan sampel pada pengujian stabilisasi tanah ini meliputi beberapa langkah yang sama. Pertama, pengeringan tanah lempung menggunakan oven selama 24 jam sehingga lempung dalam keadaan kering oven. Selanjutnya, tanah kering oven dicampur dengan air untuk mendapatkan kondisi pada kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$. Untuk proses stabilisasi menggunakan variasi proporsi semen:tanah 5%, 10% dan 15% dari berat tanah basah. Sebelum

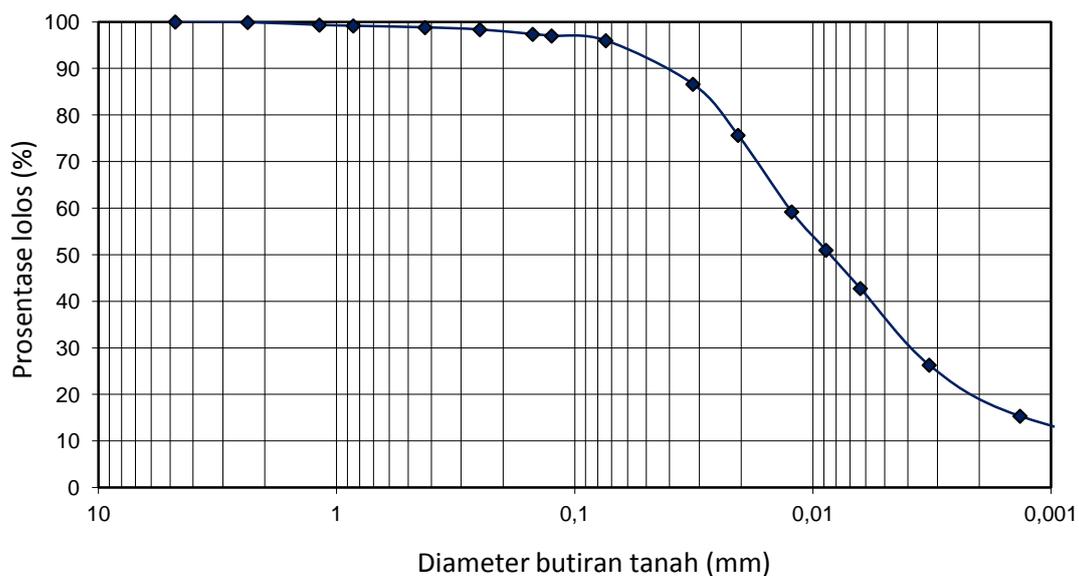
semen dicampur dengan tanah, masing-masing variasi semen ditambahkan FAS dengan proporsi 20% dari berat kering semen. Setelah itu dilakukan pencampuran antara tanah lempung dengan semen pada kontainer kemudian melakukan uji bor menggunakan alat uji UCS untuk mendapat sampel tanah stabilisasi. Sampel dimasukkan dalam pipa paralon dimensi tinggi 8.7mm (h) dan diameter 3.9mm (b) serta dijaga agar tidak terganggu pada temperatur ruangan ($\pm 28^{\circ}\text{C}$). Setiap variasi campuran akan diuji kuat tekan silinder (UCS) dengan dimensi tinggi 8.7mm (h) dan diameter 3,7mm (d) pada masa perawatan 0, 3, 7 dan 14 hari. Pengujian dilakukan dalam keadaan tak-terendam dan terendam.

Pengujian Sampel

Pengujian kuat tekan silinder pada penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6887:2012. Standar ini merupakan adopsi dari ASTM Designation: D 1633 – 00, *Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders*. Nilai tegangan diperoleh dari beban maksimum dibagi luas penampang benda uji. Pembebanan dilakukan dengan kecepatan sekitar 1 mm/menit.

Tabel 1. Indeks propertis tanah

Propertis tanah	Notasi	Nilai
Berat jenis tanah	G_s	2.54
Batas cair (%)	LL	66.49
Batas plastis (%)	PL	29.25
Indeks plastisitas	PI	37.24
Klasifikasi tanah (USCS)		CH



Gambar 1. Kurva gradasi butiran

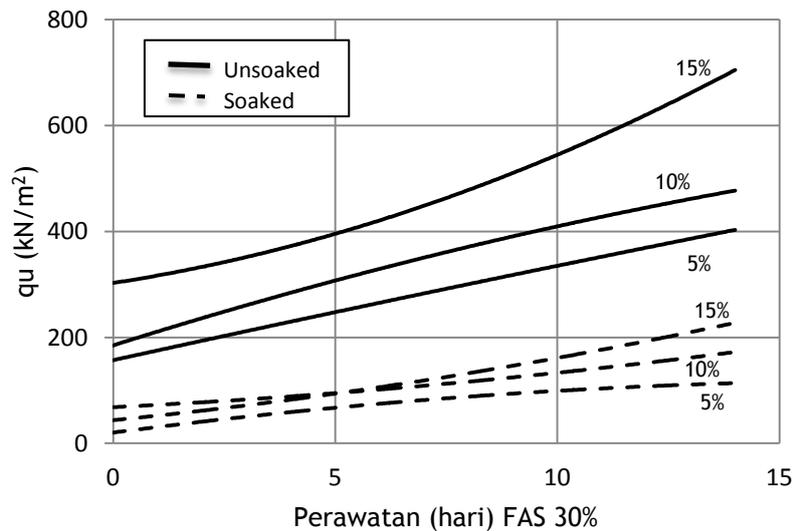
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh masa perawatan terhadap nilai tegangan pada variasi persentase semen-tanah

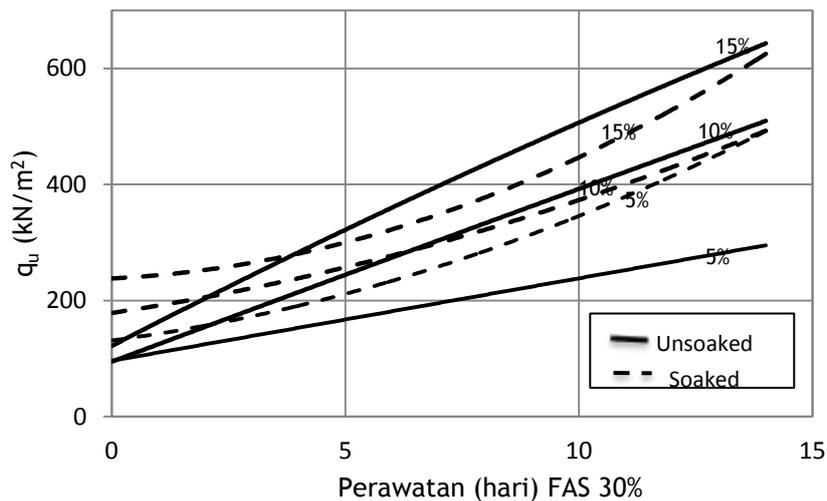
Hasil dari pengujian kuat tekan pada variasi proporsi semen:tanah menggunakan FAS 30% dengan kadar air $LI = 0$ ditunjukkan pada Gambar 2 dan $LI = 0.25$ ditunjukkan pada Gambar 3.

Pada Gambar 2 dan Gambar 3, hasil pengujian kuat tekan silinder terlihat bahwa :

1. Proses stabilisasi semen-tanah efektif untuk meningkatkan nilai tegangan pada tanah lempung plastisitas tinggi pada kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$ keadaan tak-terendam maupun terendam.
2. Seiring meningkatnya masa perawatan, nilai tegangan yang dihasilkan akan meningkat pada keadaan tak-terendam maupun terendam dengan peningkatan tertinggi pada hari ke-14.
3. Sampel dengan variasi proporsi semen:tanah 15% mempunyai nilai tegangan tertinggi dari pada proporsi semen-tanah 5% dan 10%.



Gambar 2. Pengaruh masa perawatan terhadap nilai kuat tekan pada kadar air $LI = 0$ menggunakan FAS 30% keadaan tak-terendam dan keadaan terendam



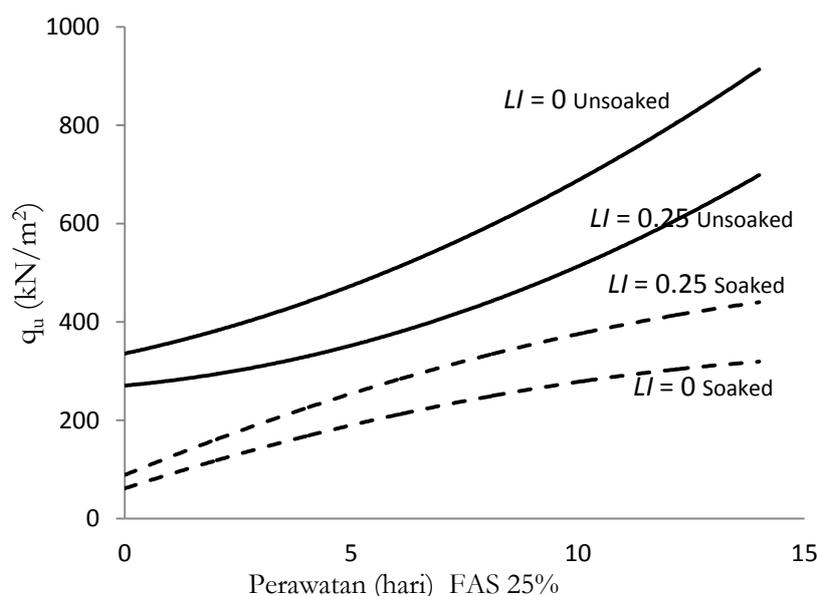
Gambar 3. Pengaruh masa perawatan terhadap nilai kuat tekan pada kadar air $LI = 0.25$ menggunakan FAS 30% keadaan tak-terendam dan keadaan terendam

Perbandingan pengaruh masa perawatan terhadap nilai tegangan pada kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$

Hasil tegangan dari kedua kadar air dapat dibandingkan setelah dilakukan pengujian kuat tekan silinder pada kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$. Perbandingan dilakukan pada campuran semen-tanah 15% karena menghasilkan nilai tegangan tertinggi. Perbandingan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.

Pada Gambar 4, hasil pengujian kuat tekan silinder terlihat bahwa :

1. Kadar air tanah mempengaruhi nilai tegangan yang dihasilkan pada stabilisasi, terbukti bahwa nilai tegangan $LI = 0$ lebih besar dari $LI = 0.25$ untuk keadaan *unsoaked*, dan sebaliknya untuk keadaan *soaked*.
2. Pada keadaan tak-terendam tanah mempunyai nilai tegangan yang lebih tinggi dibandingkan nilai tegangan pada keadaan terendam.



Gambar 4. Perbandingan pengaruh masa perawatan terhadap nilai kuat tekan pada kadar air $LI = 0$ dan $LI = 0.25$ menggunakan FAS 25%

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai tegangan tanah hasil stabilisasi semen:tanah dapat meningkat pada kadar air $LI = 0$ maupun $LI = 0.25$, nilai tegangan tanah meningkat seiring meningkatnya proporsi semen:tanah dan menurun seiring meningkatnya kadar air dalam tanah.
2. Masa perawatan sampel hasil stabilisasi terbukti dapat meningkatkan nilai tegangan secara signifikan. Pada variasi masa perawatan 0, 3, 7, dan 14 hari selalu mengalami peningkatan nilai tegangan.
3. Pada kondisi tak-terendam terlihat bahwa peningkatan nilai tegangan lebih besar daripada kondisi terendam.
4. Dari hasil penelitian, upaya stabilisasi tanah menggunakan semen terbukti dapat meningkatkan nilai tegangan. Tetapi untuk mendapatkan nilai tegangan yang lebih besar dari pada yang dihasilkan dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lanjutan.

REFERENSI

- Ahmad, S.A.R., Roohollah, K., Norhazilan, Md.N., Haryati, Y., Hossein, M., Lim, K.S., 2014. "Relationship between liquidity index and stabilized strength of local subgrade materials in a tropical area" Journal Elsevier, Measurement 55(2014) 231-237.
- Athraa, M.J.A., Sami, M.K., Ali A.F., 2015. "Characteristic of cohesive soils stabilized by Cement Kiln Dust" International Journal of Scientific & Engineering Research, volume 6, Issue 4, ISSN 2229-5518.
- Ghosh, A., Samanta, M., Sharma, S., Jain, S.K., Kumar, D., 2011. "Estimation of Unconfined Compressive Strength of Cement Treated Soft Indian Coastal Clay" Proceedings of Indian Geotechnical Conference, Paper No. S-323.
- Ismail, M.A., Joer, H.A., Sim, W.H., and Randolph, M.F., 2002. "Effect of cement type on shear behavior of cemented calcareous soil," Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, vol. 128, pp. 520-529.
- Nagaraj, T.S., Miura, N., 2001. "Soft Clay Behavior – Analysis and Assessment. A.A." Balkema, Rotterdam, The Netherlands.
- Nor, F.Y., Yusep, M.P., Raden, H.D., 2015. "Stabilisasi Tanah Lempung Plastisitas Tinggi pada Indeks Likuiditas 1 dan 1.25 Menggunakan Semen dengan Variasi Faktor Air Semen" Skripsi, Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sasanian, S., Newson, T.A., 2011. "Basic Parameters Governing the behaviour of Cement-treated Clays," The Japanese Geotechnical Society, Soils and Foundations 54(2014);209-224