

# STABILISASI TANAH LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI PADA INDEKS LIKUIDITAS 1 DAN 1.25 MENGGUNAKAN SEMEN

Nor Fata Yunashirson<sup>1)</sup>, Yusep Muslih Purwana<sup>2)</sup>, Raden Harya Dananjaya<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Laboratorium Mekanika Tanah Program S1 Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret

<sup>2)</sup> Geoscience Research Grup Univeritas Sebelas Maret

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

## Abstract

*Soil stabilization refers to the process for improve strength and repair characteristic of clay high plasticity. In this paper, focuses on cemented soil stabilization with water-cement ratio 20%, controlling water content in liquidity indeks (LI) = 1 and LI = 1.25 and varying cement content (5%, 10% and 15%). Product of soil stabilized cured for 0, 3, 7, 14 days in unsoaked and soaked condition, then tested for unconfined compressive strength. The result show that the compressive strength increased with an increase cement content and curing time, then decreased with an increase water content. This is evidence that the use of cement with varying cement ratio acceptable raises the strength performance from clay high plasticity.*

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

## Abstrak

Stabilisasi tanah merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kekuatan dan memperbaiki karakteristik dari lempung plastisitas tinggi. Pada penelitian ini, terfokus pada stabilisasi tanah menggunakan semen dengan Faktor Air Semen (FAS) 20%, mengontrol kadar air pada indeks likuiditas (LI) = 1 dan LI = 1.25 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, Proporsi semen, Faktor Air Semen, Uji kuat tekan (UCS)

## PENDAHULUAN

Tanah merupakan bagian yang tidak dapat terpisahkan dari berbagai macam pekerjaan teknik sipil, salah satunya berfungsi sebagai dasar pondasi 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 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 kedalam tanah (Nagaraj dkk, 2001). Untuk menghasilkan kekuatan sesuai yang diharapkan perlu dilakukan kontrol parameter penyusun material stabilisasi (Ismail dkk, 2002).

Banyak peneliti (Al-hassani dkk, 2015; Ghosh dkk, 2011; Rashid dkk, 2014; dan Sasania dkk, 2014) telah menunjukkan efek dari stabilisasi tanah menggunakan Portland semen untuk 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 kedalam 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 durabilitas test. Pengujian-pengujian tersebut 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 meningkatnya 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.

Meski 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 mengkondisikan tanah pada kondisi  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$ .  $LI$  adalah skala yang digunakan untuk menunjukkan besarnya kadar air dalam tanah berdasarkan  $PL$  dan  $LL$ . Pada kondisi kadar air  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$  tanah mempunyai nilai tegangan  $0 \text{ kN/m}^2$  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 takterendam maupun terendam. Hasil dari studi ini diharapkan memberi solusi untuk memperbaiki kekuatan dan karakteristik pada tanah lempung plastisitas tinggi daerah 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  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$ . 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  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$ . Untuk proses stabilisasi menggunakan variasi proporsi semen 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 dengan dimensi



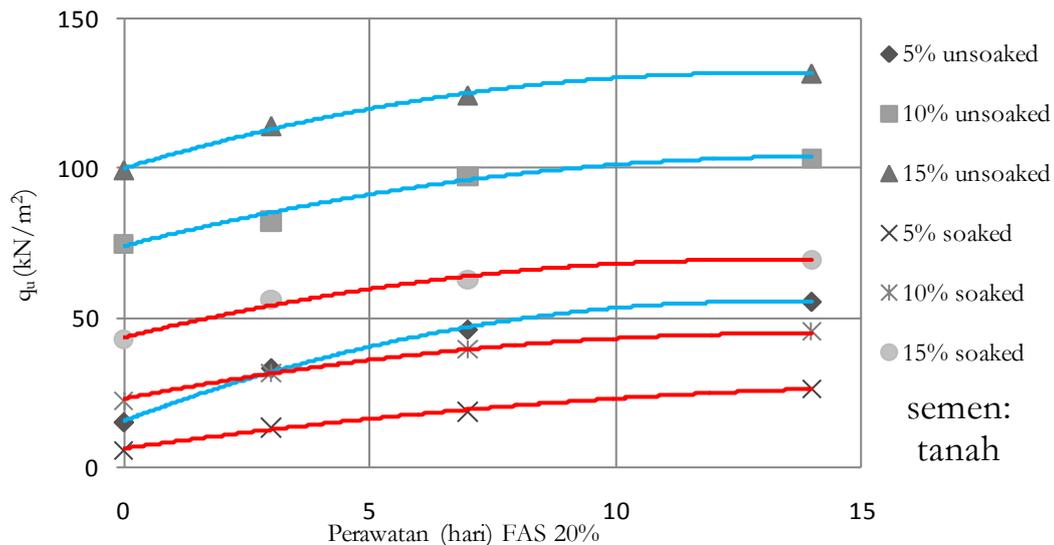
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh masa perawatan terhadap nilai tegangan pada variasi persentasi semen-tanah

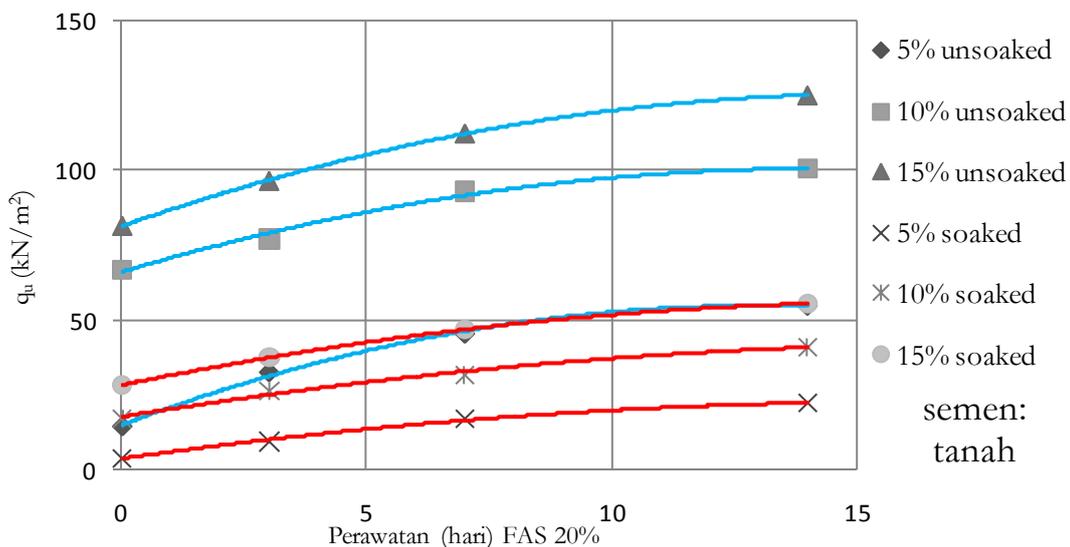
Hasil dari pengujian kuat tekan pada variasi proporsi semen:tanah menggunakan FAS 20% dengan kadar air  $LI = 1$  ditunjukkan pada Gambar 2 dan  $LI = 1.25$  ditunjukkan pada Gambar 3.

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  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$  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  $LI = 1$  menggunakan FAS 20% keadaan tak-terendam dan keadaan terendam



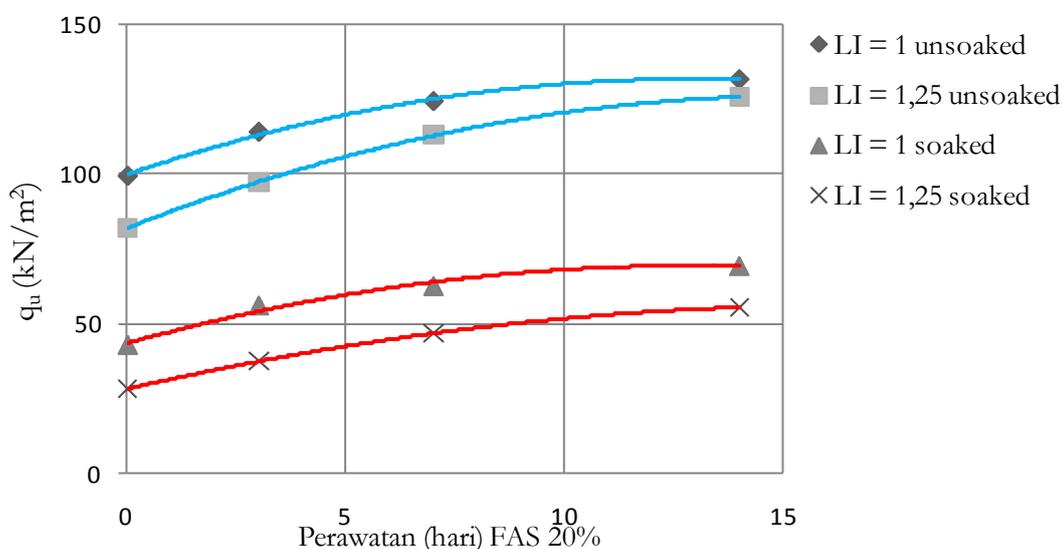
Gambar 3. Pengaruh masa perawatan terhadap nilai kuat tekan pada kadar air  $LI = 1.25$  menggunakan FAS 20% keadaan tak-terendam dan keadaan terendam

### Perbandingan pengaruh masa perawatan terhadap nilai tegangan pada kadar air $LI = 1$ dan $LI = 1.25$

Hasil tegangan dari kedua kadar air dapat dibandingkan setelah dilakukan pengujian kuat tekan silinder pada kadar air  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$ . 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  $LI = 1$  lebih besar dari  $LI = 1.25$
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  $LI = 1$  dan  $LI = 1.25$  menggunakan FAS 20%

## SIMPULAN

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

1. Nilai tegangan tanah hasil stabilisasi semen:tanah dapat meningkat pada kadar air  $LI = 1$  maupun  $LI = 1.25$ , 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 yang 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 dari pada 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.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Bapak, Ibu, Adik dan keluarga besar saya yang selalu menjadi motivasi terbesar saya. Teman-teman teknik sipil 2011 yang telah banyak membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Dosen dan staff teknik sipil UNS yang telah banyak berjasa.

## 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.
- 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