

STABILISASI TANAH LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI PADA INDEKS LIKUIDITAS 1 DAN 1.25 DENGAN SEMEN MENGGUNAKAN SOIL CEMENT MIXING SKALA LABORATORIUM

Pramufidaningrum Hardiana Sari¹⁾, Yusep Muslih Purwana²⁾, Niken Silmi Surjandari³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: pramufidahardiana@gmail.com

Abstract

Soil stabilization is an effort to improve the characteristics of the soil problems. Clay high plasticity including the soil problems, because it has a low bearing capacity. One method to increase the bearing capacity is soil stabilization with cement.

This study uses a clay high plasticity from Sukoharjo with controlling water content in liquidity indeks (LI) 1 and 1.25. This soil stabilization focuses to know increasing bearing capacity on varying cement content (15%, 20% and 25% of the dry weight soil) and varying water-cement ratio (35%, 45%, 55% and 65% of the dry weight of cement needed). Unconfined Compressive Strength (UCS) testing at 7 days in unsoaked and soaked condition. The test data used as input data analysis to get the compressive strength.

The results of UCS testing were plotted compressive strength against proportion of cement:soil, proportion of water-cement ratio, the state of unsoaked and soaked, and comparison research before. The results show that the compressive strength increased with the increase of cement content, water-cement ratio 35 % are most steady, and growing strong press the cylinder after done the blending of ingredients stabilization use soil cement mixing scale laboratory. At water levels LI = 1 and unsoaked condition, the compressive strength is higher than at water levels LI = 1.25 and soaked condition. This shows that the use of cement with variation water-cement ratio raises the compressive strength of high plasticity clay.

Keywords: Cement content, Clay High plasticity, Soil stabilization, Unconfined compressive strength, Water-cement ratio content, Soil Cement Mixing.

Abstrak

Stabilisasi tanah merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki karakteristik pada tanah bermasalah. Tanah lempung plastisitas tinggi termasuk dalam tanah bermasalah karena mempunyai daya dukung rendah. Salah satu metode untuk meningkatkan daya dukung adalah stabilisasi tanah lempung menggunakan semen.

Penelitian ini menggunakan tanah lempung plastisitas tinggi dari daerah Sukoharjo yang dikontrol kadar airnya pada Indeks Likuiditas (LI) 1 dan 1.25. Stabilisasi tanah ini berfokus pada peningkatan daya dukung tanah dengan variasi semen:tanah (15%, 20% dan 25% terhadap berat kering tanah) dan variasi Faktor Air Semen/FAS (35%, 45%, 55% dan 65% terhadap berat semen kering yang dibutuhkan). Pencampuran semen dan tanah menggunakan soil cement mixing skala laboratorium. Pengujian Unconfined Compressive Strength (UCS) dilakukan pada 7 hari saat kondisi tak-terendam dan terendam. Data pengujian digunakan sebagai input data analisis untuk mendapatkan kuat tekan tanah yang dihasilkan.

Hasil pengujian UCS didapat grafik hubungan antara kuat tekan dengan proporsi semen:tanah, proporsi FAS, keadaan tak-terendam dan terendam, dan perbandingan penelitian terdahulu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan tanah meningkat dengan meningkatnya proporsi semen:tanah; FAS 35% adalah FAS paling optimum, dan meningkatnya kuat tekan silinder setelah dilakukan pencampuran bahan stabilisasi menggunakan soil cement mixing skala laboratorium. Pada kadar air LI = 1 dan kondisi tak-terendam kuat tekan yang dihasilkan lebih tinggi dari pada LI = 1.25 dan kondisi terendam. Ini terbukti bahwa penggunaan semen dengan variasi FAS dapat meningkatkan kekuatan tanah pada tanah lempung plastisitas tinggi

Kata kunci : Stabilisasi tanah, tanah lempung plastisitas tinggi, variasi semen:tanah, variasi FAS, UCS, *Soil Cement Mixing*.



PENDAHULUAN

Tanah dengan kadar air tinggi berpotensi menjadi tanah yang bermasalah, karena ini memiliki kekuatan yang rendah dan penurunan yang tinggi (Sasarian dkk, 2011). Untuk memperbaiki karakteristik tanah ini dapat dilakukan upaya stabilisasi. Pengujian pada pengujian ini berfokus pada stabilisasi tanah menggunakan semen dengan mengkondisikan tanah pada kondisi $LI = 1$ dan $LI = 1.25$. Variasi yang digunakan meliputi variasi proporsi semen-tanah (3 variasi) dengan variasi FAS (4 variasi) dan variasi masa perawatan (4 variasi) pada keadaan tak-terendam maupun terendam. Selain itu, penelitian ini juga meneruskan penelitian sebelumnya (Yunasirson dkk, 2015) yang belum menemukan nilai maksimum FAS dan perbandingan semen:tanah. Pada penelitian ini menggunakan variasi FAS 20%, 25%, 30% dari berat semen kering dan 35% dan variasi proporsi semen 5%, 10% dan 15% dari berat tanah basah.

TINJAUAN PUSTAKA

Upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki karakteristik tanah lempung plastisitas tinggi yaitu stabilisasi tanah menggunakan semen. Pencampuran tanah dengan semen di lapangan dapat menurunkan kompresibilitas dan meningkatkan kekuatan tanah (Ghosh dkk, 2011). Untuk menghasilkan kekuatan sesuai yang diharapkan perlu dilakukan kontrol parameter penyusun material stabilisasi (Ismail dkk, 2002). Pemilihan jenis bahan tambah untuk stabilisasi dilakukan berdasarkan distribusi ukuran butir tanah. Tabel 1. menunjukkan pemakaian beberapa jenis bahan tambah yang dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi untuk berbagai jenis tanah.

Tabel 1 Pemilihan bahan tambah untuk stabilisasi tanah

Tipe tanah	Lempung halus	Lempung kasar	Lanau halus	Lanau kasar	Pasir halus	Pasir kasar
Ukuran butiran tanah (mm)	<0,0006	0,0006 - 0,002	0,002 - 0,01	0,01 - 0,06	0,06 - 0,40	0,4 - 2,0
Stabilisasi volume tanah	Sangat buruk	Sedang	Sedang	Baik	Sangat baik	Sangat baik
Tipe stabilisasi	Kapur	Efisiensi maksimum				
	Semen	Efektif, tapi pengendalian mutu sulit				
	Polimerik - organik					Efisiensi maksimum
	Mekanis		Efektif, tapi pengendalian mutu sulit			
	Termal	Efisiensi maksimum				
Efisiensi maksimum =  Efektif, tapi pengendalian mutu sulit = 						

Adapun tata cara pengujian UCS yaitu beban maksimum dibagi luas penampang benda uji dapat dilihat pada persamaan:

$$S_u = c_u = \frac{q_u}{2A}$$

dimana,

$S_u = c_u$ = kuat geser *undrained* (kN/m²)

q_u = kuat tekan (kN/m²)

A = luas penampang rata-rata atau luas terkoreksi (m²)

METODE PENELITIAN

Soil Cement Mixing merupakan metode pencampuran tanah dengan bahan *additive*. Proses pencampuran diawali dengan pengeboran pada titik yang telah direncanakan pada panjang tertentu, setelah panjang yang diinginkan tercapai dilanjutkan dengan proses penyampuran bahan *additive* dengan cara menyemprotkan bahan *additive* pada *nozzle* yang terletak di *auger* dengan putaran terbalik dengan kecepatan yang lebih tinggi sambil menarik *auger* ke atas. Setelah proses pencampuran selesai dilanjutkan dengan proses pemadatan pada titik tanah. Stabilisasi tanah bertujuan untuk meningkatkan kekuatan tanah dan meningkatkan ketahanan terhadap kadar air yang dikandungnya (Sherwood, 1993).

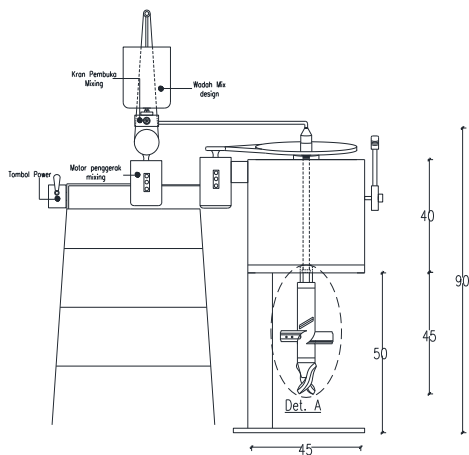
Alat DSM skala laboratorium ini mempunyai ukuran *blade*, yaitu 15 cm. Diameter blade diambil dari penyekalaan antara wadah dan proporsi besarnya alat. Sebelum dilakukan stabilisasi di lapangan, perlu dilakukan stabilisasi dalam skala laboratorium.

Pengujian kuat tekan silinder pada penelitian ini berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6887:2012. SNI tentang *Metode pengujian kuat tekan bebas campuran tanah-semen* (UCS) ini revisi dari SNI 03-6887-2002. Standar ini merupakan adopsi dari ASTM Designation: D 1633 – 00, *Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders*.

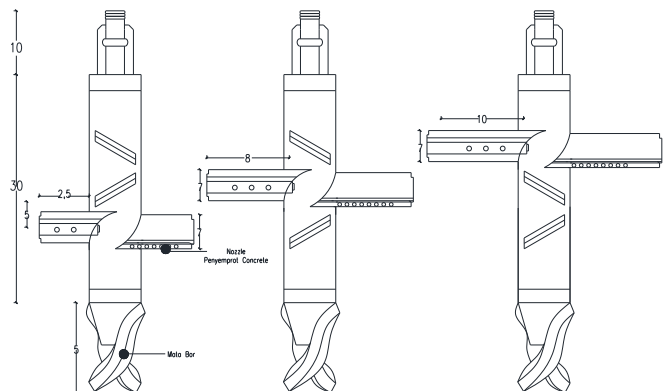
Kuat tekan tanah yang diperoleh selanjutnya dapat digunakan sebagai salah satu parameter perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan stabilisasi tanah dengan semen di lapangan. Tanah dan bahan stabilisasi diaduk dengan yang ukuran diameter blade nya yaitu 15 cm. Setelah tercampur dengan baik antara tanah dan bahan stabilisasi, adonan

diambil sampel berbentuk silinder dengan pipa. Silinder yang akan digunakan dengan dimensi tinggi 8.5 cm dan diameter 3.7 cm serta pembebanan dilakukan dengan kecepatan sekitar 1 mm/menit.

Tanah basah dicampur dengan semen dengan cara menggunakan mesin *soil cement mixing* secara merata sampai terlihat homogen menjadi satu kesatuan campuran semen-tanah. Desain mesin *soil cement mixing* dapat dilihat pada gambar 1 dan 2 sebagai berikut.



Gambar 1 merupakan desain mesin *Soil Cement Mixing*



Gambar 2 merupakan Detail A Mesin *Soil Cement Mixing*

Adapun langkah-langkah pencampuran semen dan tanah pada mesin *soil cement mixing* yaitu sebagai berikut:

1. Tanah yang sudah terkondisi sesuai *LI* yang diperam selama 3 hari di letakkan di bagian bawah mesin bor.
2. Hubungkan ke *stopcontact*
3. Dicek dahulu apakah bor bekerja dengan baik terdahulu dengan menekan tombol on dibagian samping mesin *soil cement mixing*.
4. Setelah bor bekerja dengan baik, masukkan semen dan air sesuai takaran perhitungan kedalam alat mixing cement di bagian atas.
5. Kemudian tekan tombol on untuk bagian mixing cement yang terletak dibagian samping bersebelahan dengan tombol on-off untuk bor.
6. Setelah semen dan air tercampur merata buka katup yan terletak dibagian tengah alat *soil cement mixing*.
7. Adonan semen : air tersebut secara otomatis akan keluar melalui lubang-lubang nozzle yang terletak pada blade bor.
8. Bagian bor akan mengaduk adonan dengan tanah secara merata.
9. Setelah merata ± 10 menit matikan bor dan mixing
10. Kemudian angkat ember yang berisi tanah yag sudah dicampur oleh mesin *soil cement mixing* lalu masukan sampel kedalam cetakan silinder, tutup rapat masing-masing ujung silinder dengan plastik dan beri idetitas lalu disimpan untuk dilakukan perawatan selama 7 hari untuk keadaan tak-terendam (*unsoaked*) dan 8 hari untuk keadaan terendam (*soaked*)

Tabel 2. Proporsi stabilisasi semen-tanah

Kadar Air Sample (W_w/W_d)	FAS (W_w/W_c)	Semen : Tanah (W_c/W_b)	Kadar Air Sample (W_w/W_d)	FAS (W_w/W_c)	Semen : Tanah (W_c/W_b)
$LI = 1$ kadar air = 66.49 %	35%	15%	$LI = 1.25$ kadar air = 75.80 %	35%	15%
		20%			20%
		25%			25%
	45%	15%		45%	15%
		20%			20%
		25%			25%
	55%	15%		55%	15%
		20%			20%
		25%			25%
	65%	15%		65%	15%

		20%		20%
		25%		25%

Total jumlah sampel campuran tanah-semen adalah 24 sample yang masing-masing sample akan dilakukan 1 kali pengujian kuat tekan silinder berdasarkan masa perawatan keadaan tak-terendam (*unsoaked*) dan 1 kali pengujian kuat tekan silinder berdasarkan masa perawatan keadaan terendam (*soaked*). Total sample untuk pengujian kuat tekan silinder adalah $24 \times 2 = 48$ sample uji

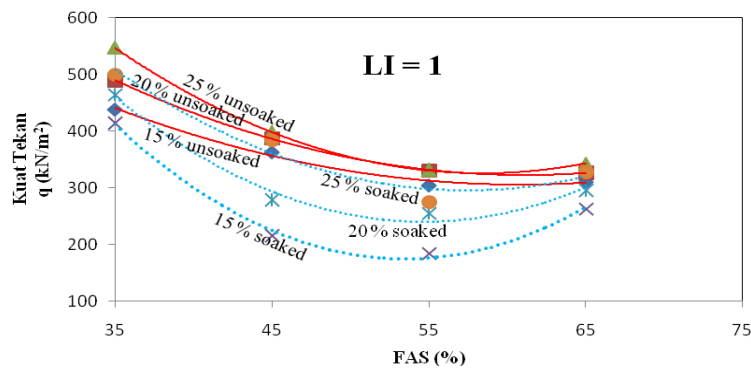
HASIL DAN ANALISIS

Sebelum melakukan pengujian pokok yaitu uji UCS, dilakukan dahulu pencampuran sampel tanah berkadar air dengan bahan stabilisasi menggunakan semen. Pencampuran semen dilakukan berdasarkan variasi proporsi semen 15%, 20% dan 25% dari berat tanah basah

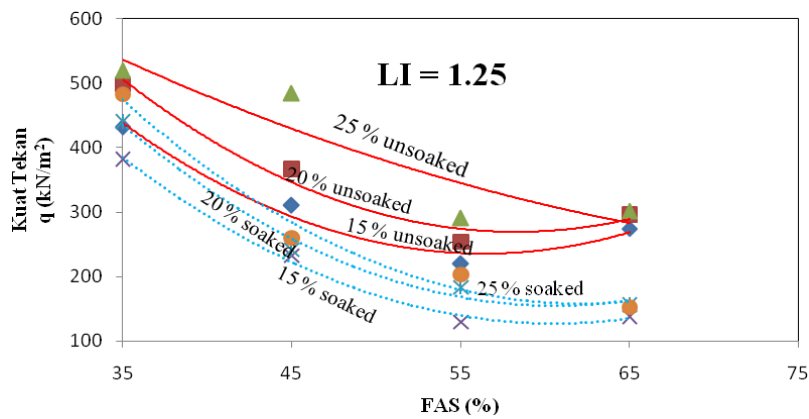
Tabel 3. Berat campuran tanah lempung dengan bahan stabilisasi

Sample	FAS (%)	Proporsi semen W_c/W_b	Tanah Kering matahari (kg)	Air (liter)	Pencampuran Semen	
					Semen (kg)	Air Semen (kg)
LI = 1 w = 66,49%	35%	15%	10	3.803	1.50	0.525
		20%	10	0.813	2.00	0.700
		25%	10	0.813	2.50	0.875
	45%	15%	10	0.813	1.50	0.675
		20%	10	0.813	2.00	0.900
		25%	10	0.813	2.50	1.125
	55%	15%	10	0.813	1.50	0.825
		20%	10	0.813	2.00	1.100
		25%	10	0.813	2.50	1.375
	65%	15%	10	3.803	1.50	0.975
		20%	10	3.803	2.00	1.300
		25%	10	3.803	2.50	1.625
LI = 1,25 w = 75,8%	35%	15%	10	1.047	1.50	0.525
		20%	10	1.047	2.00	0.700
		25%	10	1.047	2.50	0.875
	45%	15%	10	1.047	1.50	0.675
		20%	10	1.047	2.00	0.900
		25%	10	1.047	2.50	1.125
	55%	15%	10	1.047	1.50	0.825
		20%	10	1.047	2.00	1.100
		25%	10	1.047	2.50	1.375
	65%	15%	10	1.047	1.50	0.975
		20%	10	1.047	2.00	1.300
		25%	10	1.047	2.50	1.625

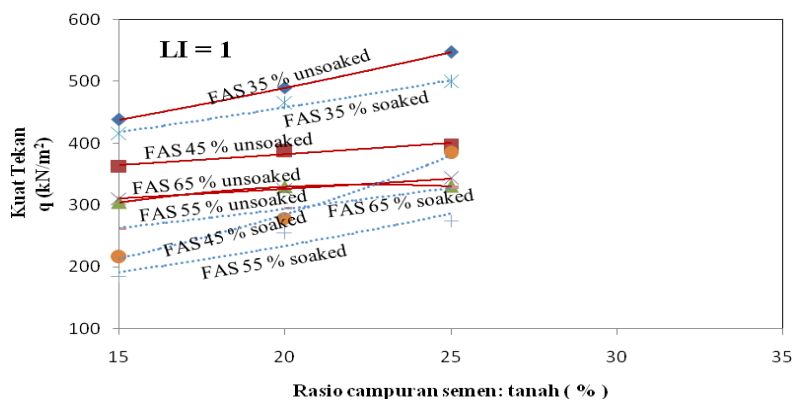
Setelah pencampuran akan dilakukan pengujian UCS pada hari ke-7 pada keadaan tak-terendam dan hari ke-8 pada keadaan terendam.



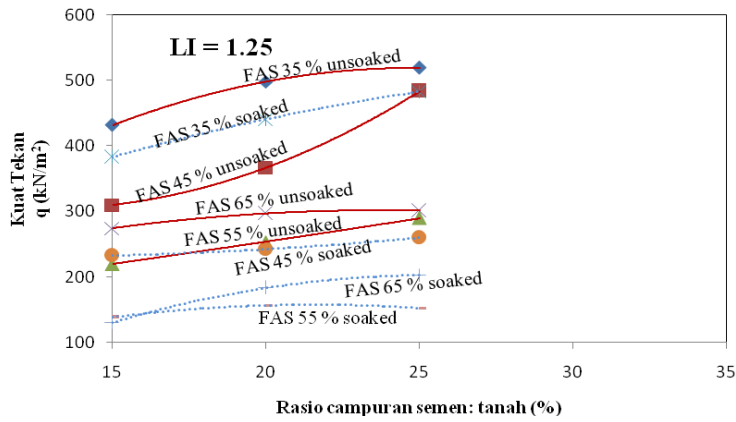
Grafik 1. Pengaruh FAS terhadap kuat tekan pada kadar air $LI = 1$ tak-terendam dan terendam



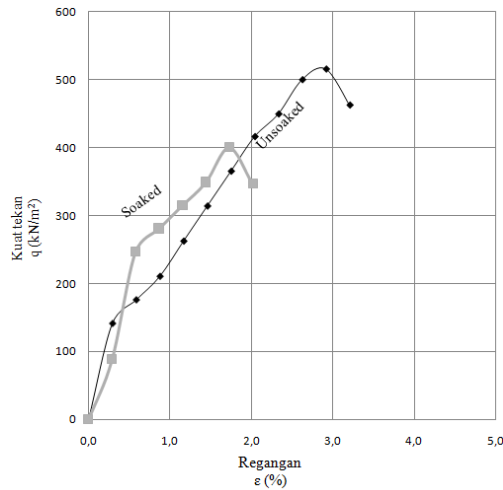
Grafik 2. Pengaruh FAS terhadap kuat tekan pada kadar air $LI = 1.25$ tak-terendam dan terendam



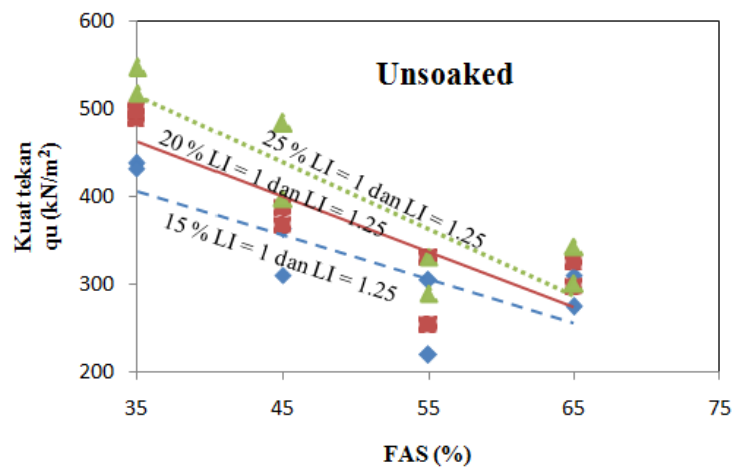
Grafik 3. Pengaruh variasi campuran semen:tanah terhadap kuat tekan pada perawatan 7 hari kadar air $LI = 1$ keadaan tak-terendam dan keadaan terendam



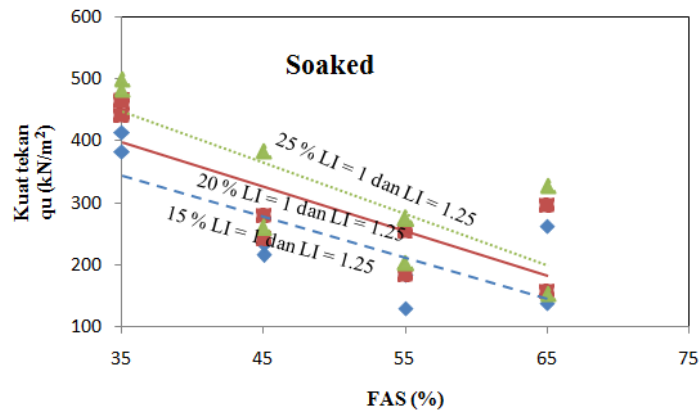
Grafik 4. Pengaruh variasi campuran semen:tanah terhadap kuat tekan pada perawatan 7 hari kadar air $LI = 1.25$ keadaan tak-terendam dan keadaan terendam



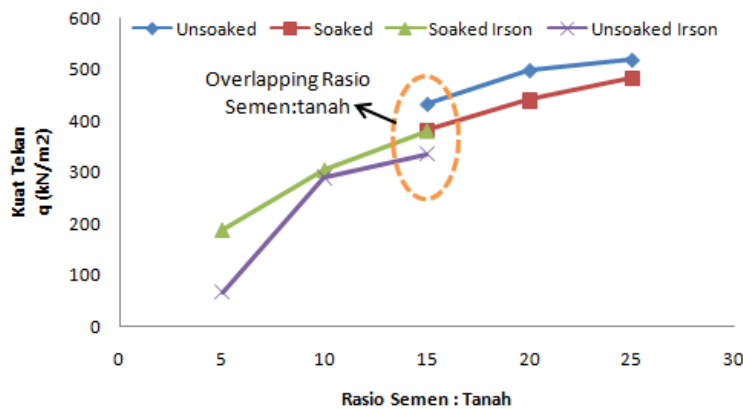
Grafik 5. Hubungan antara tegangan dan regangan FAS 35% masa perawatan 7 hari keadaan tak-terendam dan 8 hari keadaan terendam dengan variasi perbandingan semen : tanah 25%



Grafik 6. Pengaruh keadaan tak-terendam (unsoaked) pada $LI=1$ dan $LI=1.25$



Grafik 7. Pengaruh keadaan terendam (soaked) pada $LI=1$ dan $LI=1.25$



Grafik 8. Perbandingan proporsi semen tanah vs kuat tekan antara penelitian sebelum dan sekarang pada $LI = 1$

SIMPULAN

Hasil pengujian UCS terbukti bahwa stabilisasi tanah menggunakan semen mampu meningkatkan tegangan tanah lempung plastisitas tinggi. Stabilisasi tanah lempung plastisitas tinggi pada kadar air $LI = 1$ dan $LI = 1.25$ menggunakan semen dapat meningkatkan kuat tekan dalam kondisi tak-terendam maupun kondisi terendam. Kuat tekan tanah meningkat seiring meningkatnya proporsi semen:tanah dan menghasilkan kuat tekan tertinggi pada proporsi semen:tanah 25%. Kuat tekan tanah tertinggi pada proporsi FAS 35%. Maka, proporsi FAS yang tinggi tidak mempengaruhi kuat tekan tanah. Stabilisasi tanah mampu menurunkan nilai kadar air tanah. Ini dikarenakan air yang terdapat dalam tanah digunakan semen untuk proses oksidasi, sehingga mengurangi kadar air dalam sampel. Kuat tekan tertinggi terletak pada $LI=1$, terbukti bahwa semakin kecil LI kuat tekan semakin besar dikarenakan kadar air pada $LI=1$ lebih rendah menjadikan tanah semakin padat. Keadaan tak terendam lebih baik daripada keadaan terendam namun keadaan soaked menjadi dasar perhitungan karena pada kenyataan di lapangan air selal mempengaruhi konstruksi bangunan.

REKOMENDASI

Pada penelitian ini hanya menggunakan masa perawatan 7 hari diharapkan pada penelitian selanjutnya agar menambah masa perawatan. Dimulai dari 0 hari sampai 14 hari dengan proporsi semen:tanah dan FAS sama dengan penelitian ini. Perlu dilakukan penyempurnaan desain mesin *soil cement mixing* untuk mencampur bahan stabilisasi agar kinerja mesin menjadi lebih maksimal dan sesuai dengan yang diharapkan. Pemeraman tanah yang telah dikondisikan sesuai LI sebaiknya dilakukan selama 4×24 jam ini merujuk pada pengujian CBR. Diharapkan pada penelitian selanjutnya agar mencari nilai optimum dari proporsi semen:tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada teman setim *soil cement mixing* dan teman-teman teknik sipil non reguler Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah membantu dan mendukung dalam penelitian ini.

REFERENSI

- 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., Randolph, M.F. 2010. “*Effect of Cement Type on Shear Behavior of Cemented Calcareous Soil*” Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 128(6), 520-529
- 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.
- Sherwood, P., 1993. “*Soil Stabilization with Cement and Lime*” State of the Art Review, Transport Research Laboratory, HMSO, London.
- Yunasirson, 2015. “*Stabilisasi Tanah Lempung Plastisitas Tinggi pada Indeks Likuiditas 1 dan 1.25 Menggunakan Semen dengan Variasi Faktor Air Semen.* Skripsi, Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.