

STABILISASI TANAH LIAT SANGAT LUNAK DENGAN GARAM DAN PC (*PORTLAND CEMENT*)

Tirta D. Arief

Dosen Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Jurusan Teknik Sipil – Universitas Kristen Petra

Email: tidar@petra.ac.id

ABSTRAK

Penambahan garam (sodium chloride) dan PC (*Portland Cement*) meningkatkan PI (*Plasticity Index*), CBR (*Californian Bearing Ratio*), dan UCS (*Unconfined Compression Strength*) dari tanah lempung sangat lunak. Dalam makalah ini disajikan hasil pengujian yang dilakukan terhadap lempung sangat lunak dari daerah Margomulyo, Surabaya. Hasilnya menunjukkan kecenderungan yang menggembirakan, namun penelitian yang luas dan komprehensif masih diperlukan untuk peningkatan stabilitas tanah dalam jangka panjang.

Kata kunci: garam, pc, stabilisasi, tanah liat.

ABSTRACT

Adding sodium chloride, as admixture, and Portland Cement, as stabilizer, to a very soft clay increase its plasticity index (PI), Californian Bearing Ratio (CBR), and Unconfined Compression Strength (UCS). This paper presents the results of testings done to very soft clay from Margomulyo, Surabaya. The results show a promising tendency. Anyhow a wider and comprehensive research is still needed to ensure the long-term effect of the soil stabilization.

Keywords: sodium chloride, pc, stabilization, clay.

PENDAHULUAN

Di tahun 1970-an, dalam satu acara kegiatan perkuliahan Jalan Raya, di sebuah perguruan tinggi di Bandung, Prof. Ir. A.M. Semawi (almahum) menuturkan pengalaman lapangan pribadinya semasa masih aktif di Dinas Pekerjaan Umum. Di awal kemerdekaan Republik Indonesia, sekitar tahun 1950-an, beliau ditugaskan untuk memperbaiki satu ruas jalan yang rusak parah di Kalimantan Selatan.

Setelah menggelar perkerasan macadam, pekerjaan terhenti karena kiriman aspal dari Jakarta belum juga tiba. Kedatangan aspal di lokasi tidak dapat dipastikan karena kondisi transportasi saat itu. Sementara menunggu aspal, Prof Semawi berinisiatif menyirami perkerasan tersebut dengan air laut. Pada pengamatannya, umur perkerasan, walau belum diaspal, ternyata lebih panjang dari pada tanpa penyiraman air laut. Pengamatan ini sangat kualitatif dan subjektif, oleh karena itu perlu ditindak-lanjuti dengan penelitian kuantitatif dan objektif.

Catatan: Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juni 2006. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Dimensi Teknik Sipil Volume 8, Nomor 2, September 2006.

TINJAUAN PUSTAKA

Beberapa penelitian tentang stabilisasi tanah liat (*clay*) menggunakan material garam (*sodium chloride*) dan PC (*Portland Cement*), antara lain, stabilisasi dengan PC oleh Tan dan Arisutji [1], stabilisasi dengan quicklime dan garam oleh Karmila [2], stabilisasi dengan garam oleh Davidson [3], dan stabilisasi dengan garam dan PC oleh Osula [4].

Tan dan Arisutji mendapatkan bahwa PC meningkatkan daya dukung tanah. Daya dukung tanah bertambah seiring dengan bertambahnya PC, namun pertambahan PC yang optimum terletak pada kisaran 8%.

Sementara itu, dalam bentuk larutan, garam menghasilkan ion-ion yang berfungsi sebagai katalisator yang mempercepat reaksi pozzolanic dalam tanah liat [2,3]. Dalam bentuk kering garam berbentuk kristal mengisi ruang pori di antara butir-butir tanah liat. Ini berarti garam berperan meningkatkan daya dukung tanah liat baik sebagai larutan maupun sebagai kristal (kering). Penambahan garam yang optimum berkisar antara 1.50% sampai 2 %; lebih dari 2 % garam cenderung menurunkan daya dukung tanah liat [4].

MATERIAL BENDA UJI

Dalam penelitian ini, tanah liat sangat lunak diambil dari daerah Margomulyo, Surabaya, dengan kadar air asli 121.8%. PC yang dipakai adalah Semen Gresik, tipe I, dan garam yang dipergunakan diambil dari tambak garam di daerah Gresik, Surabaya.

Mengacu pada penelitian terdahulu, penambahan PC ditentukan 10%, 13%, dan 16% dan penambahan garam ditentukan 2% dan 3%; masing-masing ditentukan dari berat kering tanah.

Untuk melihat pengaruh penambahan garam dan PC terhadap tanah asli, dilakukan pengujian batas Atterberg, yaitu LL (*Liquid Limit*), PL (*Plastic Limit*), dan Gs (*Specific Gravity*). Hasilnya seperti terlihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Batas Atterberg Komposisi Tanah Liat, Garam, dan PC

Komposisi	LL %	PL %	Gs	PI %
Tanah Asli	128	49	2.67	79
T + G-2 + S-10	135	45	2.70	90
T + G-2 + S-13	132	36	2.71	96
T + G-2 + S-16	128	34	2.72	93
T + G-3 + S-10	133	38	2.72	95
T + G-3 + S-13	132	42	2.72	89
T + G-3 + S-16	134	40	2.73	94

NOTASI

- T = Tanah liat sangat lunak, tanah sample
- G = Garam
- G-2 = Garam 2% berat kering tanah
- S = Portland Cement, Semen, PC
- S-10 = Semen 10% berat kering tanah
- G-2+S-10 = Kadar garam 2% dan kadar PC 10%

Dari tabel terlihat bahwa secara umum, penambahan garam dan PC, menyebabkan LL meningkat dan PL menurun sehingga PI meningkat. Pada kadar semen 16%, untuk kadar garam 2% dan 3%, PI campuran relatif sama, meningkat sekitar 20%. Gs juga mengalami peningkatan namun tidak signifikan. Secara kualitatif kondisi tanah menjadi lebih baik.

PEMBUATAN BENDA UJI

Jenis pengujian yang dilakukan adalah UCS (*Unconfined Compression Strength*), *soaked* (direndam) dan *unsoaked* (tanpa direndam) CBR (*California Bearing Ratio*). Untuk tiap komposisi tanah liat, garam, dan PC dibuat benda-benda uji yang diperlukan.

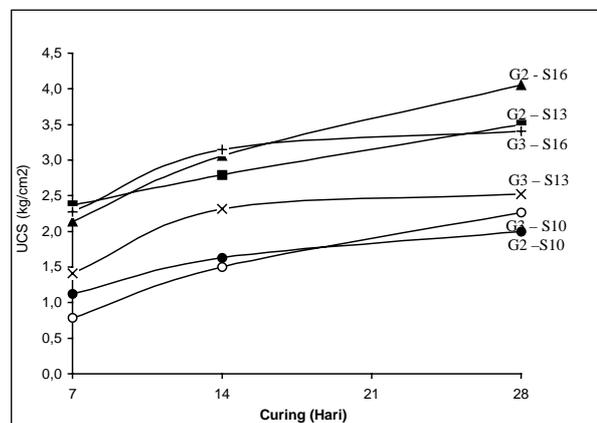
Benda uji di bungkus dengan aluminium foil dan disimpan di tempat gelap dan teduh, sampai saat pengujiannya. Masa penyimpanan ini dinamakan *curing time* atau masa perawatan, selanjutnya disebut *curing*. Pengujian UCS dilakukan untuk curing 7, 14, dan 28 hari, sedangkan pengujian CBR dilakukan untuk curing 7 hari.

EVALUASI HASIL PENGUJIAN

Praktis untuk tanah liat lunak asli pengujian UCS tak dapat dilakukan karena benda uji tak bisa dibuat. Namun dengan penambahan garam dan semen kondisi tanah menjadi lebih baik sehingga benda uji bisa dibuat.

Hasil pengujian UCS dan CBR sebagai berikut ini:

1. Unconfined Compression Strength (UCS)



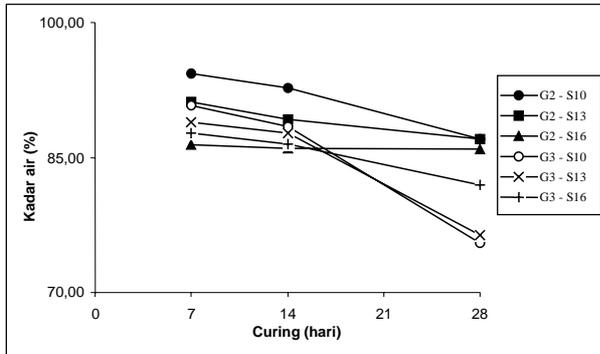
Gambar 1. Hubungan UCS dengan Curing

Gambar 1 memperlihatkan hubungan UCS dengan curing. Tampak adanya kecenderungan umum bahwa curing yang lebih lama memberikan nilai UCS yang lebih tinggi. Kadar PC makin besar, nilai UCS juga bertambah. Tapi sebaliknya, kadar garam lebih besar membuat nilai UCS berkurang. Bandingkan garis untuk kadar garam 2% dan 3% pada kadar PC 16% dan 13%. Kemiringan (slope) grafik menunjukkan kalau curing 28 hari masih belum mencapai nilai UCS maksimum.

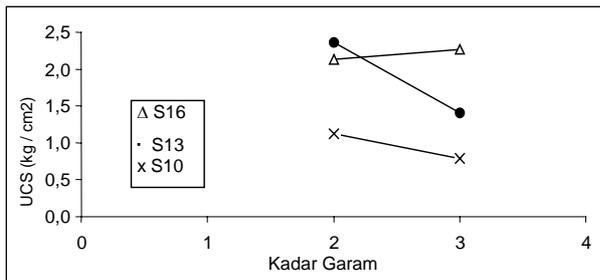
Gambar 2, menunjukkan bahwa kadar garam 2% memberikan penurunan kadar air lebih kecil dibanding kadar garam 3%; disini, kadar PC berpengaruh. Lebih banyak PC, penurunan kadar air lebih kecil, bahkan pada PC 16% kadar air sedikit meningkat terlihat dari kemiringan grafik dari curing 14 hari ke curing 28 hari. Hal ini tidak terjadi pada komposisi garam 3%.

Gambar 3, 4, dan 5 menunjukkan pengaruh kadar garam terhadap nilai UCS, masing-masing, untuk curing 7, 14, dan 28 hari. Ketiga gambar menunjukkan pola yang tidak konsisten. Misal, untuk kadar

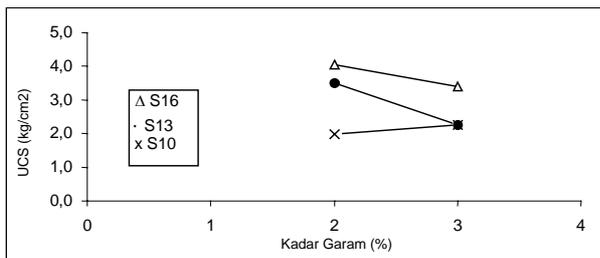
PC 16%, pada curing 7 hari (Gambar 3) UCS meningkat dengan naiknya kadar garam; tapi untuk curing 14 dan 28 hari justru menurun. Untuk kadar PC 13%, nilai UCS berkurang dengan bertambahnya kadar garam pada curing 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Disini tampak jelas kuatnya pengaruh curing terhadap hubungan antara UCS dan kadar garam.



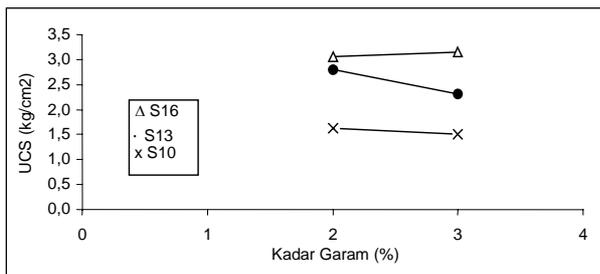
Gambar 2. Hubungan *Water Content* (Kadar Air) dengan *Curing Time*



Gambar 3. Pengaruh Kadar Garam Terhadap UCS untuk *Curing* 7 Hari.



Gambar 4. Pengaruh Kadar Garam Terhadap UCS untuk *Curing* 14 Hari.



Gambar 5. Pengaruh Kadar Garam Terhadap UCS untuk *Curing* 28 Hari.

2. California Bearing Ratio (CBR)

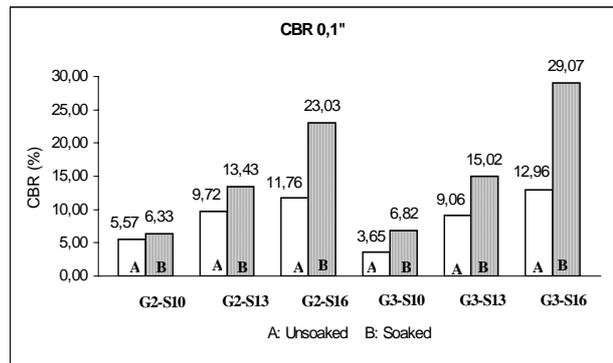
Pengukuran CBR, *soaked* dan *unsoaked*, ditetapkan pada, masing masing, penetrasi 0,1” dan 0,2”. Berhubung dengan adanya keterbatasan, pengujian dilakukan untuk curing 7 hari saja. Hasilnya terlihat pada Tabel 2.

Secara umum CBR *soaked* memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan nilai CBR *unsoaked*. Ini disebabkan distribusi garam lebih merata akibat proses *soaking*.

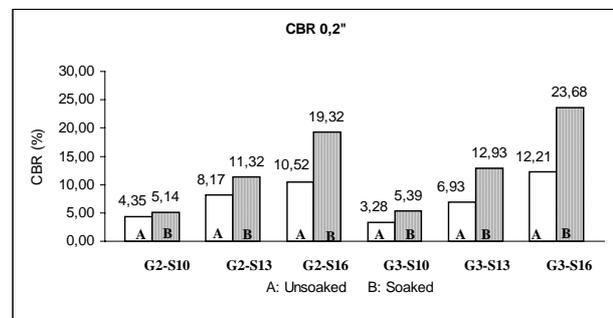
Tabel 2. Nilai-nilai CBR Tiap Komposisi

Komposisi	CBR <i>Unsoaked</i> (%)		CBR <i>Soaked</i> (%)	
	0,1”	0,2”	0,1”	0,2”
T – G2 – S10	5,57	4,35	6,33	5,14
T – G2 – S13	9,72	8,17	13,43	11,32
T – G2 – S16	11,76	10,52	23,03	19,32
T – G3 – S10	3,65	3,28	6,82	5,39
T – G3 – S13	9,06	6,93	15,02	12,93
T – G3 – S16	12,96	12,21	29,07	23,68

Peningkatan CBR ini juga berbanding lurus dengan kadar PC yang dipakai. Lebih detail, lihat Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Nilai-nilai CBR Penetrasi 0,1” (*Soaked* dan *Unsoaked*)

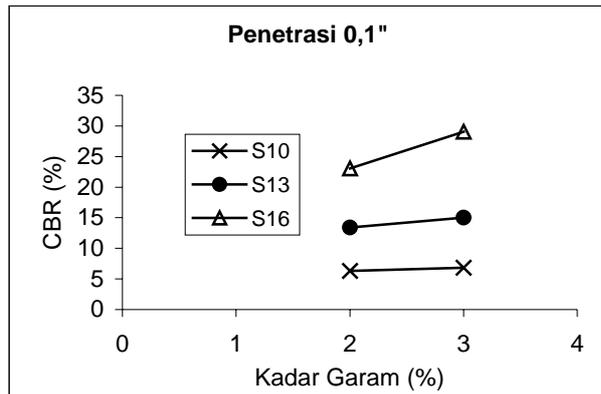


Gambar 7. Nilai-nilai CBR Penetrasi 0,2” (*Soaked* dan *Unsoaked*)

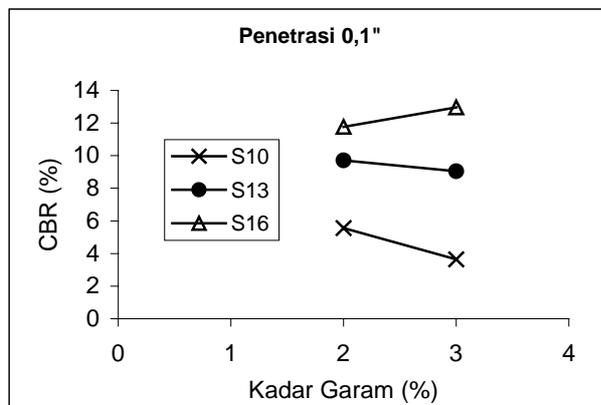
Peningkatan CBR terbesar terjadi pada komposisi 2% garam dan 16 % PC, baik untuk CBR penetrasi 0.1” maupun penetrasi 0.2”. Nilai CBR penetrasi 0.1

lebih besar dari CBR penetrasi 0.2 mengindikasikan bahwa semakin jauh dari permukaan, ketahanan terhadap penetrasi semakin kecil. Kemungkinan hal ini disebabkan pengaruh luar, seperti suhu udara.

Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan pengaruh kadar garam terhadap nilai CBR *unsoaked* dan CBR *soaked*.



Gambar 8. Pengaruh Garam Terhadap Nilai CBR 0,1" (*Soaked*)

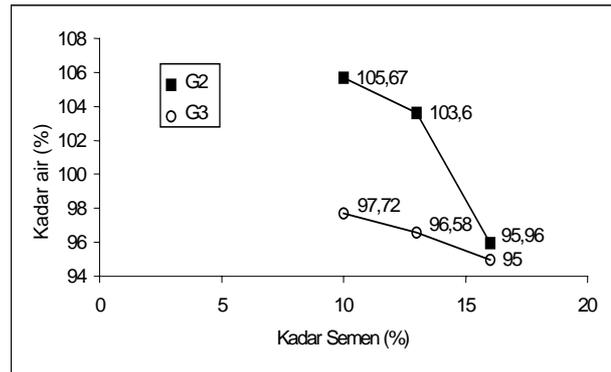


Gambar 9. Pengaruh Garam Terhadap Nilai CBR 0,1" (*Unsoaked*)

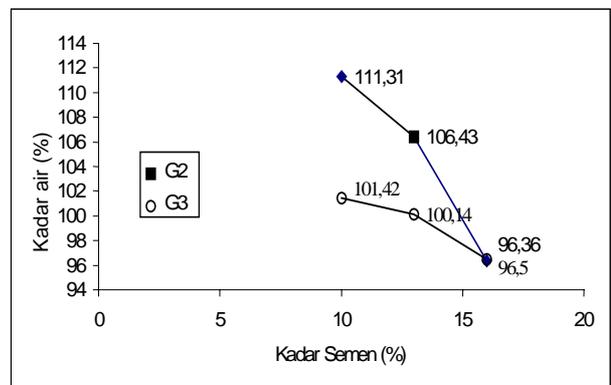
Kedua gambar di atas menunjukkan adanya peningkatan nilai CBR sejalan dengan bertambahnya kadar PC, baik untuk penetrasi 0.1" maupun penetrasi 0.2".

Untuk *unsoaked* CBR, Gambar 9, pada penetrasi 0,1" terjadi penurunan dengan meningkatnya kadar garam, tapi pada kadar PC 16% malah terjadi peningkatan. Hal yang sama juga terjadi pada penetrasi 0.2". Ini menunjukkan dominasi dari PC.

Secara umum, nilai *soaked* CBR lebih tinggi dari nilai *unsoaked* CBR. Ini mengindikasikan bahwa perendaman (*soaked*) membuat reaksi pozzolanic lebih merata di seluruh bagian benda uji.



Gambar 10. Pengaruh Kadar Garam Terhadap Kadar Air Tanah (*Unsoaked*)



Gambar 11. Pengaruh Kadar Garam Terhadap Kadar Air Tanah (*Soaked*)

Yang menarik dari Gambar 10 dan Gambar 11 adalah terjadinya titik konvergensi pada kisaran kadar PC 16%. Ini berarti kadar air tanah (*water content*), dalam hal ini benda uji, sangat ditentukan oleh kadar PC. Kadar air tanah untuk garam 2% lebih tinggi dari garam 3% mengindikasikan makin besar kadar garam, makin sedikit molekul air bebas.

KESIMPULAN

Dari evaluasi hasil penelitian ini terlihat bahwa untuk kadar garam 2% dan 3%, kadar PC optimum terletak pada kisaran 16%, dua kali dari hasil yang didapat oleh [1].

Disamping sebagai kristal, garam juga berfungsi sebagai larutan, oleh karena itu kadar air tanah asli menjadi faktor pertimbangan dalam penentuan jumlah PC. Penelitian yang lebih luas dan komprehensif masih diperlukan, khususnya, untuk meningkatkan jaminan stabilitas tanah liat sangat lunak terhadap efek jangka panjangnya (*long term effect*).

DAFTAR PUSTAKA

1. Tan, M.W. dan Arisutji, L, *Pengaruh Prosentase Semen terhadap Sifat Teknis Tanah Liat Lunak*, Skripsi No. 623. S, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 1995.
2. Karmila, M., *Perbaikan Tanah Liat Lunak dengan Menggunakan Quicklime dan Garam*, Skripsi No. 1103 S, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 2001.
3. Davidson, D.T., *Soil Stabilization with Chemicals*, Iowa State University of Science and Technology, 1960.
4. Osula, D.O.A., Laboratory Trial of Soil– Sodium Chloride–Cement Stabilization for Problem Laterite, *Journal of Transportation Engineering*, Vol. 119, No. 1, January/February, 1993.