Jurnal TEKNIK SIPIL Volume 14, No. 2, April 2017, 118-123

# KUAT TEKAN TANAH LEMPUNG PLASTISITAS TINGGI YANG DISTABILISASI PADA INDEKS LIKUIDITAS 0.5 DAN 0.75 MENGGUNAKAN SEMEN

**Yusep Muslih Purwana[1], Raden Harya Dananjaya[2] dan Ramzi Yahya[3]**

*[1,2] Grup Riset Geoscience, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,*
*[3]Laboratorium Mekanika Tanah, Prodi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret,*
*Jl. Ir. Sutami 36 A Surakarta*
*Email:* ymuslih@yahoo.com, dananjaya.harya@gmail.com, ramzi.yahya92@gmail.com

**Abstract:** High plasticty clay is classified as soft clay with low bering capacity and strength. Stabilisarion is required to increase its engineering properties. The mixing with cement has been conducted to stabilise the soil. The influence of cement and water-cement factor towards compressive strength during variation of curing time was investigated. Unconfined compressive strength (UCS) test has been conducted on stabilised soil with the variation of cement of 5%, 10%, and 15% wet mass with the water-cement factor of 20%, 25%, 30%, and 35%. The variation of curing time were 0, 3, 7, and 14 days. The soil was stabilised in the condition of liquidity index of 0.5 and 075. The result indicates that the higher the cement proportion, the higher the strength. However, the higher the water-cement factor, the the lower the strength. Other than that, it is found that the stabilisation on the soil with lower liquidity index, produces the higher strength. The highest strength is resulted from the soil with liquidity index of 0.5, mixed with 15% cement with the water-cement factor of 20%. The strength resulted from this condition is 29.5 times compared to that the initial unstabilised soil.

**Keywords**: cement stabilisation compressive strength, high plasticity clay

**Abstrak:** Tanah lempung plastisitas tinggi diklasifikasikan sebagai tanah lunak dengan daya dukung dan kekuatan yang rendah. Stabilisasi tanah dibutuhkan untuk meningkatkan sifat tekniknya. Pencampuran tanah menggunakan semen telah dilakukan untuk menstabilisasi tanah ini. Pengaruh semen dan faktor air semen terhadap kuat tekan tanah dengan masa perawatan yang berbeda telah diinvestigasi. Uji kuat tekan bebas tanah (UCS) dilakukan pada tanah yang distabilisasi dengan kandungan semen 5%, 10%, dan 15% dari berat basah tanah dengan faktor air semen 20%, 25%, 30%, dan 35% dari berat semen. Masa perawatan sampel adalah 0, 3, 7, dan 14 hari. Tanah distabilisasi pada indeks likuidtias 0.50 dan 0.75. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi semen yang digunakan, maka semakin besar peningkatan kuat tekan tanah, namun sebaliknya semakin tinggi faktor air semen yang digunakan, maka kuat tekan tanah semakin berkurang. Selain itu, tanan yang distabilisasi pada indeks likuiditas yang lebih rendah memberikan kuat tekan yang lebih tinggi. Kuat tekan tanah tertinggi dicapai pada campuran semen 15% dengan faktor air semen 20% yang distabilisasi pada indeks likuiditas 0.50, dimana kuat tekan tanah meningkat hingga 29.5 kali dari kuat tekan semula.

**Kata kunci**: kuat desak, lempung plastisitas tinggi, stabilisasi semen

## PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanah bermasalah yang memiliki kuat tekan yang rendah adalah tanah lempung plastisitas tinggi. Tanah lempung plastisitas tinggi biasanya digolongkan sebagai tanah lunak dengan daya dukung dan kekuatan yang rendah. Untuk tanah seperti ini, stabilisasi tanah perlu dilakukan untuk meningkatkan sifat mekanisnya sehingga memiliki daya dukung tanah yang memadai. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah dengan mencampurkan suatu material kimiawi tertentu ke dalam tanah seperti kapur, *fly ash*, semen, garam, dan yang lainnya.

Semen merupakan salah satu bahan tambah yang telah digunakan secara luas untuk menstabilisasi tanah bermasalah seperti menstabilisasi tanah lunak menggunakan *deep soil cement mixing* dan *jet grouting* dan menstabilisasi tanah ekspansif dengan *cement mixing and compaction* (Al-Rawas dkk, 2005; Bergado dkk 1996; Horpibulsuk dkk 2011; Kamruzzaman dkk 2009; Ma dkk, 2014; Zhao, 2015).

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian stabilisasi tanah menggunakan *ordinary portland cement*. Mereka menyimpulkan bahwa reaksi kimia antara semen dan lempung menghasilkan material komposit semen dan meningkatkan kekuatan tanah (Rashis dkk, 2014). Penambahan semen pada tanah kohesif dapat mengurangi batas cair, indeks plastisitas, dan potensi pengembangan tanah, selain itu juga meningkatkan batas susut dan kuat gesernya (Bahar dan Kenai 2004; Ho dan Chan, 2011; Zhao, 2015).

Penelitian lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan tanah yang distabilisasi menggunakan semen. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhinya adalah jenis tanah, kadar air tanah, proporsi semen, faktor air semen, masa perawatan, dan kondisi lingkungan (Farouk dan Shahien, 2013; Ghosh dkk, 2011; Sasanian dkk, 2014; Rashis dkk 2014

Pada umumnya, penelitian yang sudah dilakukan menggunakan kondisi tidak terrendam. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh rendaman pada stabilisasi semen, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memperkaya basis data yang ada.

## TINJAUAN PUSTAKA

Banyak penelitian yang telah dilakukan dalam upaya stabilisasi tanah lempung plastisitas tinggi. Penelitian-penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mencari parameter-parameter yang mempengaruhi stabilisasi tanah atau dengan mencoba material-material tambahan baru yang mungkin efektif untuk stabilisasi.

Horpibulsuk dkk (2011) melakukan pengujian terhadap stabilisasi tanah menggunakan semen. Penelitian dilakukan terhadap 3 jenis tanah yang berbeda yaitu lanau lempung, lanau, dan laterit dengan menggunakan proporsi semen 7% dan 13%. Dari hasil pengujian kuat tekan tanah tidak terkekang pada tanah-tersemen dengan masa perawatan 7 hari, menunjukkan bahwa penambahan proporsi semen akan meningkatkan kuat tekan tanah untuk setiap jenis tanah.

Penelitian mengenai pengaruh masa perawatan terhadap kuat tekan tanah telah dilakukan oleh Ghosh dkk (2011). Penelitian dilakukan pada jenis tanah lempung lunak yang berasal dari 4 lokasi yang berbeda. Stabilisasi dilakukan menggunakan proporsi semen 6% hingga 15% terhadap berat kering tanah. Pencampuran dilakukan dalam kondisi batas cair tanah (*liquid limit*) dan dilakukan perawatan selama 7- 56 hari. Hasil pengujian menggunakan alat uji kuat tekan tanah tidak terkekang menunjukkan perilaku yang sama untuk ke-4 sampel tanah, yaitu kuat tekan tanah mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya proporsi semen namun penambahan kadar air tanah justru akan menurunkan kuat tekannya.

Xiao dan Lee (2008) telah melakukan penelitian mengenai pengaruh masa perawatan terhadap perilaku tanah lempung laut yang distabilisasi menggunakan semen. Perawatan dilakukan selama 7 hingga 180 hari dengan variasi proporsi semen dan kadar air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai kuat tekan bebas tanah secara signifikan. Peningkatan kuat tekan bebas tanah-tersemen terjadi seiring dengan bertambahnya masa perawatan. Demikian pula terjadi

peningkatan tanah seiring dengan bertambahnya proporsi semen.

Zhao (2015) telah melakukan uji kuat tekan tanah tidak terkekang pada tanah lempung yang distabilisasi menggunakan semen dalam masa perawatan yang lama, yaitu 1 hingga 90 hari. Tanah yang diteliti diklasifikasikan sebagai jenis tanah lempung plastisitas tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah yang telah distabilisasi memiliki kuat tekan yang lebih besar, dan mengindikasikan tidak adanya tanda bahwa kuat tekan tanah berhenti meningkat pada masa perawatan 90 hari.

Jurnal ini membahas hasil dari penelitian mengenai pengaruh proporsi semen dan faktor air semen terhadap stabilisasi tanah lempung plastisitas tinggi dengan indeks likuiditas awal tanah yang berbeda.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, stabilisasi dilakukan pada tanah dengan kondisi indeks likuiditas 0.5 dan 0.75 menggunakan variasi semen dengan proporsi 5%, 10%, dan 15% dari berat tanah basah dan variasi FAS 20%, 25%, 30%, 35%. Perawatan sampel dilakukan selama 0, 3, 7, dan 14 hari.

### Tanah sampel

Tanah yang distabilisasi dalam penelitian ini adalah tanah lempung plastisitas tinggi yang berasal dari daerah rawa di Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia. Tanah diambil dengan kondisi terganggu pada kedalaman 0.2-0.6 m. Indeks propertis tanah sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

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 |
| Lolos saringan no. 200 (%) | | 95.98 |
| Klasifikasi tanah (USCS) | | CH |

### Persiapan sampel

Untuk mengondisikan tanah dengan indeks likuiditas 0.5 dan 0.75, terlebih dahulu tanah dikeringkan menggunakan oven dengan suhu $110^0$ C selama 24 jam. Kondisi tanah setelah dikeringkan dianggap memiliki kadar air 0%. Setelah dikeringkan, tanah dicampurkan dengan kadar air sebesar 47.87% dan 57.18% untuk mencapai indeks likuiditas tanah 0.5 dan 0.75. Tanah yang telah dikondisikan kemudian dicampur menggunakan semen dan FAS dengan proporsi yang telah ditentukan. Pengambilan sampel langsung dilakukan setelah pencampuran selesai kemudian dimasukkan ke dalam pipa silinder dan ditutup rapat selama masa perawatannya.

### Pengujian Sampel

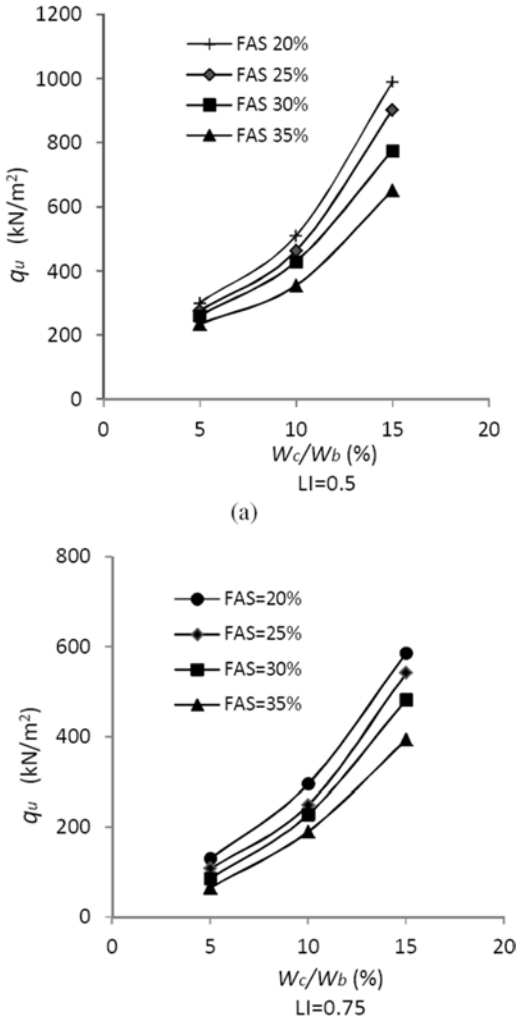
Pengujian sampel dilakukan menggunakan alat uji kuat tekan tidak terkekang (UCS) dengan berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 6887:2012. Standar ini merupakan adopsi dari ASTM Designation: D 1633 – 00, *Standard Test Methods for Compressive Strength of Molded Soil-Cement Cylinders.*

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh semen terhadap kuat tekan tanah

Untuk mengetahui pengaruh semen terhadap kuat tekan tanah yang telah distabilisasi, dilakukan pengujian terhadap tanah yang distabilisasi menggunakan proporsi semen ($W_c/W_b$) yang berbeda, yaitu 5%, 10%, dan 15%. Pengujian dilakukan setelah masa perawatan sampel selama 0, 3, 7, dan 14 hari. Hasil pengujian berupa kuat tekan tanah ultimate ($q_u$) disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 1.

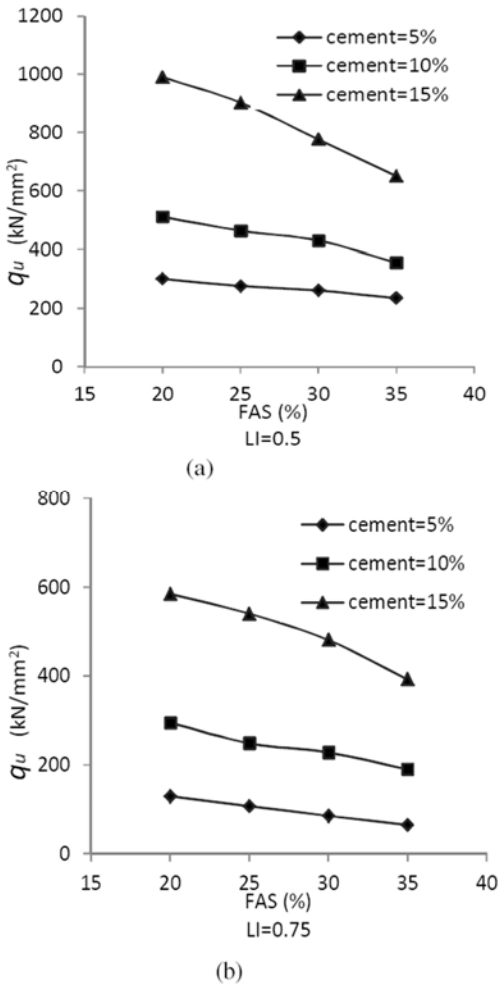
Gambar 1 menunjukkan grafik pengaruh semen terhadap kuat tekan tanah yang telah distabilisasi. Pada masa perawatan selama 0 hari tidak terlihat perbedaan yang signifikan dari kuat tekan tanah dengan proporsi semen yang berbeda, ini dikarenakan semen belum mengeras. Sedang pada masa perawatan selama 14 hari perbedaan kuat tekan tanah tiap proporsi semen terlihat signifikan, dimana semakin besar proporsi semen yang digunakan kuat tekannya semakin tinggi.




Gambar 1. Pengaruh proporsi semen terhadap kuat tekan tanah pada masa perawatan 14 hari, (a) LI = 0.5 dan (b) LI=0.75

**Pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan tanah**

Untuk mengetahui pengaruh FAS terhadap kuat tekan tanah, dilakukan pengujian terhadap stabilisasi tanah menggunakan proporsi semen 5%, 10%, dan 15% dengan variasi FAS 20%, 25%, 30%, dan 35% dari berat semen. Pengujian dilakukan setelah masa perawatan tanah-tersemen selama 14 hari. Hasil pengujian berupa grafik hubungan FAS terhadap kuat tekan tanah ($q_u$) ditunjukkan pada Gambar 2




Gambar 2. Pengaruh FAS terhadap kuat tekan tanah pada (a) LI=0.5 dan (b) 0.75

Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan FAS akan menyebabkan penurunan kuat tekan tanah. Penurunan kuat tekan yang terjadi berbeda-beda pada tiap proporsi semennya. Penurunan terbesar terjadi pada proporsi semen 15% dan penurunan terkecil terjadi pada proporsi semen 5%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar proporsi semen maka semakin besar pengaruh FAS, sehingga penggunaan FAS perlu diperhitungkan.

Tanah yang distabilisasi pada indeks likuiditas 0.5 memiliki kuat tekan tanah yang lebih baik dibandingkan tanah yang distabilisasi pada indeks likuiditas 0.75. Hal ini dikarenakan kadar air awal tanah juga digunakan oleh semen dalam reaksi hidrasinya, sehingga tanah dengan kandungan air yang tinggi akan memiliki kuat tekan yang lebih rendah karena

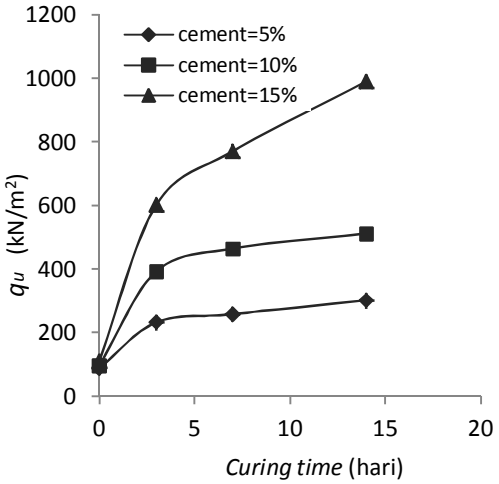
jumlah air optimum yang dibutuhkan oleh semen untuk bereaksi adalah ±25%.

Terlihatat pula bahwa pengaruh semen terhadap kuat tekan tanah berbentuk kurva, tidak linier. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh semen tidak sama untuk setiap perubahan proposi semen, akan tetapi semakin besar proporsi semen yang digunakan maka pengaruhnya semakin besar. Sebagai contoh, pada penggunaan semen 5% - 10%, tanah mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata 42.03 kN/m$^2$ untuk tiap persennya, sedangkan pada penggunaan semen 10%-15% peningkatan rata-ratanya adalah 95.72 kN/m$^2$ tiap persennya.

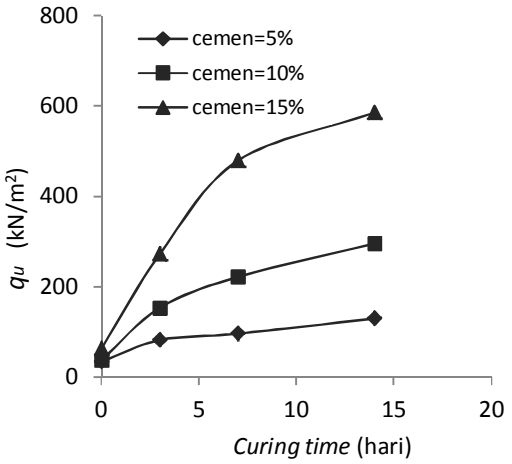
**Pengaruh masa perawatan terhadap kuat tekan tanah**

Pengujian sampel tanah-tersemen dilakukan pada masa perawatan yang bervariasi. Pengujian dilakukan setelah masa perawatan selama 0, 3, 7, dan 14 hari. Stabilisasi dilakukan pada tanah dengan kondisi indeks likuiditas 0.5 dan 0.75 menggunakan semen dengan proporsi 5%, 10%, dan 15% dan FAS tetap sebesar 20%. Hasil pengujian berupa kuat tekan tanah ultimate ($q_u$) setiap sampel disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 3.

Ketiga kurva dari gambar tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan tanah meningkat seiring dengan bertambahnya masa perawatan tanah. Peningkatan yang terjadi berbeda-beda tiap proporsi semennya, demikian pula kecepatan peningkatan kuat tekan tanah. Terlihat bahwa tanah yang distabilisasi pada indeks likuiditas 0.5 mengalami penurunan kecepatan peningkatan kuat tekan tanah pada hari ke-3 hingga hari ke-4. Hal ini ditandai dengan adanya perubahan kemiringan garis. Pada hari ke-0 hingga hari ke-3 tanah, rata-rata peningkatan kuat tekan tanah pada campuran semen 15% adalah sebesar 163.57 kN/m$^2$ per harinya, sedangkan pada hari ke-4 hingga hari ke-14 hanya sebesar 31.31 kN/m$^2$ per harinya.




(a)




(b)

Gambar 3. Pengaruh masa perawatan terhadap kuat tekan tanah pada (a) LI=0.5 dan dan LI=0.75

**KESIMPULAN**

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

1. Semakin besar proporsi campuran semen maka semakin besar peningkatan kuat tekan tanah.
2. Kuat tekan tanah meningkat seiring dengan bertambahnya masa perawatan.
3. Penambahan FAS justru akan menyebabkan penurunan kuat tekan tanah dan semakin besar pengaruhnya pada proporsi semen yang lebih besar.
4. Tidak terdapat titik puncak maksimum dari perubahan nilai kuat tekan tanah yang distabilisasi baik pada variasi proporsi

semen, faktor air semen, dan masa perawatan.

5. Peningkatan kuat tekan tanah tertinggi dalam penelitian ini dicapai dengan menggunakan campuran semen 15% dan FAS 20%, dimana kuat tekan tanah tertingginya adalah 989.92 kN/m$^2$ dengan kuat tekan awal tanah sebelum stabilisasi adalah 33.56 kN/m$^2$ atau meningkat sebesar 956.36 kN/m$^2$.

## DAFTAR PUSTAKA


Al-Rawas, A. A., Hago, A. W., & Al-Sarmi, H. 2005. Effect of lime, cement and Sarooj (artificial pozzolan) on the swelling potential of an expansive soil from Oman. Building and Environment, 40, 681–687.

Bahar, R., Benazzoug, M., & Kenai, S. 2004. Performance of compacted cement stabilized soil. Cement and Concrete Composites, 25, 633–641.

Bergado, D. T., Anderson, L. R., Miura, N., & Balasubramaniam, A. S. 1996. Soft ground improvement in lowland and other environments. New York, NY: ASCE.

Farouk A, Shahien M.M, 2013. Ground Improvement Using Soil-Cement Columns: Experimental Investigation. Alexandria Engineering Journal (2013) 52, 733-740.

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.

Ho, M.-H., & Chan, C.-M. 2011. Some mechanical properties of cement stabilized Malaysian soft clay. Word Academy of Science, Engineering and Technology, 50, 24–31.

Horpibulsk, S., Rachan, R., Suddeepong, A., & Chinkulkijniwat, A. 2011. Strength development in cement admixed Bangkok clay: laboratory and field investigations. Soils and Foundations, 51, 239–251.

Kamruzzaman, A., Chew, S., & Lee, F. 2009. Structuration and destructuration behavior of cement-treated Singapore marine clay. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, 135, 573–589.

Ma, C., Chen, L., & Chen, B. 2014. Analysis of strength development in soft clay stabilized with cement-based stabilizer. Construction and Building Materials, 71, 354–362.

Saeed, A., Kassim, K. A., & Nur, H. 2014. Physicochemical characterization of cement treated kaolin clay. Gradevinar, 66, 513–521.

Xiao, W. H., & Lee, H. F. 2008. Curing time effect on behavior of cement treated marine clay. International Journal of Civil Engineering, Environmenterl, Structural, Construction and Architectural Engineering Vol:2, No:7.