

# PENGARUH SEMEN PADA TANAH LEMPUNG PLASTISITAS RENDAH TERHADAP NILAI CBR

A.M.Indriani<sup>1\*)</sup>, Gunaedy Utomo<sup>1</sup>, M.N. Fadhillah<sup>1</sup>

Universitas Balikpapan, Kota Balikpapan

<sup>\*)</sup>Email: andi.marini@uniba-bpn.ac.id

## ABSTRAK

*Perilaku tanah seringkali menjadi tantangan tersendiri bagi seorang Civil Engineering dalam merencanakan suatu konstruksi baik untuk jalan ataupun bangunan. Tanah lempung memiliki sifat ekspansif yang artinya pada saat musim kemarau tanah lempung memiliki sifat kaku dan daya dukungnya tinggi tetapi pada saat musim penghujan, kadar air meningkat dan menjadi jenuh, tanah akan mengembang dan daya dukungnya menurun sehingga berbahaya bagi bangunan dan pondasi. Salah satu metode perbaikan tanah yang mulai banyak dikembangkan saat ini adalah dengan menambahkan zat adiktif seperti semen untuk membentuk tanah menjadi soil-cement guna memperbaiki sifat mekanis tanah dan meningkatkan daya dukungnya. Dalam penelitian ini dilakukan analisa perubahan nilai CBR tanah lempung low plasticity yang diberi penambahan semen dengan variasi penambahan sebesar 5%, 10% dan 15% terhadap  $\tau_d$  lempung. Hasil pengujian sampel setelah dilakukan pemeraman dan perendaman ternyata terjadi peningkatan nilai CBR yang cukup signifikan dimana pada penambahan 5% semen terjadi peningkatan sebesar 3 kali lipat dan pada penambahan 15% semen terjadi peningkatan hampir 4 kali lipat dibandingkan dengan tanah lempung yang tidak di stabilisasi.*

**Kata kunci** : lempung, zat adiktif, semen, CBR, stabilisasi

## EFFECT OF CEMENT ON LOW PLASTICITY CLAY SOIL ON CBR VALUES

### ABSTRACT

*Soil behavior is often a challenge for a Civil Engineer in planning a construction for roads or buildings. Clay soils have expansive properties, which means that during the dry season, clay soils are stiff and have high bearing capacity, but during the rainy season, the water content increases become saturated that the soil expands and its bearing capacity decreases, making it dangerous for buildings and foundations. One method of soil improvement that is being developed at this time is by adding addictive agent such as cement to make soil into soil-cement in order to improve the mechanical properties of the soil and increase its bearing capacity. In this study, an analysis in the CBR value of low plasticity clay was carried out with the addition cement with variations of 5%, 10% and 15% of the  $\tau_d$  clay. The results of the sample test after curing and soaking turned out to be a significant increase in the CBR value where at the addition of 5% cement there was an increase of 3 times and at the addition of 15% cement there was an increase of almost 4 times compared to unstabilized clay.*

**Keywords:** *clay, addictive substances, cement, CBR, stabilization*

## 1. PENDAHULUAN

Perilaku tanah seringkali menjadi tantangan tersendiri bagi seorang Civil Engineering dalam merencanakan suatu konstruksi baik untuk jalan ataupun bangunan. Terutama pada tanah lempung dimana lempung memiliki sifat ekspansif yang artinya pada saat musim kemarau tanah lempung memiliki sifat kaku dan daya dukungnya tinggi tetapi pada saat musim penghujan, kadar air meningkat dan menjadi jenuh, tanah akan mengembang dan daya dukungnya menurun sehingga berbahaya bagi bangunan dan pondasi.

Stabilisasi tanah adalah usaha untuk memperbaiki kondisi tanah guna merubah sifat-sifat tanah sehingga layak untuk digunakan sebagai lapisan bawah konstruksi, Kusuma et al., (2020). Metode perbaikan tanah dapat dilakukan dengan cara mekanik atau dengan penambahan bahan kimia, Indriani et al., (2021). Penambahan bahan kimia dapat berupa semen, kapur atau yang terbaru dengan mikroorganisme untuk membentuk tanah menjadi soil-cement guna memperbaiki sifat mekanis tanah dan meningkatkan daya dukungnya Indriani et al. (2021), Tetapi metode yang telah lama dilakukan dan memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan kekuatan tanah adalah dengan penambahan semen Firoozi et al. (2017).

Pemilihan semen sebagai bahan tambah dalam proses rekayasa geoteknik guna meningkatkan ikatan antar muka partikel banyak dipilih karena kemampuan mekaniknya, ketersediaan, kemudahan dalam pelaksanaan dan harga, Ghadir & Ranjbar (2018). Namun perilaku mekanis tanah yang distabilisasi dengan semen tidak semuanya sama, hal ini tergantung pada jenis tanah, metode pemadatan, dan lingkungan sekitarnya, Firoozi et al., (2017). Itulah sebabnya perlu dilakukan

penelitian mendalam tentang perilaku mekanis tanah khususnya lempung *low plasticity* yang distabilisasi dengan semen untuk mendapatkan gambaran yang lebih spesifik terutama pada perubahan nilai CBR.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan tanah dengan butiran sangat kecil yang berukuran lebih kecil dari 0.002 mm. Partikel tanah lempung sangat halus dan berbentuk pipih. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada saat kadar airnya meningkat. Pada saat kadar air tinggi, tanah lempung akan bersifat lengket dan lunak, Wulandari & Tjandra (2018). Pada kondisi kering, tanah lempung memiliki daya dukung tinggi tetapi cenderung mengalami penurunan seiring peningkatan kadar air.

### 2.2 Semen

Semen (*cement*) tersusun dari bahan baku yaitu batu kapur/gamping sebagai bahan utama serta lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras atau membatu pada pencampuran dengan air. Batu kapur/gamping merupakan bahan alam yang mengandung senyawa Calcium Oksida (CaO), sedangkan lempung/tanah liat adalah bahan alam yang mengandung senyawa: Silika Oksida (SiO<sub>2</sub>), Aluminium Oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), Besi Oksida (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan Magnesium Oksida (MgO).

### 2.3 California Bearing Rasio (CBR)

CBR adalah perbandingan beban penetrasi suatu lapisan atau bahan tanah terhadap bahan standar dengan kedalaman dan kecepatan penetrasi yang sama. Kegunaan CBR untuk mendapatkan nilai daya dukung tanah dalam keadaan padat maksimum. Untuk mendapatkan nilai

CBR laboratorium maka sampel tanah dimasukkan dengan membagi menjadi 3 layer dimana setiap layer di tumbuk dengan jumlah tumbukan 56x.

### 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini material yang digunakan adalah *clay low plasticity* yang diambil dari kota Balikpapan dengan cara konvensional yaitu dengan menggunakan cangkul dan dimasukkan dalam karung kemudian ditutup plastik untuk menjaga kadar air naturalnya seperti ditunjukkan dalam **Gambar 1**.



**Gambar 1** Pengambilan sampel dengan cara konvensional

Jenis tanah lempung yang digunakan memiliki sifat fisik dan mekanik seperti ditampilkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1** Sifat fisik dan mekanik lempung

Phisic Properties	Value	Unit
Water content (Wc)	24.47	%
Specific Gavity (Gs)	2.55	-
Liquid Limit (LL)	33.9	%
Plastic Limit (PL)	21.97	%
Ideks Plastisitas (IP)	11.93	%
Pass No. 200	82.5	%
Mechanic Propertis		
$\gamma_d$	1.625	gr/cm <sup>3</sup>
OMC	15.7	%
CBR soaked	4.8	%

Material semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis Portland cement Type I yang banyak di toko bangunan. Proses pengujian tanah asli seperti ditampilkan dalam Gambar 2.



(a)



(b)

**Gambar 2** Pengujian Tanah Asli

Dalam penelitian ini dibuat dalam 4 variasi sampel berdasarkan volume semen yang ditambahkan yaitu 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap berat volume tanah kering maksimum dari hasil pengujian proctor. Setelah tanah dan semen di campur kemudian dicetak dalam mold CBR dengan dibuat dalam 3 lapisan. Setiap lapisan dipadatkan dengan 56 kali tumbukan kemudian di peram selama 3 hari lalu direndam untuk mendapatkan nilai CBR soaked. Lama perendaman adalah sampai dengan nilai pengembangan (*swelling*) tidak lagi mengalami perubahan atau volumenya sudah Konstan. Sampel diangkat dari bak rendaman dan dikeringkan sebentar hingga tidak ada lagi air yang menetes keluar dari mold sampel kemudian di uji dengan menggunakan metode pengujian CBR sesuai dengan SNI-1744-1989.

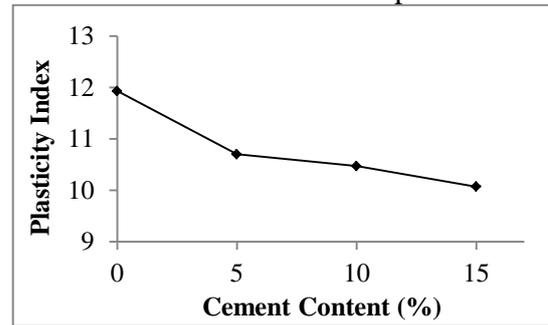
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisa saringan diketahui bahwa 82,5% sampel tanah asli yang digunakan lolos saringan No. 200 yang artinya sampel merupakan tanah berbutir halus. Dengan nilai GS sebesar 2,55 yang artinya termasuk kategori lempung organik. Dari hasil pengujian Atterebeg, diperoleh nilai batas cair (LL) sebesar 33,9 dan nilai plastisiti indek sebesar 11,93, setelah diplotkan dalam kurva system klasifikasi USCS untuk tanah berbutir halus maka dapat diketahui bahwa tanah lempung tersebut masuk kategori CL (*clay low plasticity*). Hasil pengujian standard proctor yang dilakukan pada sampel tanah asli diketahui bahwa berat volume tanah kering maksimumnya ( $\gamma_d$ ) adalah sebesar 1,625 gr/cm<sup>3</sup> dan kadar air optimum sebesar 15,7% dan setelah di uji dengan CBR *soaked* di peroleh nilai sebesar 4,8%.

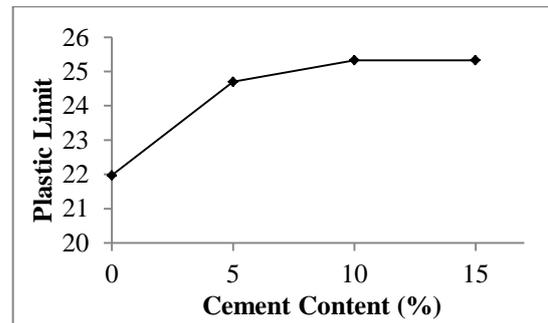
Artinya bahwa daya dukung tanah tersebut sangatlah kecil, jika hendak digunakan sebagai material lapis pondasi subgrade jalan karena material tanah tidak memenuhi standard dimana Bina Marga mensyaratkan nilai CBR soaked adalah minimal 6%, sehingga perlu dilakukan upaya stabilisasi untuk dapat meningkatkan daya dukungnya dan memenuhi standard minimal Bina Marga sebagai material lapis pondasi jalan.

Setelah dilakukan proses stabilisasi dengan menambahkan semen, menggunakan variasi campuran sebesar 0%, 5%, 10% dan 15% sifat fisik sampel tanah mengalami perubahan terutama pada nilai *plastic limit* dan indek plastisitas dimana nilai *plastic limit* terus mengalami peningkatan sedangkan nilai indek plastisitas terus mengalami penurunan seiring dengan peningkatan persentase semen seperti ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Firoozi et al., (2017) dimana semen meningkatkan batas

plastis dan mengurangi batas cair, yang terutama menurunkan indeks plastisitas.

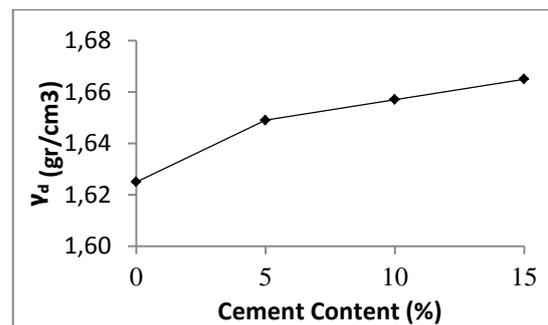


**Gambar 3** Hubungan antara persentase semen dan indeks plastisitas



**Gambar 4** Hubungan antara persentase semen dan plastis limit

Perubahan nilai berat volume tanah kering juga terjadi setelah penambahan semen pada tanah lempung plastisitas rendah. Setelah pengujian modified proctor dilakukan terlihat perubahan berat volume tanah kering seperti ditunjukkan pada **Gambar 5**.

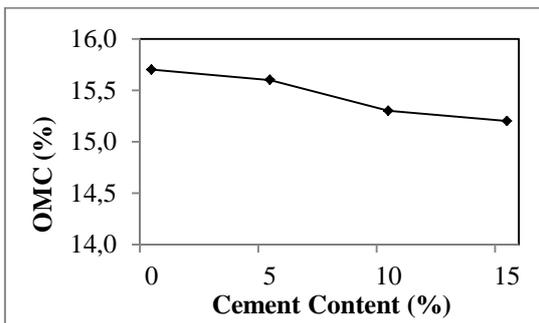


**Gambar 5** Hubungan antara persentase semen dan  $\gamma_d$

Hal ini disebabkan oleh sifat semen yang menyerap air dan tekstur semen yang halus sehingga dapat mengisi pori-pori tanah lempunf. Penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan

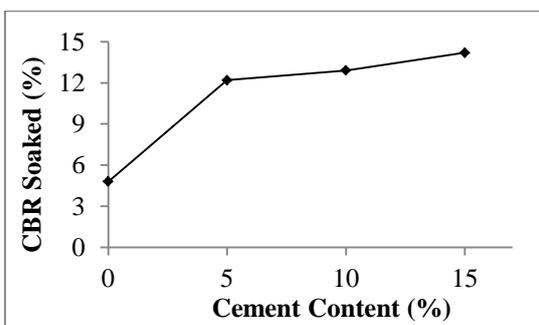
oleh Hariyanto & Jatmiko (2021) dimana penelitian yang dilakukan dengan penambahan semen sebesar hingga 17% terjadi peningkatan merata volume tanah kering.

Perubahan nilai berat volume tanah kering tentu mempengaruhi oleh kadar air optimum (OMC) seperti perubahan yang terjadi pada penambahan konsentrasi semen. Perubahan OMC dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 6** Hubungan antara persentase semen dan OMC

Setelah dilakukan pemeraman dan perendaman maka diperoleh perubahan nilai CBR seperti ditunjukkan pada **Gambar 7**.



**Gambar 7** Hubungan antara persentase semen dan CBR

Nilai CBR setelah dilakukan proses stabilisasi dengan penambahan semen terjadi perubahan cukup signifikan dimana pada penambahan 5% semen nilai CBR *soaked* meningkat hingga hampir 3 kali lipat dimana sebelumnya nilai CBR *soaked* tanah lempung yang tidak distabilisasi sebesar 4,8% tetapi setelah distabilisasi meningkat menjadi 12,2%.

Pada penambahan 10 % semen juga terjadi perubahan bilai CBR *soaked* dimana peningkatan yang terjadi sebesar 12,9% dan pada penambahan 15% semen terjadi peningkatan sebesar 14,2% atau hampir 4 kali lipat. Ini berarti penambahan semen pada tanah yang memiliki plastisitas rendah ternyata memberikan hasil yang cukup baik dalam meningkatkan daya dukung tanahnya dan hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kusuma et al., (2020) dimana penambahan semen pada tanah lempung meningkatkan nilai CBR tanah lempung dimana penambahan semen sebesar 10% setelah masa peram 7 hari dan perendaman selama 4 hari untuk mendapatkan nilai CBR *soaked* terjadi peningkatan hingga 5 kali lipat dari pada tanah yang tidak di stabilisasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yao et al., (2020) dimana penambahan semen pada tanah lempung berlanau juga terjadi peningkatan kekuatan geser tanah seiring dengan peningkatan konsentrasi semen yang ditambahkan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan semen pada tanah lempung plastisitas rendah memberikan hasil yang cukup baik dalam perubahan sifat fisik tanah seperti terlihat pada indek plastisitas tanah dimana terjadi penurunan indek plastisitas seiring dengan penambahan konsentrasi semen. Penambahan konsentrasi semen juga mempengaruhi berat volume tanah kering dimana terjadi peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi semen. Nilai CBR *soaked* juga meningkat dengan penambahan konsentrasi semen dimana terjadi peningkatan 3 kali lipat pada penambahan 5% semen dan terjadi peningkatan hingga 4 kali lipat pada penambahan 15% semen sehingga semen sangat cocok untuk digunakan dalam proses stabilisasi tanah lempung plastisitas rendah.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

Firoozi, A. A., Guney Olgun, C., Firoozi,

- A. A., & Baghini, M. S. (2017). *Fundamentals of soil stabilization*. International Journal of Geo-Engineering, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40703-017-0064-9>
- Ghadir, P., & Ranjbar, N. (2018). *Clayey soil stabilization using geopolymer and Portland cement*. Construction and Building Materials, 188, 361–371. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.07.207>
- Hariyanto, H., & Jatmiko, S. (2021). *Pengaruh Penggunaan Semen Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Di Daerah Grobogan Purwodadi*. Jurnal Ilmiah Teknosains, 7(1/Mei), 44–51. <https://doi.org/10.26877/JITEK.V7I1/MEI.8666>
- Indera Kusuma, R., Mina, E., Fathonah, W., Diah Kartika, C., Sipil, J. T., Teknik, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2020). *Stabilisasi Tanah Lempung Organik Menggunakan Semen Slag Terhadap Nilai Cbr Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (Studi Kasus Jl. Raya Kubang Laban, Desa Terate, Kecamatan Kramatwatu, Kabupaten Serang)*. Fondasi: Jurnal Teknik Sipil, 9(2), 154–164. <https://doi.org/10.36055/JFT.V9I2.9015>
- Indriani, A. M., Hariyanto, T., Djamaluddin, A. R., & Arsyad, A. (2021). *Study on Bio-cementation of Ex-coal Mining Soil as a Road Construction Material* (pp. 193–201). [https://doi.org/10.1007/978-981-16-0077-7\\_19](https://doi.org/10.1007/978-981-16-0077-7_19)
- Indriani, Andi Marini, Hariyanto, T., Djamaluddin, A. R., & Arsyad, A. (2021). *Bioremediation Of Coal Contaminated Soil As The Road Foundations Layer*. International Journal of GEOMATE, 21(84), 76–84. <https://doi.org/10.21660/2021.84.j21>
- 24
- Sri Wulandari, P., & Tjandra, D. (2018). *Pengaruh Nilai Indeks Plastisitas Tanah Lempung Terhadap Perubahan Kuat Kokoh Tanah Lempung Akibat Variasi Kadar Air*. Konferensi Nasional Teknik Sipil 12
- Yao, K., An, D., Wang, W., Li, N., Zhang, C., & Zhou, A. (2020). *Effect of nano-MgO on mechanical performance of cement stabilized silty clay*. In Marine Georesources and Geotechnology (Vol. 38, Issue 2, pp. 250–255). Taylor and Francis Ltd. <https://doi.org/10.1080/1064119X.2018.1564406>