Perbaikan Potensi Pengembangan Tanah Ekspansif dengan Metode Elektrokinetik menggunakan Larutan Kalsium Dioksida

Lydia Darmiyanti
Program Studi TeknikSipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana
Email: lydiadarmiyanti@unkris.ac.id

Abstract

The features and characteristics of expansive soil are determined by its structure and mineralogy. The mineralogy of expansive soil includes kaolinite, illine, and montmorillonite. The binding strength of the three structures weakens, with montmorillonite holding the weakest bonds. This weak van der waltz bond allows water to easily permeate montmorillonite, and its major feature is its ability to exchange ions (ion exchange capability). This situation allows water with a positive charge of two to readily enter montmorillonite, releasing its negative charge and generating swelling. Electrokinetic soil improvement is one of the approaches most compatible with expansive soil conditions. The Ca (OH)2 solution will be delivered into the soil using a potential difference provided to the soil. The results of soil development tests before and after repairs indicated a decline in swelling value.
Keyword: *Elektrokinetic, Calsium Dioxide, Swelling, Ekspansive Soil.*

Abstrak

Sifat dan karakteristik dari tanah ekspansif bergantung pada struktur dan mineraloginya. Mineralogi yang terkandung pada tanah ekspansif adalah kaolinite, illine dan montmorilonite. Kekuatan ikatan struktur ketiganya semakin lemah, dan montmorilonite merupakan mineraldengan ikatan yang paling lemah. Ikatan van deer wals yang lemah ini membuat montmorilonite sangat mudah dimasuki oleh air dan kemampuannya untuk terjadi pertukaran ion (kapasitas pertukaran ion) merupakan siri khas utamanya. Kondisi ini yang mengakibatkan air dengan muatan positif dua menjadi mudah masuk kedalam montmorilonite dengan melepaskan muatan negatifnya, dan menyebabkan pengembangan. Perbaikan tanah dengan elektrokinetik merupakan salah satu metode yang paling sesuai dengan kondisi tanah ekspansif. Larutan Ca (OH)2 akan di masukkan ke dalam tanah dengn bantuan beda potensial yang diberikan pada tanah. Dari hasil pengujian pengembangan tanah sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan terjadi penurunan nilai pengembangan.

Keywords: *Elektrokinetik, Kalsium Dioksida, Pengembangan, Tanah Ekspansif.*

1. Pendahuluan

Penyebaran tanah bermasalah di Indonesia mencapai hampir 20%. Tanah gambut dan tanah dengan kembang susut tinggi merupakan salah satu masalah yang mempuat tanah memiliki daya dukung rendah. Sifat fisik dan mekanis ini disebabkan karena proses pembentukan nya sehingga memiliki Kaolinite, illite dan montmorilonit merupakan mineralpgi yang terdapat pada tanah lempung. [1] Mineralogi montmorilonite diketahui memiliki struktur dengan ikatan yang paling lemah. Dan kemampuannya dalam bertukar ion menjadi sifat khas lainnya. Datangnya mineral dengan muatan positif membuat ion negatif pada montmorilonite akan terlepsa dan bertukar. Kondisi ini yang akan mengakibatkan terjadi perubahan fisik dan mekanis dari lempung, dan bahkan terbentul senyawa baru pada tanah. [2]

Sifat lain dari tanah lempung adalah memiliki nilai plastisitas indeks (IP) yang tinggi. Dimana semakin tinggi IP, maka potensi untuk mengembang nya semakin besar. [3] Permeabilitas tananh yang tinggi juga sifat lainnya dari tanah lempung. Kondisi ini mengakibatkan tanah lempung dengan nilai pengembangan yang tinggi mengakibatkan tanah rentan akan air dan memiliki daya dukung tanah yang rendah.

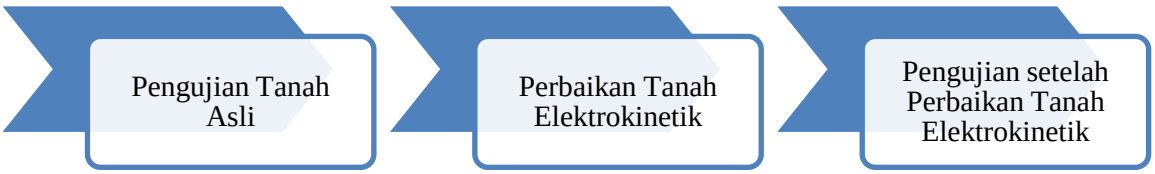
Metode perbaikan tanah lempung telah banyak dilakukan. Perbaikan dengan metode pencampuran biasa maupun dengan cara lainnya. Bahan penstabil maupun penambah untuk

memperbaiki tanah lempung juga terus berkembang. Salah satu perbaikan tanah dengan permeabilitas rendah dan platisitas tinggi adalah elektrokinetik. Suatu metode untuk memanfaatkan beda potensial yang akan mengakibatkan terjadinya aliran air dari potensial negatif ke potensial positif. Tegangan yang diberikan disalurkan dengan suatu elektroda yang memiliki sifat penghantar listrik yang baik.
Berbagai penelitian elektrokinetik telah dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis elektroda, dan ditemukan kelemahan dari elektroda tersebut salahsatunya adalah kemampuan untuk korosi terurtama pada bagian anoda. Pengantar listrik yang paling optimal dan tidak mengakibatkan korosi adalah graphite. [4], [5]
Kelemahan dari tanah ekspansif adalah kemampuannya dalam menyerap dan menangkap air ke dalam struktur tanah. Dan tantangan yang luarbiasa di Indonesia adalah kondisi iklim kemarau dan hujan. Kondisi hujan membuat tanah mengenbang, dan iklim kemarau mengakibatkan tanah menyusut. Hal ini tentu membuat terjadinya perubahan dan ketidakstabilan tanah dalam memberukan daya dukung nya.
Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian elektrokinetik dengan menggunakan larutan yang mudah masuk dalam tanah dan tidak memberikan efek negatif pada lingkungan.

2. Metode

Tanah ekspansif berasal dari Jawa Barat. Pengujian dari sifat fisik tanah asli dan tanah setelah elektrokinetik dilakukan dengan standard SNI 1964-2008 dan pengujian potensi pengembangan yang dilakukan menggunakan SNI 1965-2008. Dengan klasifikasi tanah unified dihasilkan tanah asli merupakan tanah dengan jenis CH dengan pengembangan tinggi dengan potensi pengembangan 5.8%.

Penelitian eksperimental yang dilakukan sesuai dengan tahap penelitian pada **Gambar. 1**. Perbaikan tanah elektrokinetik dilakukan dalam waktu 7 hari untuk injeksi larutan Ca(OH)2. Perubahan tegangan dan arus yang dihasilkan pada setiap jarak 50mm dibaca setiap 60menit pada 2 hari pertama dan 120menit untuk 5 hari selanjutnya. Elektrokinetik dilakukan dengan satu jenis tanah dan satu larutan kalsium dioksida dengan konsentrasi 5%. Elektroda yang digunakan adalah graphite dan elektrokinetik dilakukan dengan empat varian beda potensial. Elektrokinetik dilakukan pada 4box pengujian; XX1 12V, XX2 15V, XX3 18V dan XX4 24V. Setelah elektrokinetik selesai dilakukan tanah diperam sampai 14 hari dan dilakukan pengujian sifat fisik dan swelling lagi.



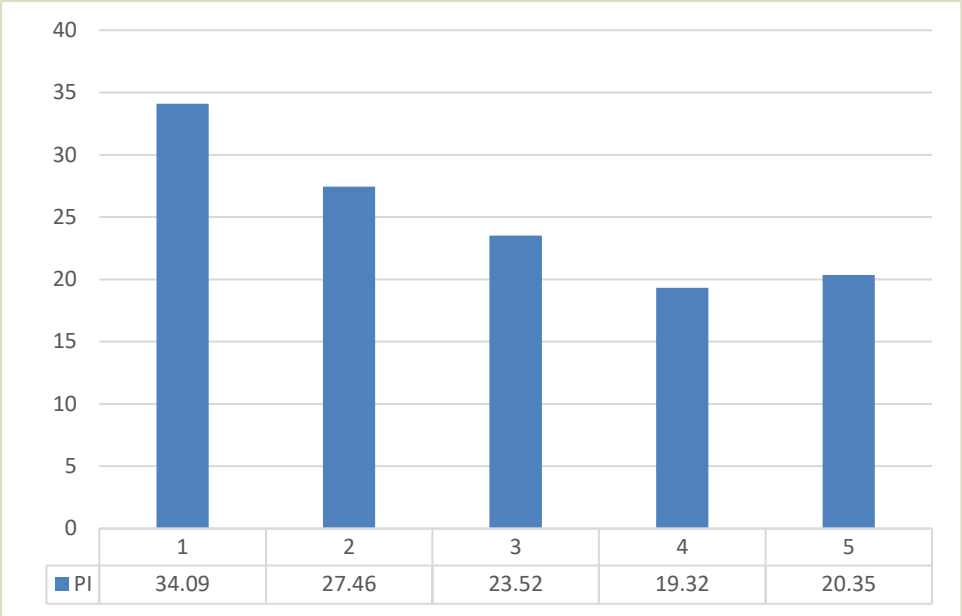
Gambar 1. Tahapan proses perbaikan tanah Elektrokinetik

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengujian Fisik Tanah

Specipic Gravity tanah asli 2,625 dan dari pengujian Atterberg dihasilkan liquid limit (LL) tanah asli 62%, plastic limit (PL) 21.5% dan indeks plastis (PI) 40.5% Hasil ini menunjukkan tanah memiliki potensi pengembangan yang tinggi.[6] Tanah ekspansif dengan indeks plastisitas tinggi banyak ditemukan di Indonesia. Tanah dengan IP diantara 20-55 % telah diketahui dari penelitian tanah ekspansif terdahulu. Pengujian batas attemberg dilakukan kembali dan terjadi perubahan nilai LL, PL, dan PI. Terjadi penurunan nilai PI, dari 34.09% menjadi 27.46% untuk XX1, 23.52% untuk XX2, 19.32% untuk XX3 dan 20.35% untuk XX4. Penurunan PI ini terjadi dikarenakan larutan kalsium dioksida yang masuk terlah membentuk cement karena reaksi kimia dengan mineralogi lempungnya. [2], [5], [7]–[9] Perubahan nilai PI ada pada Gambar.2.

ISSN (*Online*) 2747-0733

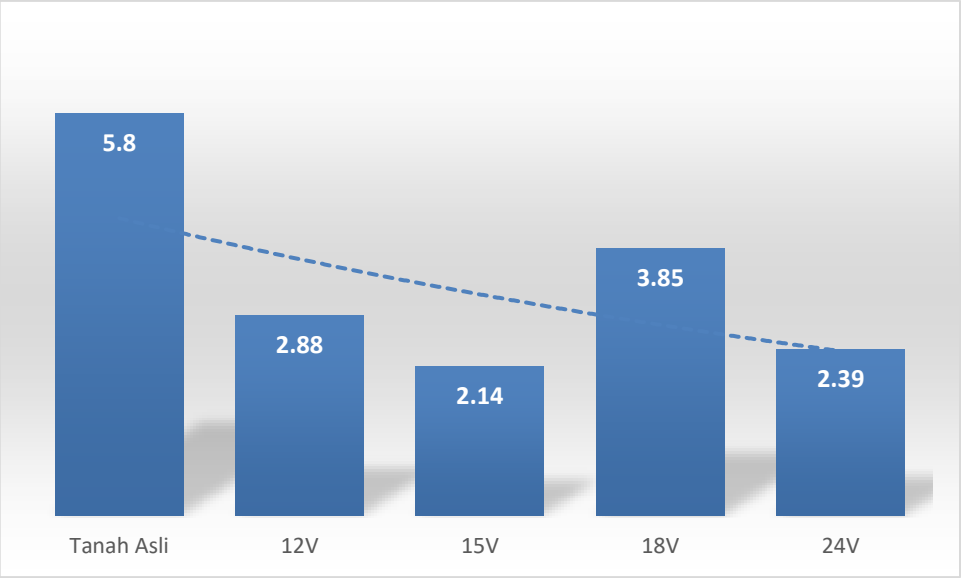


Gambar 2. Plastisitas indeks tanah setelah elektrokinetik

3.2 Penggembangan (*Swelling*)

Tanah asli memiliki potensi pengembangan 5.8%. Nilai *swelling* potensial tersebut menunjukkan tanah memiliki potensi pengembangan yang tinggi. [6] Proses elektrokinetik menghasilkan penurunan nilai potensi pengembangan tanah. (**Gambar.3**) Tanah ekspansif yang memiliki mineralogi montmorilonite memiliki ikatan vandeerwals yang sangat lemah. Kemampuan untuk terjadi pertukaran ion mengakibatkan ion pada kalsium klorida yang bernilai positif 2 akan masuk ke dalam struktur montmorilonit dan bertukan dengan ion negatif yang ada didalamnya. [10], [11]

Penurunan potensi pengembangan pada tanah ekspansif ini diperngaruhi oleh mineralogi tanah dan besar beda tegangan yang diberikan pada tanah. Semakin besar tegangan yang diberikan akan mempengaruhi kecepatan aliran air dari anoda ke katoda, sehingga larutan yang terbawa juga semakin banyak. Akan tetapi hal ini akan dipengaruhi juga oleh sifat dari kimia tersebut terhadap air. Karena kalsium klorida memiliki kemampuan melarut hanya sebesar 1,78gram/liter. Sehingga semakin besar konsentrasi larutan yang terapkan tidak akan linear dengan perubahan potensi pengembangannya, hal ini dikarenakan tisak semua kalsium klorida akan larut pada air. [12]



Gambar 3. *Swelling* potensial tanah setelah elektrokinetik

4. Kesimpulan

Perubahan tanah yang terjadi diketahui dari tanah asli yang merupakan taah dengan plastisitas tinggi menjadi tanah plastisitas rendah. Tanah asli berjenis CH berubah menjadi tanah CL setelah dilakukan perbaikan tanah elektrokinetik. Potensi pengembangan tanah dihasilkan terjadi perubahan yang signifikan, dimana perubahan pengembangan menurun 36,9% dari tanah aslinya. Dari hasil potensi pengembangan ini diketahui bahwa perbaikan tanah dengan elektrokinetik cukup signifikan dan efektif.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana atas segala perhatian dan dukungannya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Referensi

[1] G. S. Dasog and A. R. Mermut, *Expansive soils and clays*, no. October. 2013.
[2] Y. Zaika and A. Rachmansyah, "Stabilization of Sandy Clay Using Electrochemical Injection Yulvi Zaika , Arief Rachmansyah," vol. 2, no. 5, pp. 4684–4690, 2012.
[3] S. Jayasekera and A. Mohajerani, "Some relationships between shrink-swell index, liquid limit, plasticity index, activity and free swell index," *Aust. Geomech. J.*, vol. 38, no. 2, pp. 53–58, 2003.
[4] K. Ranjitha and B. V Manjari Blessing, "Soil Stabilization by Electrokinetic Method," *Int. J. Sci. Res.*, vol. 6, no. 2, pp. 2319–7064, 2015, [Online]. Available: www.ijsr.net.
[5] D. Darmiyanti, A. Rachmansyah, A. Munawir, Y. Zaika, Ershandy, and E. A. Suryo, "Voltage optimization in expansive soil improvement with saline solution on swelling and shear strength," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1263, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1263/1/012050.
[6] Fu Hua Chen, *Foundation on Expansive soils*. 1979.
[7] L. Darmiyanti, A. Munawir, A. Rachmansyah, Y. Zaika, and E. A. Suryo, "Identification of the Influence of Electrokinetic Soil Improvement on the Microstructure, Physical and Mechanical Properties of Expansive Soil," *Eastern-European J. Enterp. Technol.*, vol. 6, no. 6(126), pp. 41–50, 2023, doi: 10.15587/1729-4061.2023.290234.
[8] A. Rachmansyah, L. Darmiyanti, R. Kusumaningrum, and Harimurti, "Expansive Soil Improvement Using Electrochemical Injection," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1249, no. 1, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1249/1/012039.

ISSN (*Online*) 2747-0733

[9] U. W. Lydia Darmiyanti, "Effect of Salt Solution in Electrochemical Stabilization with Variation of Potential Difference on Clay ' s Shear Strength," *Reka Buana J. Ilm. Tek. Sipil dan Tek. Kim.*, vol. 9, no. 1, pp. 28–40, 2024, [Online]. Available: https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/rekabuana/article/view/5434.

[10] W. S. Abdullah and A. M. Al-abadi, "Applied Clay Science Cationic – electrokinetic improvement of an expansive soil," *Appl. Clay Sci.*, vol. 47, no. 3–4, pp. 343–350, 2010, doi: 10.1016/j.clay.2009.11.046.

[11] H. Wu, L. Hu, and Q. Wen, "Electro-osmotic enhancement of bentonite with reactive and inert electrodes," *Appl. Clay Sci.*, vol. 111, pp. 76–82, 2015, doi: 10.1016/j.clay.2015.04.006.

[12] A. Mukherjee, R. Kumaresan, and S. Ghosh, "Redox behaviour of CaCl2 melts in presence of moisture as impurity. Part I: Cyclic voltammetry," *Journal of Electroanalytical Chemistry*, vol. 902. 2021, doi: 10.1016/j.jelechem.2021.115778.