

PENGARUH ELEKTROOSMOSIS TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG

D. Lydia, S. Sahat*, P.Yonas

Fakultas Teknik Universitas Krisnadwipayana

ABSTRAK

Tanah lempung merupakan salah satu tanah bermasalah. Tanah dengan permeabilitas rendah dan kandungan mineral menyebabkan tanah memiliki kuat geser rendah. Tanah lempung bermuatan negatif, hal ini mengakibatkan mudahnya unsur-unsur bermuatan positif masuk dan terikat didalamnya, salah satunya adalah air. Dari penelitian-penelitian terdahulu, metode elektroosmosis membuat air yang bermuatan positif mudah terikat oleh tanah lempung dan mengakibatkan tanah mengembang serta kuat geser secara bersamaan akan turun. Berbagai penelitian stabilisasi tanah telah banyak dilakukan dan penelitian ini merupakan rangkaian penelitian stabilisasi tanah liat dengan memanfaatkan beda potensial. Penelitian elektroosmosis pada tanah lempung telah banyak dilakukan, dan hasilnya menunjukkan adanya peningkatan pada kuat geser tanah, oleh karena itu perlu dilakukan secara langsung dengan membandingkan dua jenis tanah lempung dan dilihat perbandingan dari metode yang dilakukan dan hasilnya. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian eksperimental dengan menggunakan kotak terbuat dari bahan acrylic dengan menggunakan arus DC sebesar 5A 12V selama tujuh hari. Pengujian mikro struktur, fisik dan mekanis diterapkan pada tanah asli untuk mengetahui kondisi awal dari tanah. Setelah dilakukan elektroosmosis maka dilakukan pengujian mekanis untuk mengetahui perubahan kuat geser pada tanah. Penelitian ini menunjukkan bahwa ada perubahan yang signifikan terhadap kedua tanah setelah tanah dilakukan elektroosmosis.

Kata kunci: lempung; elektroosmosis; kuat geser; perbaikan; tanah

PENDAHULUAN

Penyebaran tanah lempung sebagai salah satu tanah bermasalah di Indonesia dapat dikatakan sebagai tantangan tersendiri oleh para ahli geoteknik. Dimana pembangunan infrastruktur dan berbagai proyek strategis nasional yang sedang dan akan berjalan tidak dapat menghindari keberadaan tanah lempung. Tanah lempung yang memiliki muatan negatif dengan mineralogi tertentu mengakibatkan mudah mengikat berbagai mineral bermuatan positif. Permeabilitas tanah yang rendah mengakibatkan sulitnya air dalam tanah lempung untuk mengalir keluar. Keadaan inilah yang menyebabkan tanah lempung memiliki kuat geser yang rendah sehingga daya dukungnya juga rendah.

Pembangunan infrastruktur yang kian meningkat memaksa kita untuk melakukan suatu perbaikan tanah lempung insitu, sehingga tanah lempung memiliki sifat fisik dan mekanik yang lebih baik sehingga daya dukungnya juga meningkat. Elektroosmosis merupakan salah satu metode yang telah lama diperkenalkan. Fenomena elektrokinetik yang menjelaskan hubungan antara aliran listrik pertama kali diterukan oleh Reuss pada tahun 1809. Dalam bidang Geoteknik fenomena ini pertama kali dimanfaatkan oleh Casagrande tahun 1952 untuk menurunkan kadar air (dewatering) pada tanah berbutir halus, sehingga kuat gesernya meningkat. [1,2][3] Pemanfaatan perbedaan potensial (tegangan) yang diberikan pada lempung dengan arus dan tegangan tertentu terbukti efektif dapat dilakukan pada tanah lempung. [4,5] Kaolinite, Illite dan montmorilonit merupakan mineralogi yang sangat berpengaruh dalam tanah lempung. [6] Bentuk struktur dari mineralogi tersebut yang membuat tanah lempung mudah mengikat air sehingga akan terjadi kembang susut tanah. [7,8]

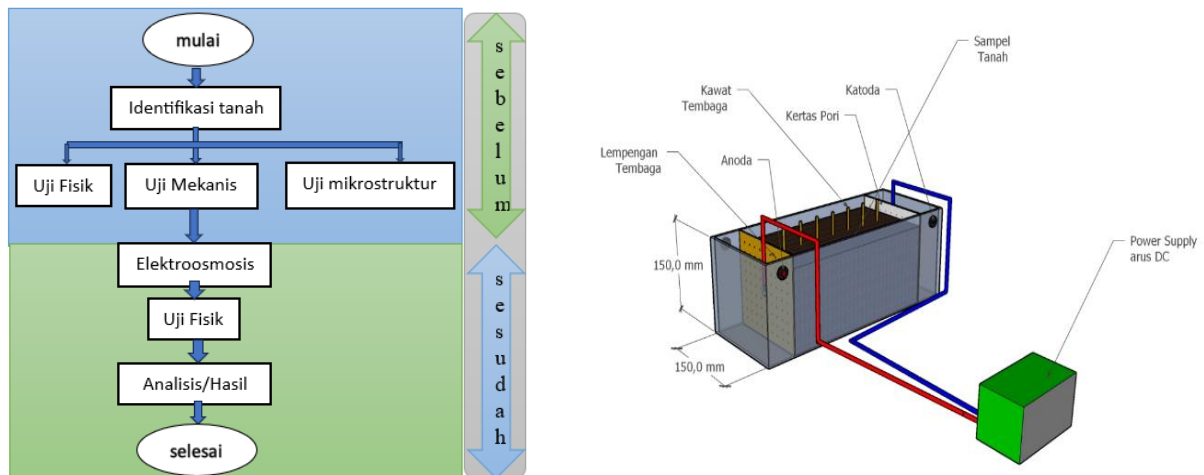
Penelitian dilakukan secara komprehensif dilakukan elektroosmosis untuk melihat perubahan yang terjadi terhadap sifat fisik dan mekanik pada tanah lempung yang mengandung bentonit. Hasil penelitian menunjukkan terjadi perubahan indeks plastisitas, rasio pengembangan bebas, potensial zeta, dan kapasitas tukar kation tanah [9]

Tanah lempung selain masuk dalam kategori tanah lunak dan problematik soil tanah lempung juga memiliki kembang susut yang tinggi yang disebut tanah ekspansif. Penelitian-penelitian terdahulu telah dilakukan

untuk tanah ekspansif dari berbagai sumber, dan tanah lunak dari sumber yang berbeda. Berdasarkan penelitian terdahulu perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan membandingkan dua jenis tanah lempung dengan tingkat pengembangan yang berbeda terhadap proses elektroosmosis.

Metode

Penelitian dilakukan dengan tahapan yang terdapat pada gambar. Pengujian sifat fisik, mikrostruktur dan mekanis dilakukan pada tanah asli. Dimana tanah yang digunakan diambil dari Ciampel Jawa Barat pada dua titik sampling yang berbeda yaitu sta.1 dan sta.2. Kemudian dilakukan metode elektroosmosis dan dilakukan pengujian fisik setelahnya. Dari proses elektroosmosis akan diketahui besar permeabilitas osmosis.



Gambar 1 (a) Alur penelitian dan pengujian (b) metode elektroosmosis

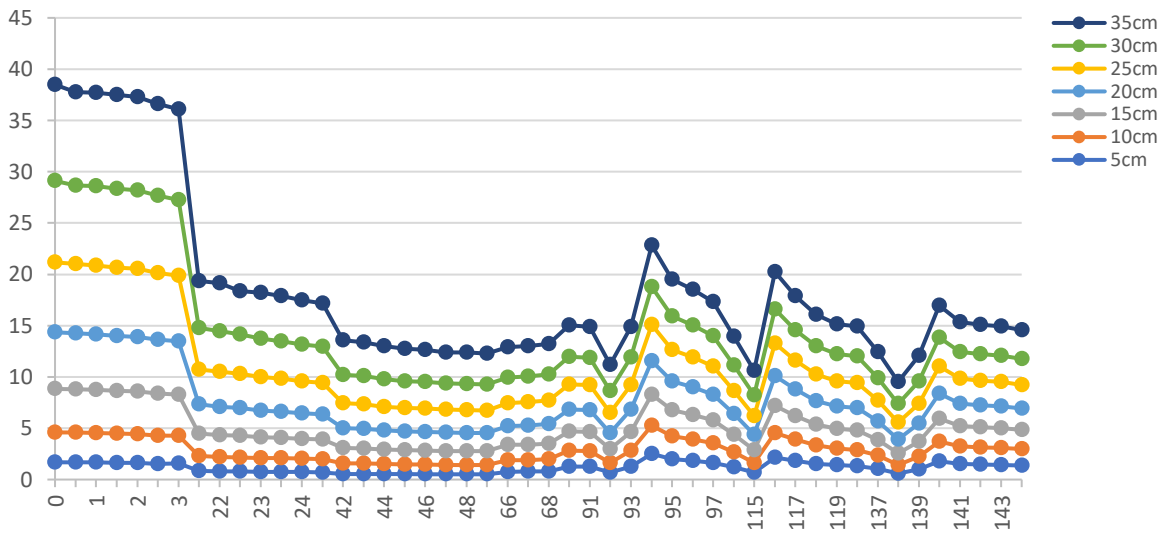
Pengujian elektroosmosis yang dilakukan merupakan pengujian eksperimental di laboratorium dengan menggunakan box dengan ukuran 150x500x150mm. elektroda sebagai penghantar listrik yang terbuat dari pelat tembaga diletakkan pada sisi kanan dan kiri box dengan jarak 50mm dari masing-masing tepi. Arus yang diberikan dan tegangan keluar dari *power supply direct current* dengan besaran tetap. Arus dan tegangan diberikan pada sampel diberikan selama 7 hari dengan pembacaan arus dan tegangan dilakukan per satu jam untuk dua hari pertama, dan per dua jam pada hari berikutnya.

Tembaga diletakkan pada tengah box dengan jarak 50mm untuk membaca besarnya tegangan dan arus yang terjadi. Sampel tanah dikondisikan mendekati batas *liquid* limitnya dimana tanah lolos saringan 4. Setelah dilakukan elektroosmosis maka dilakukan pengujian mekanis tanah.

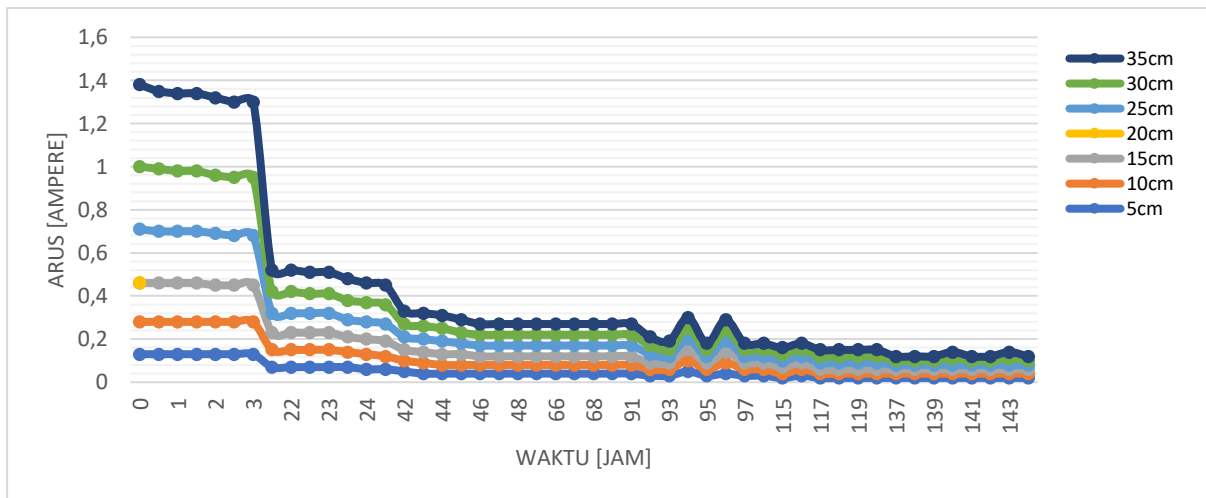
ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pembacaan Tegangan dan Arus

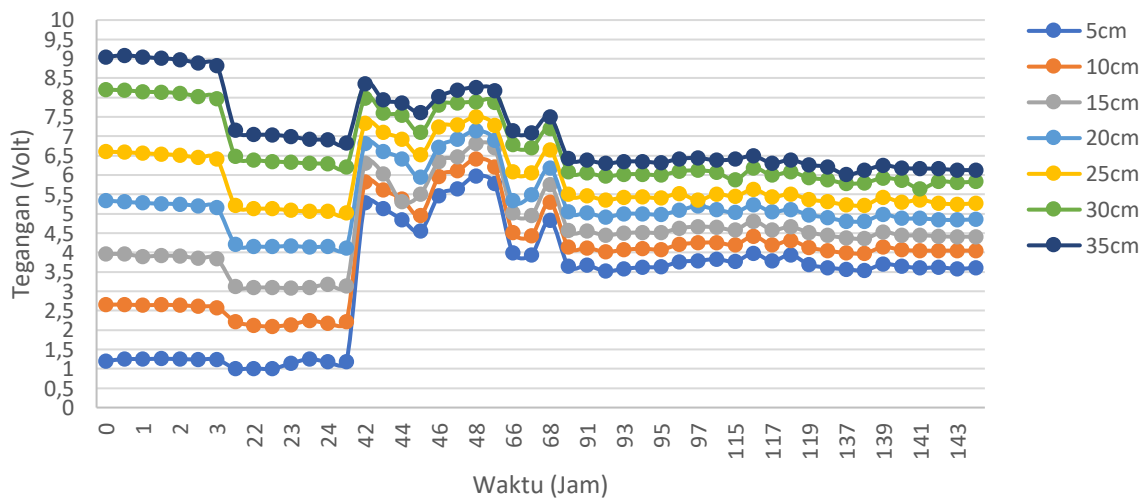
Besar tegangan dan arus dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 untuk tanah pada sta.1 dan gambar 4 dan gambar 5 pada tanah sta.2. Besarnya tegangan yang terjadi antara anoda (penghantar bermuatan positif) dan katoda (penghantar bermuatan negatif) dibaca per 50mm. Dimana jarak pembacaan akan semakin mendekati katoda maka tegangan dan arus yang terjadi juga semakin besar. Sementara semakin lama nya elektroosmosis dilakukan maka terjadi penurunan dari nilai tegangan dan arus yang terbaca oleh alat multimeter.



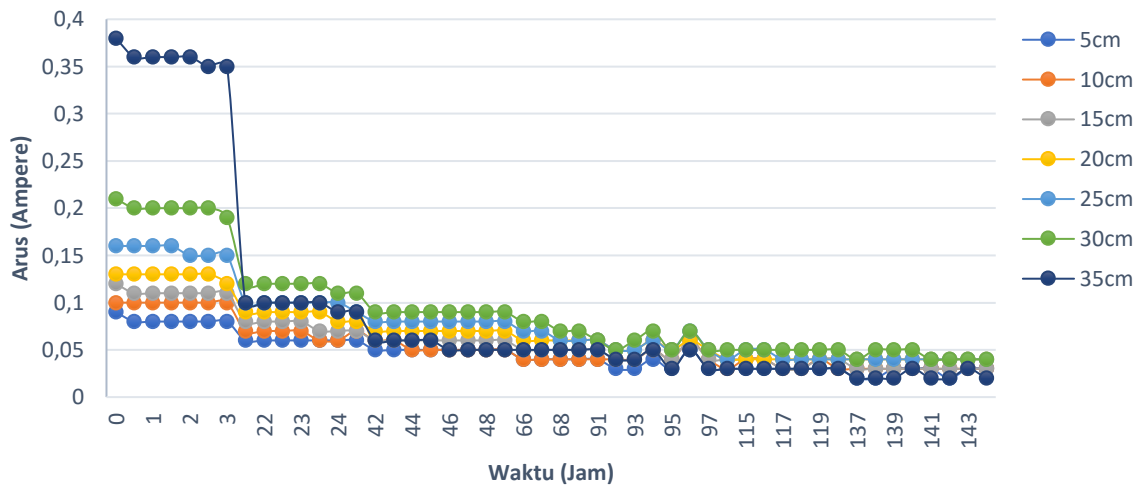
Gambar 2 tegangan yang terjadi pada setiap 50mm tembaga sampel tanah sta.1



Gambar 3 arus yang terjadi pada setiap jarak 50mm tembaga sampel tanah sta.1



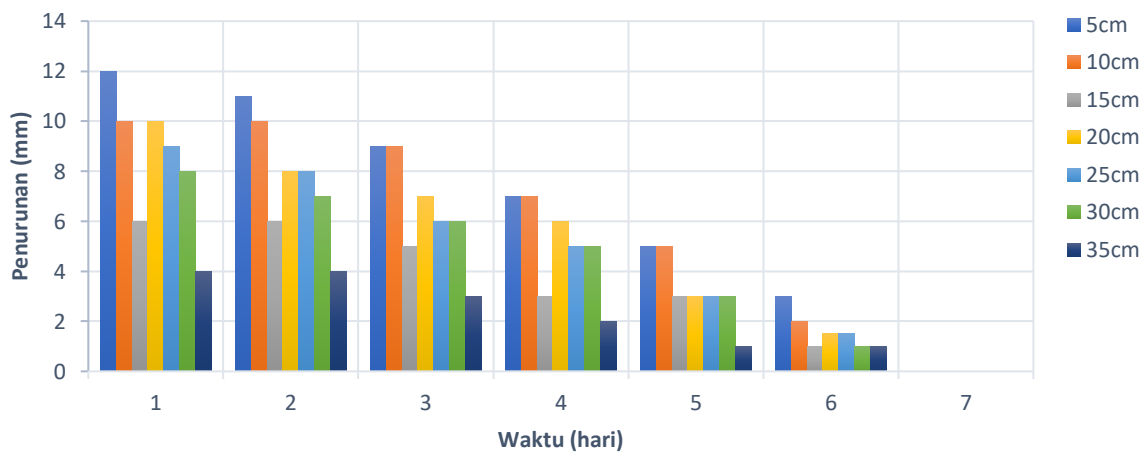
Gambar 4 tegangan yang terjadi pada setiap 50mm tembaga sampel tanah sta.2



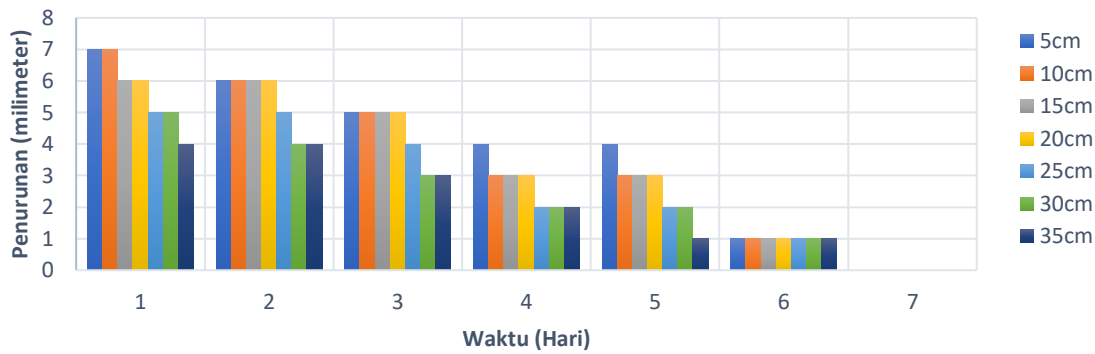
Gambar 5 tegangan yang terjadi pada setiap 50mm tembaga sampel tanah sta.2

Penurunan Tanah

Penurunan tanah diukur pada setiap jarak 50mm dari anode ke katode. Penurunan diukur setiap hari dan dari kedua sampel tanah dapat dilihat bahwa penurunan terbesar berada pada darta anode. (Gambar 6 dan Gambar 7)



Gambar 6 penurunan tanah sta.1



Gambar 6 penurunan tanah sta.2

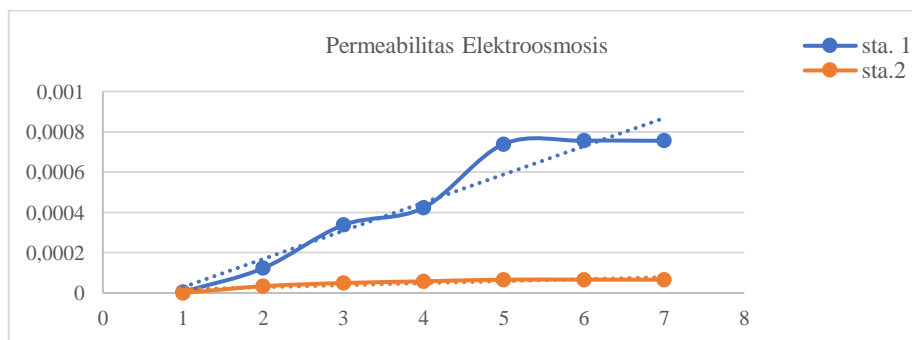
Permeabilitas Elektroosmotik

Aliran elektroosmosis dapat ditentukan oleh nilai aliran yang terkait dengan gradien hidrolik, yaitu aliran air dalam proses elektroosmosis terhadap waktu aliran air. Fenomena ini disebut koefisien permeabilitas [10].

Koefisien permeabilitas elektroosmotik (k_e) adalah kemampuan tanah untuk mengalirkan air karena adanya perbedaan potensial listrik. Perbedaannya dengan koefisien permeabilitas hidrolik adalah nilai konstan yang tidak dipengaruhi oleh ukuran pori. Nilai k_e diperoleh dari perhitungan permeabilitas [11] dimana qA adalah jumlah aliran air dalam satuan waktu melalui suatu area lahan (A) yang dialiri listrik dengan potensial listrik dan dengan panjang (L) aliran dan beda potensial (V) tertentu.

$$qA = k_e - \text{yaitu} -A = k_e - V/L - A \quad (1)$$

Penggunaan fenomena elektrokinetik $CaCl_2$ dapat mempengaruhi nilai permeabilitas tanah tetapi tidak dapat mengubah struktur tanah. [12]



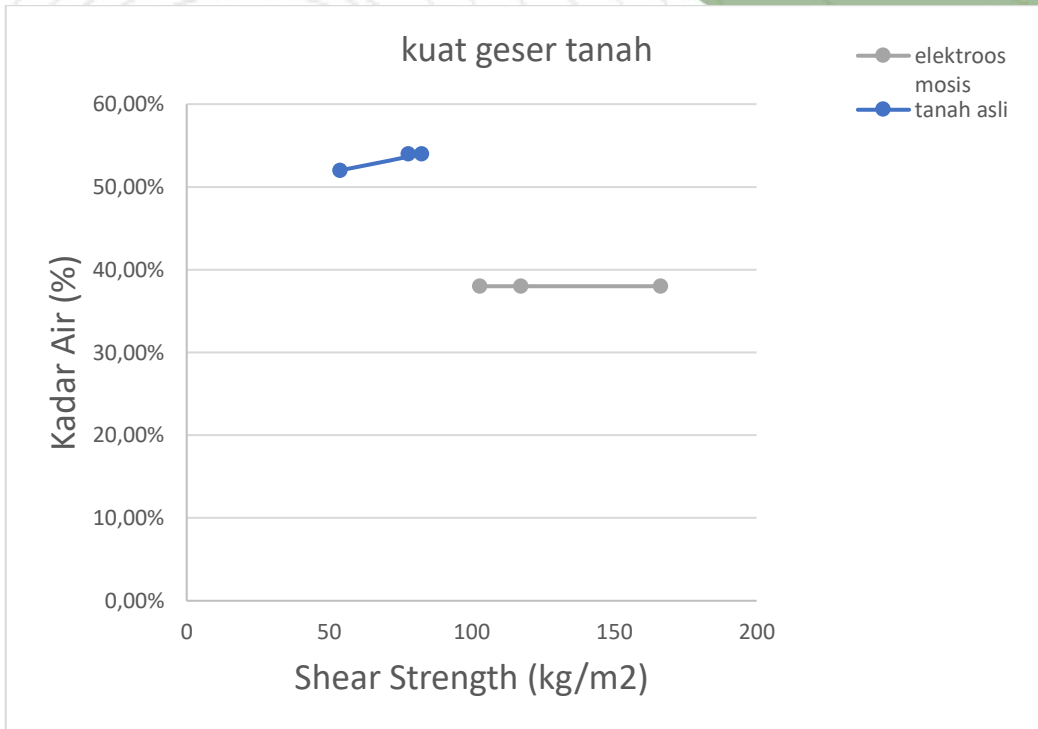
Gambar 7 Permeabilitas elektroosmosis

Dari hasil penelitian kesulitan diketahui ada perbedaan yang cukup signifikan. Dimana tanah pada sta 2 memiliki nilai permeabilitas elektroosmosis yang lebih tinggi dibandingkan tanah sta.1

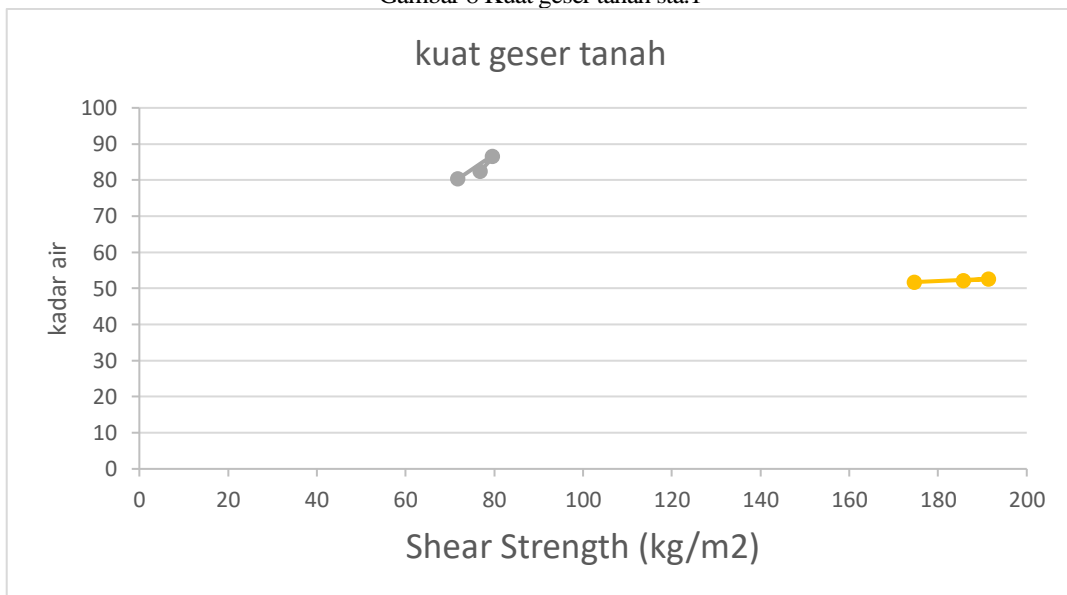
Hal ini berkaitan dengan besarnya nilai *swelling* yang terjadi pada tanah sta.1. hal ini menjelaskan bahwa ada kandungan mineralogi tertentu yang mengakibatkan tanah memiliki kandungan air lebih besar, sehingga meningkatkan nilai permeabilitas tanah.

Kuat geser tanah

Kuat geser tanah pada tanah sta.1 dan sta. 2 dapat terlihat adanya perubahan yang signifikan terhadap nilai kuat geser dari tanah setelah elektroosmosis. Perubahan kuat geser pada tanah sta.2 lebih besar dari nilai kuat geser tanah sta 1. (Gambar 8 dan Gambar 9)



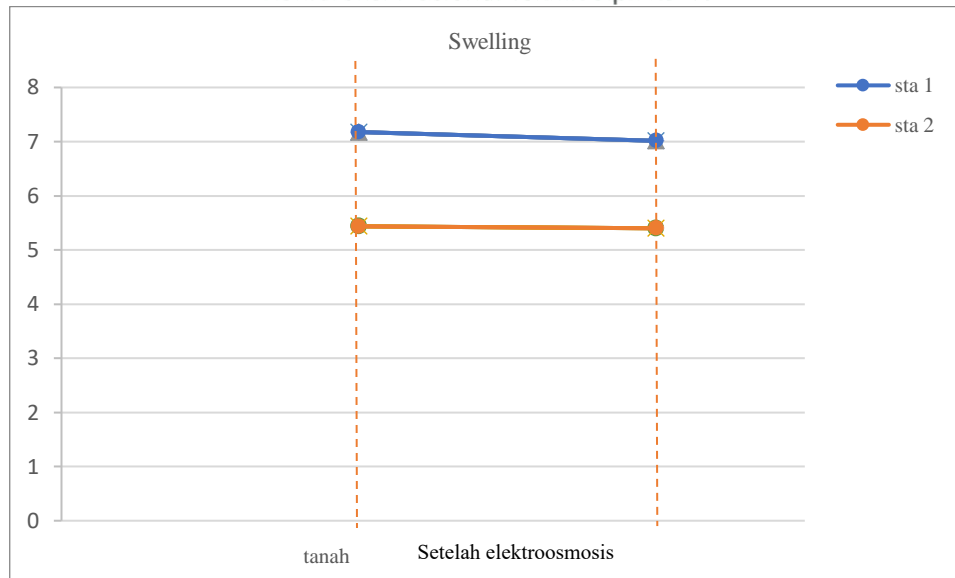
Gambar 8 Kuat geser tanah sta.1



Gambar 9 Kuat geser tanah sta.2

Swelling

Pengembangan dari tanah lempung merupakan salah satu ciri yang dimiliki. Dari hasil pengujian *free swelling* dari kedua sampel tanah sebelum dan sesudah elektroosmosis dilakukan. Hasil *free swell* yang diperoleh menunjukkan tidak ada perubahan yang signifikan terhadap potensi pengembangan dari kedua tanah. (Gambar 9). Dari sini dapat disimpulkan bahwa metode elektroosmosis yang dilakukan tidak dapat mengubah karakteristik atau sifat mekanis dari tanah yaitu sifat swellingnya.



Gambar 9 Kuat geser tanah sta. 1

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa tidak terjadi perubahan jenis tanah dari sebelum dan sesudah elektroosmosis. Tegangan dan arus yang terjadi pada proses elektroosmosis terlihat semakin mendekati katoda (semakin jauh jarak dari anoda) maka nilai tegangan dan arus semakin besar. Proses elektroosmosis membuat terjadi perubahan sifat mekanis dari tanah yaitu nilai kuat geser tanah dan tidak ada perubahan pada potensi pengembangan dari tanah lempung yang telah di stabilisasi dengan elektroosmosis.

DAFTAR PUSTAKA

- Casagrande L 1949 Electroosmosis in Soil *Anal. Granulometrique Des Sols Par Sediment. Method Du Flot. Cylind.*
- Malekzadeh M, Lovisa J and Sivakugan N 2016 An Overview of Electrokinetic Consolidation of Soils *Geotech. Geol. Eng.* 34 759–76
- Arief Rachmansyah Y Z 2010 Model Test Perbaikan Tanah Dengan Metode Injeksi Elektrokimia Soil Improvement by Electrochemical Injection Methode, a Laboratory Test Model
- Hamza O and Ikin J 2020 Electrokinetic treatment of desiccated expansive clay *Geotechnique* 70 421–31
- Gingine V, Shah R, Venkata Koteswara Rao P and Hari Krishna P 2013 A review on study of Electrokinetic stabilization of expansive soil *Int. J. Earth Sci. Eng.* 6 176–81
- Asuri S and Keshavamurthy P 2016 Expansive Soil Characterisation: an Appraisal *Ina. Lett.* 1 29–33
- Prastiwi H A, Surjandari N S and P Y M 2016 Parameter Konsolidasi Tanah 884–91
- Ruiz C L Osmotic Interpretation of Swelling of Expansive Soil
- Wu H, Hu L and Zhang G 2016 Effects of Electro-Osmosis on the Physical and Chemical Properties of Bentonite *J. Mater. Civ. Eng.* 28 06016010
- Sivapullaiah P V. and Nagendra Prakash B S 2007 Electroosmotic flow behaviour of metal contaminated expansive soil *J. Hazard. Mater.* 143 682–9
- Asadi A, Huat B B K, Moayedi H, Shariatmadari N and Parsaie A 2011 Electro-osmotic permeability coefficient of peat with different degree of humification *Int. J. Electrochem. Sci.* 6 4481–92
- Moayedi H, Kazemian S, Huat B B K, Mazloomi K, Niroumand H and Daud N N N 2012 Effect of calcium chloride on the electrokinetic characteristics of organic soil *Int. J. Electrochem. Sci.* 7 7740–9