

PENGARUH ELEKTROOSMOSIS PADA TANAH TANON DITINJAU DARI PARAMETER KONSOLIDASI TANAH DENGAN PENAMBAHAN ABU AMPAS TEBU

Nur Sahid Kusriyanto¹, Niken Silmi Surjandari², R.Harya Dananjaya³

¹ Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2, 3} Pengajar Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: nursahidka@gmail.com

Abstract

Differences of land's surface settlement can impact the construction structure above to be unstable or damaged. Problems effected by land settlemnt as seen in Tanon, Sragen are muddied soil in wet season which makes a low support power, cracked in house wall, wavy road, and road's settlemnt. This researched is proposed to find out the impact of electroosmosis to clay soil in Tanon observed from parameter of blockage index (C_c), consolidation coefficient (C_v), to find out the variation impact of voltage, and to find out the optimum time of electroosmosis work. Electroosmosis method is a drainage method using direct current electricity to decrease water content in soil. In this trial, the physical model used is a $40 \times 30 \times 15$ cm glass box and copper plate as the electricity conductor. The model sample is electrified with direct current flow (DC) with voltages 0; 4.5; 9 and 12 volt. Application of without and with preloading is also done. Additional material used is 10% ashes of sugar cane dregs from soil sample's weight. Result of the analysis shows that without electro-osmosis, the C_c is 0.262 and the C_v is 0,0350. Whereas with electroosmosis method, C_c is 0.209 for 4.5 volt; 0.203 for 9 volt; and 0.198 for 12 volt and the C_v is 0.0486 for 4.5 volt; 0.050 for 9 volt; and 0.0505 for 12 volt. In electroosmosis method, the addition of ashes from sugar cane dregs can be used to repair the clay soil.

Keywords: Tanon, Electroosmosis, Bagasse Ash, Consolidation.

Abstrak

Perbedaan penurunan muka tanah dapat mengakibatkan struktur kontruksi menjadi tidak stabil atau rusak. Permasalahan yang diakibatkan penurunan tanah seperti terlihat di daerah Tanon, Sragen, antara lain pada musim hujan bersifat lembek dan daya dukung menjadi rendah, retak-retak pada dinding rumah, jalan bergelombang serta penurunan badan jalan. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh elektroosmosis pada tanah lempung tanon ditinjau dari parameter Indeks kemampuan (C_c), koefisien konsolidasi (C_v), mengetahui pengaruh variasi beda potensial dan mengetahui waktu optimum kinerja elektroosmosis. Metode elektroosmosis merupakan metode drainase menggunakan listrik arus searah yang bertujuan mengurangi kandungan air dalam tanah. Pada pengujian ini menggunakan model fisik berbentuk *box* kaca berukuran $40 \times 30 \times 15$ cm dan lempengan tembaga sebagai penghantar arus listrik. Sampel model dialiri listrik searah (DC) dengan beda potensial 0; 4,5; 9 dan 12 volt serta dilakukan penerapan tanpa *preloading* dan dengan *preloading*. Bahan tambah yang digunakan adalah abu ampas tebu sebanyak 10% dari berat sampel tanah. Hasil dari analisis menunjukkan tanpa elektroosmosis nilai C_c sebesar 0,262 dan C_v sebesar 0,035. Sedangkan dengan metode elektroosmosis Nilai C_c pada tegangan 4,5 volt; 9 volt dan 12 volt berturut-turut 0,209; 0,203; 0,198 dan Nilai C_v pada tegangan 4,5 volt; 9 volt dan 12 volt berturut-turut 0,0486; 0,050; 0,0505. Pada metode elektroosmosis dengan penambahan abu ampas tebu dapat digunakan untuk perbaikan tanah lempung .

Kata-kata kunci : Tanon, Elektroosmosis, Abu Ampas Tebu, Konsolidasi.

PENDAHULUAN

Tanah tidak hanya sebagai bahan bangunan, tetapi juga berfungsi sebagai memperkuat konstruksi dasar bangunan. Saat menerima beban akan terjadi penurunan pada tanah, untuk tanah lempung penurunan tidak berlangsung dalam waktu lama. Perbedaan penurunan muka tanah dapat mengakibatkan struktur kontruksi diatasnya menjadi tidak stabil atau rusak. Tanah lempung mempunyai butiran yang halus dan menyerap air yang tinggi sehingga akan sulit mengalirkan air dengan cepat. Penggunaan abu ampas tebu sebagai bahan stabilisasi tanah diharapkan dapat mengisi rongga pori sehingga mengurangi penyerapan air. Stabilisasi adalah perbaikan tanah dilakukan dengan cara mencampur tanah asli dengan bahan penguat dari luar secara setempat. Stabilisasi bertujuan untuk merubah struktur tanah atau sifat tanah sehingga dapat membentuk memenuhi persyaratan dalam meningkatkan daya dukung tanah.

Abu ampas tebu adalah sisa hasil pembakaran dari ampas tebu. Ampas tebu itu adalah hasil limbah Bungan yang melimpah dari proses pembuatan gula. Pemanfaatan abu ampas tebu sering diabaikan atau belum digunakan secara optimum, padahal didalamnya terkandung senyawa-senyawa kimia yang potensial untuk stabilisasi tanah. Pengujian

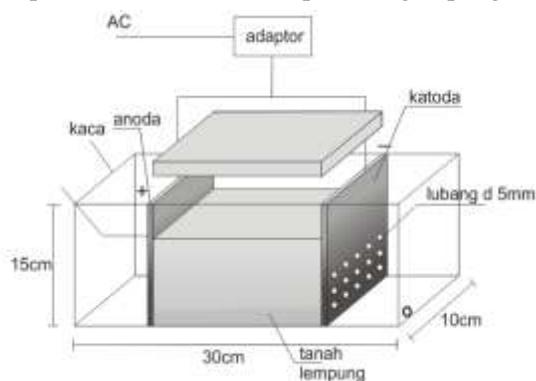
abu ampas tebu untuk mengetahui komposisi kimia dengan uji *X-ray fluorescence* (XRF). Hasil pengujian selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi kimia abu ampas tebu

Unsur	Konsentrasi	Unsur	Konsentrasi	Unsur	Konsentrasi
SiO ₂	67,33%	SO ₃	2,81%	Nd ₂ O ₃	0,05%
CaO	12,51%	MgO	2,04%	CuO	0,05%
K ₂ O	4,11%	Cl	0,46%	V ₂ O ₅	0,02%
Al ₂ O ₃	3,45%	TiO ₂	0,28%	ZrO ₂	0,02%
Fe ₂ O ₃	3,39%	MnO	0,27%	Rb ₂ O	0,02%
P ₂ O ₅	3,10%	ZnO	0,05%	Cr ₂ O ₃	0,01%

Sumber: (Hasil Uji XRF Lab. MIPA Terpadu UNS).

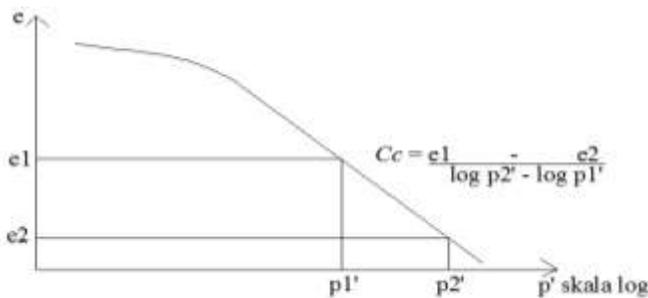
Metode elektroosmosis merupakan salah satu metode perbaikan tanah lempung dengan pengaturan *drainase* menggunakan arus listrik serah (DC) secara langsung. Metode elektroosmosis dibuat dalam bentuk model fisik di laboratorium. Bahan elektroda adalah tembaga yang mempunyai konduktivitas listrik yang tinggi, yaitu sebesar $6 \times 7 \Omega\text{m}$. Metode elektroosmosis dalam bentuk *box* ukuran $40 \times 30 \times 15$ m dengan variasi beda potensial 0, 3, 6, 9, dan 12 volt. Uji elektroosmosis diberi perlakuan tanpa *preloading* dan *preloading*. Pengamatan yang dilakukan adalah ketinggian muka air tanah untuk mendapatkan nilai tekanan air pori dengan pengamatan setiap 24 jam selama 3 hari pengujian (Abdul Majid, 2013).



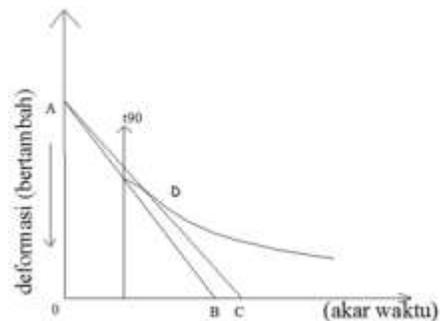
Gambar 1. Model elektroosmosis tampak samping

Perbaikan tanah dengan teknik pemberian beban awal (*preloading*) ini terutama ditujukan untuk tanah-tanah yang mengalami penurunan yang besar bila dibebani. Kemampatan tanah lembek dan mudah mampat dapat menyebabkan peningkatan kekuatan tanag atau daya dukung tanah, karena tanah yang mengalami mampat mempunyai struktur susunan yang lebih rapat dan kokoh. Apabila bangunan yang direncanakan berdiri diatas beberapa lapisan tanah liat yang padat, maka penurunan hanya tergantung pada sifat fisik tanah, intensitas dan distribusi dari tekanan vertical lapisan tanah lunak tersebut, sedangkan berat bangunan diasumsikan sama (Hidayati dan ardana, 2008).

Konsolidasi umumnya berlangsung dalam satu arah saja yaitu arah vertikal. Lapisan yang terkena tambahan beban tidak dapat bergerak ke arah horisontal, sebab ditahan oleh tanah sekelilingnya, sehingga pengaliran air terutama berjalan ke arah vertikal, karena itu disebut konsolidasi satu dimensi (*one dimensional consolidation*). Penurunan akibat konsolidasi pada pasir dan lapisan-lapisan yang dapat merembeskan air lainnya dapat dipertimbangkan untuk menurun selama periode pelaksanaan. Konsolidasi tanah lempung dan lanau dapat berlangsung terus menerus selama bertahun-tahun. Penurunan yang terjadi tidak mungkin merata, akibat dari tekanan yang tidak sama dan variasi-variasi di dalam tanah. Indeks Kemampatan (C_c) adalah kemiringan dari bagian garis lurus grafik $e - \log p'$.



Gambar 2. Grafik Hubungan Angka Pori (e) dan Skala $\log (p')$



Gambar 3. Metode Akar Waktu (Taylor, 1942)

Untuk persamaan Gambar 2. dua titik pada bagian lurus nilai C_c dapat dihitung dengan persamaan :

$$C_c = \frac{\Delta e}{\Delta \log p'} = \frac{(e_1 - e_2)}{\log p_2' - \log p_1'} = \frac{e_1 - e_2}{\log \left(\frac{p_2'}{p_1'} \right)} \quad (1.1)$$

Koefisien konsolidasi (C_v) merupakan lama waktu atau kecepatan konsolidasi hingga selesai. Untuk memperoleh harga C_v di laboratorium digunakan metode akar waktu yang diperkenalkan oleh Taylor (1948) dalam Hardiyatmo (2003). Metode akar waktu yang digunakan untuk menentukan C_v dengan cara menggambarkan hasil uji konsolidasi pada grafik hubungan akar waktu terhadap penurunan.

Koefisien konsolidasi C_v dapat dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_v = \frac{T_v \cdot H_t^2}{t} \quad (1.2)$$

Keterangan :

T_v = Faktor waktu untuk $U = 90\%$

H_t = Panjang aliran rata-rata yang harus ditempuh selama proses

METODE PENELITIAN

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh elektroosmosis pada tanah lempung ditinjau dari parameter konsolidasi dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 10% dari berat sampel. Pada menggunakan metode elektroosmosis tanpa beban awal dan dengan beban awal pada beberapa variasi beda potensial. Bahan yang digunakan berupa sampel tanah diambil dari desa Jono, kecamatan Tanon, kabupaten Sragen pada kedalaman 0,5 sampai 1 meter dengan kondisi sampel tanah terganggu (*disturbed sample*). Bahan campuran abu ampas tebu diambil dari Pabrik Gula Mojo, Sragen. Peralatan yang digunakan dalam pengujian utama adalah Uji Konsolidasi berada di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sebelas Maret Surakarta.

HASIL DAN ANALISIS

Hasil pengujian indeks propertis tanah lempung Tanon memperoleh *specific gravity* (G_s) sebesar 2,62. Distribusi ukuran butir tanah termasuk jenis berbutir halus yang terdiri dari lanau dan lempung sebesar 95,05 %. Pengujian batas-batas konsistensi tanah (*Atterberg limit*) memperoleh batas cair (LL) 92,71% dan batas plastis (PL) 36,73 % serta indeks plastisitas (PI) sebesar 53,98%. Berdasarkan diagram plastisitas, tanah Tanon termasuk dalam kelompok CH yaitu golongan lempung anorganik dengan plastisitas tinggi.

PENGUJIAN UTAMA

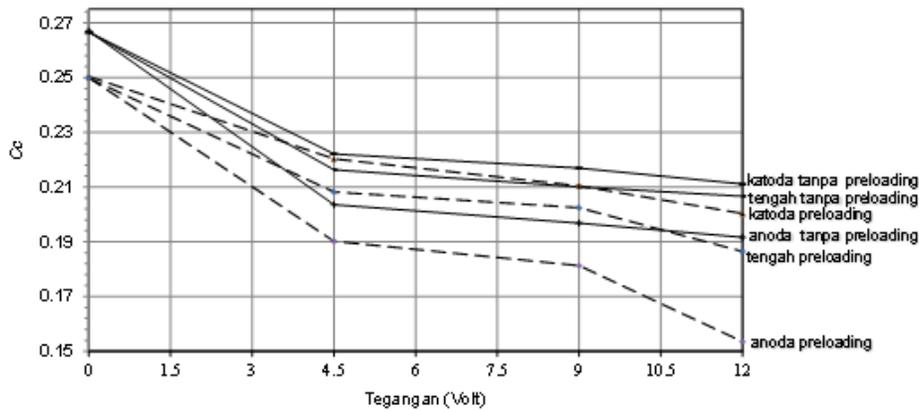
Pengujian ini dilakukan untuk pengaruh elektroosmosis pada tanah lempung ditinjau dari parameter konsolidasi dengan penambahan abu ampas tebu sebesar 10% dari berat sampel tanpa beban awal dan dengan beban awal pada

beda potensial. Sebagai perbandingan digunakan data dari penelitian Adib (2013), tentang Pengaruh Tanah Lempung Terhadap Parameter Konsolidasi Hasil dan analisis pada masing-masing parameter konsolidasi yang diamati sebagai berikut:

Hubungan Indeks Kemampatan (C_c) dengan Variasi Beda Potensial

Tabel 2. Rekapitulasi Indeks Kemampatan (C_c) dengan Variasi Beda Potensial

Penambahan Tegangan	C_c Riset					
	Tanpa Preloading			dengan Preloading		
	anoda	tengah	katoda	anoda	tengah	katoda
0 volt	0.262	0.262	0.262	0.245	0.245	0.245
4.5 volt	0.199	0.211	0.217	0.185	0.203	0.215
9 volt	0.192	0.205	0.212	0.176	0.197	0.205
12 volt	0.187	0.202	0.206	0.149	0.181	0.195

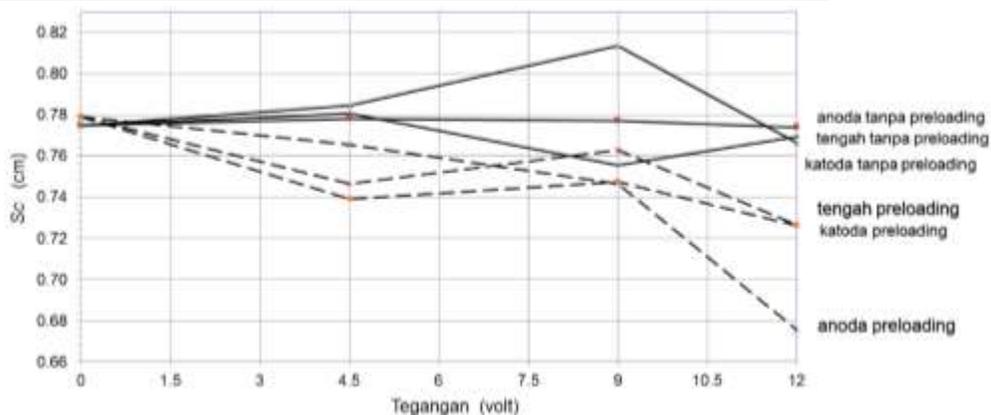


Gambar 4. Hubungan C_c dengan variasi Beda potensial

Hubungan Besarnya Penurunan (S_c) dengan variasi beda potensial

Tabel 3. Rekapitulasi Besarnya Penurunan (S_c) dengan Variasi Beda Potensial

Penambahan Tegangan	S_c Riset					
	Tanpa Preloading			dengan Preloading		
	anoda	tengah	katoda	anoda	tengah	katoda
0 volt	0.775	0.775	0.775	0.779	0.779	0.779
4.5 volt	0.778	0.781	0.785	0.766	0.747	0.739
9 volt	0.777	0.756	0.814	0.747	0.763	0.748
12 volt	0.774	0.770	0.767	0.676	0.727	0.726



Gambar 5 Hubungan S_c dengan variasi Beda potensial

Terlihat bahwa semakin tinggi beda potensial yang diterapkan semakin kecil nilai C_c nya (Gambar 4). Untuk hasil (C_c) tanpa *preloading* dari dari posisi anoda, tengah, katoda yaitu, dari 0,262 menjadi 0,187; dari 0,262 menjadi 0,202; dari 0,262 menjadi 0,206. Sedangkan dengan *preloading* indeks kemampatan (C_c) di posisi anoda, tengah, katoda yaitu dari 0,245 menjadi 0,149; dari 0,245 berubah menjadi 0,181; dari 0,245 berubah menjadi 0,195. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan metode elektroosmosis dengan penambahan abu ampas tebu dapat dilakukan untuk perbaikan tanah sebelum bangunan didirikan. Dari Gambar. 4 juga menunjukkan bahwa indeks kemampatan (C_c) berbanding lurus dengan nilai (S_c), apabila nilai C_c naik maka nilai S_c juga ikut naik, atau sebaliknya.

Besar nilai penurunan (S_c) menunjukkan mengalami perubahan nilai S_c yang semakin kecil (Gambar 5). Dikarenakan pada proses elektroosmosis telah terjadi air yang ada di dalam *box* elektroosmosis keluar, dengan demikian sampel tanah yang di uji konsolidasi itu, air yang terdapat di dalam tanah sudah berkurang kadar airnya. Untuk Nilai (S_c) pada posisi anoda, tengah, katoda yaitu sebesar 0,775 menjadi 0,774; dari 0,075 menjadi 0,770; dari 0,775 menjadi 0,767. Sedangkan untuk *preloading* pada posisi anoda, tengah, katoda mengalami perubahan besarnya penurunan yang semakin kecil dari 0,779 menjadi 0,676; 0,779 menjadi 0,727; dari 0,779 menjadi 0,726. Maka abu ampas tebu berfungsi dapat mengurangi sifat lempung tanah tanon jika dilihat dari nilai besarnya penurunan konsolidasi yang terjadi, Semakin besar penurunan konsolidasi yang terjadi, maka semakin baik daya dukung tanah saat menerima beban dan jadi lebih stabil. Dari hasil analisis tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa metode elektroosmosis dapat digunakan untuk perbaikan tanah lempung.

SIMPULAN

Dari hasil pengamatan dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

Semakin tinggi beda potensial yang diberikan pada uji elektroosmosis tanpa *preloading* dan dengan *preloading* yang ditambah abu ampas tebu 10%, semakin besar tegangan yang diberikan maka nilai C_c semakin kecil kemampatannya dan nilai S_c juga semakin kecil, dikarenakan Nilai C_c dan S_c berbanding lurus. Nilai C_c paling kecil pada tegangan 12 volt.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada lempung ekspansif, penambahan tegangan memperoleh hasil paling tinggi pada variasi 12 volt. Hal ini memungkinkan nilai optimum lebih tinggi, maka untuk pengujian konsolidasi tanah Tanon selanjutnya menambah variasi tegangan diatas 12 volt.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih Ucapan terima kasih kepada Dr. Niken Silmi Surjandari, S.T, M.T dan R. Harya Dananjaya H.I., S.T., M.Eng. yang telah membimbing, memberi arahan dan masukan dalam penelitian ini.

REFERENSI

Adib, 2013. Perubahan parameter Konsolidasi tanah lempung Tanon yang dicampur Abu ampas tebu, Skripsi S-1, Program Transfer Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Hidayati, 2008. *Kombinasi Preloading dan Penggunaan Pre Fabricated Vertical Drains untuk mempercepat Konsolidasi Tanah Lempung Lunak*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Vol.12. Inc

Majid,, 2013. “*Pengaruh Penggunaan Elektroosmosis Terhadap Tekanan Air Pori Pada Tanah Lempung (Effect Of Electroosmosis Usage On Pore Water Pressure Of Clay Soil)*”. Skripsi, Universitas Sebelas Maret.

Atmaja, (2013), *Pengaruh penggunaan Elektroosmosis terhadap parameter Konsolidasi Tanah Lempung*, . Skripsi, Universitas Sebelas Maret.

Wibowo, Budi, 2003. “*uji Model Elektroosmosis pada tanah Lempung*”, Skripsi, Surakarta. FT Universitas Sebelas Maret.