

**PENGARUH PENGGUNAAN ELEKTROOSMOSIS
TERHADAP TEKANAN AIR PORI PADA TANAH LEMPUNG**

Effect of Electroosmosis Usage on Pore Water Pressure of Clay Soil

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



2013

MOTTO

'Jauhilah maksiat! pesan guruku, karena ilmu adalah cahaya.

Dan cahaya Allah bukan untuk pelaku dosa”

(Imam Syafi’i)

“Kesuksesan dilahirkan dari sembilan puluh sembilan kegagalan

yang dipahami dengan sikap Anti menyerah”

(James Dyson)

“Kekuatan tidak lahir dari kemenangan. Perjuanganlah yang membangun kekuatan. Jika kamu terus berjuang melewati kesulitan dan memutuskan untuk tidak menyerah, maka itulah kekuatan”

(Arnold Schwarzenegger)

PERSEMBAHAN

Bapak Ibuku tercinta, yang telah berjuang demi suksesanku dunia dan akhirat

Guru-guruku mulai dari jenjang pendidikan kanak-kanak sampai universitas

yang telah banyak membimbingku

Kakak-kakakku tersayang, yang telah banyak memberikan dukungan padaku

I love you all

commit to user

ABSTRAK

Abdul Majid, 2013. *Pengaruh Penggunaan Elektroosmosis terhadap Tekanan Air Pori pada Tanah Lempung*. Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Tanah lempung dengan kadar air tinggi kurang memenuhi syarat sebagai tempat mendirikan suatu bangunan. Tanah lempung pada kondisi tersebut mempunyai plastisitas yang tinggi, daya dukung yang rendah dan permeabilitas tanah yang rendah sehingga penurunan yang besar dalam waktu yang lama.

Elektroosmosis adalah salah satu metode perbaikan tanah lempung dengan pengaturan drainase menggunakan arus listrik searah (DC)seara langsung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan elektroosmosis terhadap tekanan air pori pada tanah lempung.

Metode elektroosmosis dibuat dalam bentuk model fisik di laboratorium. Bahan elektroda adalah tembaga yang mempunyai konduktivitas listrik yang tinggi,yaitu sebesar $6 \times 10^7 \Omega\text{m}$. Model elektroosmosis dalam bentuk *box* ukuran $30 \times 30 \times 15 \text{ m}$ 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.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi beda potensial yang diberikan pada uji model elektroosmosis kondisi tanpa *preloading* dan dengan *preloading* semakin besar dan semakin epat penurunan tekanan air pori dengan penurunan terbesar terjadi pada beda potensial 12 Volt. Pada kondisi tanpa *preloading* dan *preloading*,p enurunan tekanan air pori terbesar dan terepat terjadi di daerah anoda. Uji model elektroosmosis pada kondisi *preloading* mengalami penurunan tekanan air pori yang lebih besar dan lebih epat daripada kondisi tanpa *preloading*.

Kata kunci : elektroosmosis, *preloading*,tekanan air pori

ABSTRACT

Abdul Majid, 2013. *Effect of Electroosmosis Usage on Pore Water Pressure of Clay Soil*. Thesis, Civil Engineering Departement, Engineering Faulty , Sebelas Maret University of Surakarta.

Clay soil with high water content less qualified as place to establish a building. It has a high plasticity, low bearing capacity and low soil permeability so that the huge derivation in a long time.

Electroosmosis is one of clay soil treatment method with drainage control using direct current (DC) directly. The purpose of this work is to study the effect of the electroosmosis usage on pore water pressure of the clay soil.

In this work, electroosmosis treatment was conducted in physical models in the laboratory. Electrode materials is copper, which is high electrical conductivity metal $6 \times 10^7 \Omega m$. Electroosmosis model was formed in box size of $30 \times 30 \times 15 \text{ cm}$. The potential of current was varied as with a variation of 0, 3, 6, 9 and 12 volts. Electroosmosis test was conducted in with and without preloading. The observed parameter was the water level that indicated pore water pressure of clay soil during 24 hours for 3 days of testing.

The results showed that the higher the potential was applied in electroosmosis model test for without preloading and with preloading the faster and the more reduction of pore water pressure with the most reduction of pore water pressure was recorded on 12 volt. For both condition, with preloading and without preloading condition, the most reduction and fastest pore water pressure occurred in the anode region. Electroosmosis model test in preloading condition recorded bigger and faster pore water pressure reduction than without preloading.

Keywords: electroosmosis, preloading, pore water pressure

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang telah menciptakan kehidupan sebagai bagian dari bukti kekuasaan-Nya. Shalawat dan salam semoga tetap terlimpahkan kepada Rasulullah SAW, beserta seluruh keluarga, sahabat dan para pengikut beliau yang shaleh hingga akhir zaman.

Penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Penggunaan Elektroosmosis terhadap Tekanan Air Pori pada Tanah Lempung” ini merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Selesaiannya skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Bambang Santosa, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Adi Yusuf Muttaqin, MT, selaku Pembimbing Akademik.
3. Dr. Niken Silmi Surjandari, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing 1 dalam penulisan skripsi.
4. Dr. Tech. Ir. Sholihin As'ad, MT, selaku Dosen Pembimbing 2 dalam penulisan skripsi.
5. Ir. Noegroho Djarwanti, MT dan Bambang Setiawan, ST, MT, selaku Dosen Penguji skripsi
6. Seluruh Staff Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta.
7. Kedua Orang Tua yang selalu memberi dukungan penuh baik berupa doa, moral maupun material.
8. Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2008 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta yang tidak dapat kami sebutkan satu-persatu.

commit to user

9. Rekan-rekan skripsi Resa, Ivano, Andi, dan asisten laboratorium yang telah membantu selama penelitian.
10. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Kritik dan saran yang membangun demi perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Mudah-mudahan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca pada umumnya serta bagi pengembangan ilmu teknik sipil pada khususnya.



Surakarta, Juli 2013

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB 2 LANDASAN TEORI	
2.1. Tinjauan Pustaka.....	3
2.2. Dasar Teori.....	5
2.2.1. Tanah Lempung.....	5
2.2.2. Pengaruh Air pada Tanah Lempung.....	7
2.2.3. Fenomena Elektrokinetik.....	9
2.2.5. <i>Preloading</i>	12

commit to user

2.2.6. Tekanan Air Pori	13
2.2.7. Aplikasi Metode Elektroosmosis	15

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan	18
3.1.1. Alat	18
3.1.2. Bahan	19
3.2. Tahap Penelitian	21
3.3. Pengambilan Sampel Tanah	21
3.4. Identifikasi Awal	22
3.4.1. <i>Grain Size Analysis</i>	22
3.4.2. <i>Atterberg Limit</i>	22
3.5. Pengujian Utama	23
3.5.1. Model Fisik Elektroosmosis	23
3.5.2. Penjenuhan Sampel	23
3.5.3. Variasi Beda Potensial	25
3.5.4. <i>Preloading</i>	25
3.5.5. Pengujian Tekanan Air Pori	26
3.5.6. Proses Analisis	26
3.5.7. Prosedur Kerja Penelitian	27

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji Klasifikasi Tanah	28
4.1.1. Pengujian <i>Spesific Gravity (Gs)</i>	28
4.1.2. Pengujian <i>Grain Size Analysis</i>	28
4.1.3. Pengujian <i>Atterberg Limit</i>	29
4.2. Hasil dan Pembahasan	30
4.2.1. Hubungan Tekanan Air Pori terhadap Variasi Beda Potensial pada Kondisi Tanpa <i>Preloading</i>	31
4.2.2. Hubungan Tekanan Air Pori terhadap Variasi Beda Potensial pada Kondisi <i>Preloading</i>	34
4.2.3. Hubungan Tekanan Air Pori terhadap Variasi	

commit to user

Beda Potensial pada Kondisi Tanpa *Preloading*
dan dengan *Preloading* 38

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan..... 40
5.2. Saran..... 40

DAFTAR PUSTAKA 41

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2	Perbedaan maaam -maam fenomena elektrokinetik .	2
Tabel 4	Rekapitulasi pengamatan ketinggian muka air tanah uji elektroosmosis kondisi tanpa <i>preloading</i> pad penerapan 3volt ..	6
Tabel 2	Rekapitulasi tekanan air pori rata-rata pad uji elektroosmosis kondisi tanpa <i>preloading</i> pad penerapan 3volt ..	6
Tabel 3 a.	Rekapitulasi tekanan air pori pad kondisi tanpa <i>preloading</i> posisi anod. .	3
Tabel 3 b.	Rekapitulasi tekanan air pori pad kondisi tanpa <i>preloading</i> posisi tengah modl .	3
Tabel 3 c.	Rekapitulasi tekanan air pori kondisi tanpa <i>preloading</i> pad posisi katod. .	3
Tabel 4 a.	Rekapitulasi pen gujian elektroosmosis kondisi <i>preloading</i> pad posisi anod ..	3
Tabel 4 b.	Rekapitulasi tekanan air pori kondisi <i>preloading</i> pad posisi tengah modl. .	6
Tabel 4 c.	Rekapitulasi pengujian elektroosmosis kondisi <i>preloading</i> pad posisi katod. .	3

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Mekul air polar dalam lapisan ganda	8
Gambar 2.2.	Ektroforesis	9
Gambar 2.3.	Aliran potensial.	10
Gambar 2.4.	Potensial migrasi & sedimentasi	10
Gambar 2.5.	Ektroosmosis	11
Gambar 3.1.	Adaptor 5A	8
Gambar 3.2.	Multimeter	8
Gambar 3.3.	Kabel dan jepit buaya	9
Gambar 3.4.	Lem silikon..	9
Gambar 3.5.	Kaca	20
Gambar 3.6.	Tembaga	20
Gambar 3.7.	Alumina	20
Gambar 3.8.	Sedtan	20
Gambar 3.9.	3. Model fisik elektroosmosis	23
Gambar 3.10.	4. Model <i>Preloading</i>	26
Gambar 3.11.	5. Diagram alir metod penelitian	2
Gambar 4.1.	Kurva distribusi ukuran butir tanah.	8
Gambar 4.2.	Grafik plastisitas Cassagrand	9
Gambar 4.3.	Posisi pengamatan uji elektroosmosis.	30
Gambar 4.4.	Grafik hubungan tekanan air pori terhadap variasi beda potensial di posisi anod kondisi tanpa <i>preloading</i>	3

gambar 4	4b.G rafik hubungan tekanan air pori terhadap variasi bed potensial di posisi tengah modul kondisi tanpa <i>preloading</i> .	3
gambar 4	c. Grafik hubungan tekanan air pori terhadap variasi bed potensial di posisi katod tanpa <i>preloading</i> .	3
gambar 5	a. Grafik hubungan tekanan air pori terhadap variasi bed potensial di posisi anod kondisi <i>preloading</i>	3
gambar 5	b.G rafik hubungan tekanan air pori terhadap variasi bed potensial di posisi tengah modul kondisi <i>preloading</i> .	6
gambar 5	d. Grafik hubungan tekanan air pori terhadap variasi bed potensial di posisi katod kondisi <i>preloading</i> .	3

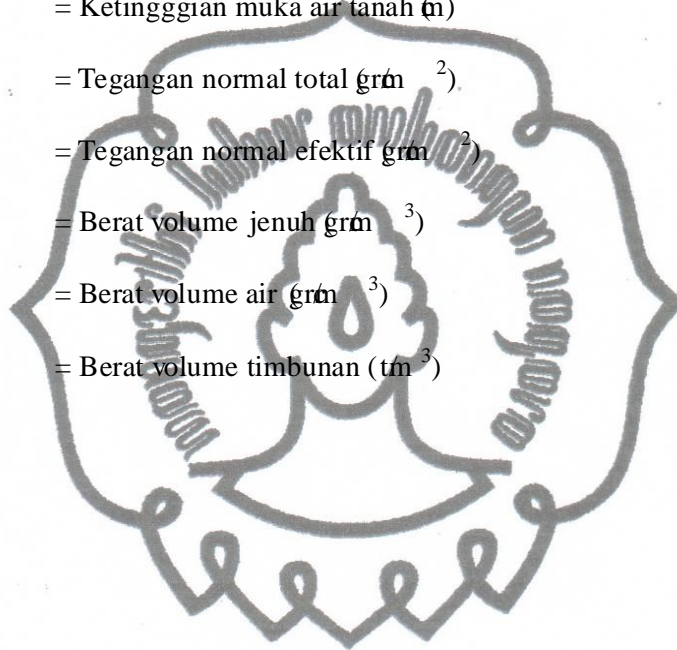


DAFTAR NOTASI DAN SIMBOL

A	≡ Kuat Arus / <i>Amper</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
CCL ₄	≡ karbon tetra klorid
CH	≡ Lempung anorganik plastisitas tinggi
Cu	≡ Kohesi tanah dasar (tn^2)
DC	= <i>Direct Current</i>
Đ	= <i>Electroosmosis Pulse</i>
G	≡ Berat jenis
H _c	= Tinggi kritis (m)
IP	= Indeks plastisitas / <i>Plasticity Index (%)</i>
LL	= Batas cair/ <i>Liquid limit (%)</i>
PL	= Batas plastis/ <i>Plastic limit (%)</i>
PĐ	= <i>Prefabricated vertical drains</i>
Q	= Daya dukung tanah (tn^2)
S	≡ Derajat kejenuhan %
USCS	= <i>Unified System of Classification</i>
u	= Tekanan air pori (grn^2)
V	= Bed potensial (volt)
V _w	≡ Volume air (m^3)
V _v	= Volume rongga (m^3)
V _t	= Volume total (m^3)

commit to user

V	= Volume tanah kering (m^3)
W	= Berat air dalam tanah kering udara (gr)
W	= Berat tanah kering oven (gr)
W_{tk}	= Berat tanah kering udara untuk uji kadar (gr)
W_{tb}	= Berat tanah kering udara untuk sampel utama (gr)
Z	= Ketinggian muka air tanah (m)
σ	= Tegangan normal total ($gr\ m^{-2}$)
σ'	= Tegangan normal efektif ($gr\ m^{-2}$)
γ_{sat}	= Berat volume jenuh ($gr\ m^{-3}$)
γ_w	= Berat volume air ($gr\ m^{-3}$)
γ_{timb}	= Berat volume timbunan (tm^{-3})



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Hasil Uji Klasifikasi Tanah

Lampiran B Hasil Pengujian Utama

Lampiran C Form Skripsi

Lampiran D Dokumentasi Laboratorium

