

**PERBAIKAN TANAH LEMPUNG LUNAK  
DENGAN METODE ELEKTROKINETIK**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :

JHON RICARDO HASUGIAN

NPM : 09 02 13207



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
JUNI 2013**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul :

**“PERBAIKAN TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN METODE ELEKTROKINETIK”**

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 13 Mei 2013

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in blue ink is written over a rectangular stamp. The stamp is light blue and contains the text 'METERAI TEMPEL' at the top, followed by 'PADA MEMBERSI BANGSA' and 'TGL. 10'. Below this is a long alphanumeric string '088E8ABF418433277' and 'ENAM RIBU RUPIAH'. At the bottom of the stamp, the number '6000' is printed in large, bold digits, and the letters 'DJP' are in a red box on the right side.

Jhon Ricardo Hasugian

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERBAIKAN TANAH LEMPUNG LUNAK  
DENGAN METODE ELEKTROKINETIK**

Oleh :

JHON RICARDO HASUGIAN

NPM : 090213207

telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta,.....*15/06/13*.....

Pembimbing I



(Sumiyati Gunawan, S.T., M.T)

Pembimbing II



(Ch. Arief Sudibyo, Ir.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(J. Januar Sudjati, S.T.,M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PERBAIKAN TANAH LEMPUNG LUNAK  
DENGAN METODE ELEKTROKINETIK**

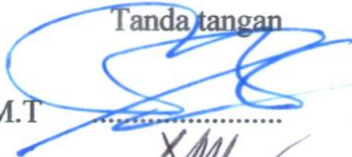
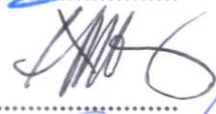



Oleh :

JHON RICARDO HASUGIAN

NPM : 090213207

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: Sumiyati Gunawan, S.T., M.T		18/06/13
Anggota	: Ch. Arief Sudibyo, Ir.		18/06/13
Anggota	: Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.		18/06/2013

## KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkat, rahmat dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir berjudul “Perbaikan Tanah Lempung Lunak dengan Metode Elektrokinetik” dapat selesai dengan baik. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Strata Satu Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penyusun menyadari bahwa penyusunan Tugas Akhir ini tidak dapat dilakukan seorang diri, lepas dari bantuan, bimbingan, kritikan, dukungan serta saran dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah mengizinkan penulis menjalankan pembelajaran selama masa studi.
2. J. Januar Sudjati, S.T.,M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Ibu Sumiyati Gunawan, S.T., M.T dan bapak Ch. Arief Sudiby, Ir selaku Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

4. Mas Ditya selaku staff laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian di laboratorium.
5. Segenap dosen dan karyawan atas ilmu dan bimbingan yang diberikan.
6. Buat keluarga tercinta Bapak, Ibu, kakak dan adek yang sudah memberi doa, dukungan dan semangat sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
7. Eda dan Yonatan sebagai rekan kerja penelitian dan tempat berbagi ide selama penyusun menjalani penelitian di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
8. Ivan, Elki, Rian, Junior, Galih, Handi yang telah membantu penyusun dalam penelitian.
9. Seluruh teman, baik di Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta maupun teman-teman lain atas dukungannya.
10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu sehingga penulis mendapatkan semangat dan menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini belum sempurna dan masih banyak kekurangan sehingga penulis berharap kritik dan saran dari semua pihak untuk membangun pengetahuan penulis. Akhir kata, penulis berharap dengan segala kerendahan hati semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, terutama di bidang ilmu Sipil.

Yogyakarta, Juni 2013

Jhon Ricardo Hasugian

NPM : 09 02 13207

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>KATA HANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xv
<b>INTISARI</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5. Manfaat dan Tujuan Penelitian.....	4
1.6. Lokasi Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5



<b>BAB III LANDASAN TEORI.....</b>	<b>9</b>
3.1. Tanah.....	9
3.2. Batas-Batas Atterberg.....	11
3.3. Indeks Plastisitas ( <i>Plasticity Index</i> ).....	13
3.4. Uji Geser Langsung ( <i>Direct Shear</i> ).....	14
3.5. Elektrokinetik.....	15
3.6. Hipotesis.....	16
 <b>BAB IV METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	 <b>17</b>
4.1. Pengujian Sampel Tanah Asli.....	17
4.1.1. Persiapan Tanah.....	17
4.1.2. Lokasi Pengujian.....	17
4.2. Model Pengujian.....	18
4.2.1. Alat dan Bahan.....	18
4.2.2. Model Pengujian.....	19
4.3. Kerangka Pemikiran.....	23
 <b>BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA.....</b>	 <b>24</b>
5.1. Data Teknis Tanah Asli.....	24
5.2. Hasil Pengujian.....	24
5.3. Pengaruh Variabel Jarak Elektroda (Anoda dan Katoda).....	28
5.4. Pengaruh Variabel Besar Voltase.....	35

5.5. Pengaruh Maksimum dan Minimum dari Kombinasi Variabel.....	36
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>37</b>
6.1. Kesimpulan.....	37
6.2. Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>40</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Sistem Klasifikasi Tanah Unified.....	10
Tabel 3.2	Sistem Klasifikasi Tanah AASHTO.....	10
Tabel 3.3	Nilai Indeks Plastisitas dan Macam Tanah.....	13
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik.....	25
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Tanah Setelah Proses Elektrokinetik pada Titik Anoda.....	25
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Tanah Setelah Proses Elektrokinetik Pada Titik 10 cm Dari Anoda.....	25
Tabel 5.4	Penurunan Kadar Air ( $w$ ) yang Terjadi.....	26
Tabel 5.5	Peningkatan Besar Sudut Gesek Dalam ( $\Theta^{\circ}$ ) yang Terjadi..	26
Tabel 5.6	Peningkatan Besar Kohesi ( $c$ ) yang Terjadi.....	26
Tabel 5.7	Nilai Maximum dan Minimum pada Kombinasi Variabel...	36

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model dan Konfigurasi Elektroda (a) Peralatan Pembebanan dan Kotak Contoh Tanah, (b) Kedalaman Model Pondasi Tiang, (c) Jarak Antar Elektroda.....	6
Gambar 2.2	Peningkatan Daya Dukung Tiang.....	7
Gambar 2.3	Kapasitas Daya Dukung Tanah.....	8
Gambar 2.4	Kuat Geser <i>Undrained</i> pada Kedalaman 35 cm.....	8
Gambar 3.1	Batas-batas Atterberg.....	12
Gambar 3.2	Skema Uji Geser Langsung.....	14
Gambar 4.1	Susunan Lapisan Pasir dan Lempung dalam Bak uji.....	19
Gambar 4.2	<i>Pre-loading</i> dengan Beban 2 ton.....	20
Gambar 4.3	Posisi Anoda dan Katoda Tampak Atas.....	21
Gambar 4.4.	Posisi Anoda dan Katoda Tampak Samping.....	22
Gambar 4.5.	Bagan Alir Kerangka Pemikiran.....	23
Gambar 5.1	Grafik Perbandingan Kadar Air ( $w$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt dan 24 volt.....	27
Gambar 5.2	Grafik Perbandingan Besar Sudut Gesek Dalam ( $\theta^{\circ}$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt dan 24 volt.....	27
Gambar 5.3	Grafik Perbandingan Besar Kohesi ( $c$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12	

	volt dan 24 volt.....	28
Gambar 5.4	Grafik perbandingan Kadar Air ( $w$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt.....	29
Gambar 5.5	Grafik Perbandingan Grafik Besar Sudut Gesek Dalam ( $\Theta^\circ$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar Voltase 12 Volt.....	29
Gambar 5.6	Grafik Perbandingan Besar Kohesi ( $c$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt.....	30
Gambar 5.7	Grafik Perbandingan Kadar Air ( $w$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 24 volt.....	31
Gambar 5.8	Grafik Perbandingan Besar Sudut Gesek Dalam ( $\Theta^\circ$ ) Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 24 volt.....	31
Gambar 5.9	Grafik Perbandingan Besar Kohesi ( $c$ ) Sebelum dan Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 24 volt.....	32
Gambar 5.10	Grafik Penurunan Kadar Air ( $w$ ) yang Terjadi Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt dan 24 volt.....	33
Gambar 5.11	Grafik Peningkatan Besar Sudut Gesek Dalam ( $\Theta^\circ$ ) yang Terjadi Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt dan 24 volt.....	34

Gambar 5.12 Grafik Peningkatan Perbandingan Besar Kohesi ( $c$ ) yang Terjadi Sebelum dan Sesudah Proses Elektrokinetik Dengan Besar voltase 12 volt dan 24 volt..... 35



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Parameter Tanah Asli.....	40
Lampiran 2. Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik dengan variabel 60 cm dan 12 volt.....	49
Lampiran 3. Hasil Pengujian Tanah Pada Titik Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 60 cm dan 12 volt.....	51
Lampiran 4. Hasil Pengujian Tanah Pada Titik 10 cm Dari Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 60 cm dan 12 volt.....	53
Lampiran 5. Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik dengan variabel 60 cm dan 24 volt.....	55
Lampiran 6. Hasil Pengujian Tanah Pada Titik Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 60 cm dan 24 volt.....	57
Lampiran 7. Hasil Pengujian Tanah Pada Titik 10 cm Dari Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 60 cm dan 24 volt.....	59
Lampiran 8. Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik dengan variabel 40 cm dan 12 volt.....	61
Lampiran 9. Hasil Pengujian Tanah Pada Titik Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 40 cm dan 12 volt.....	63
Lampiran 10 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik 10 cm Dari Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 40 cm dan	

12 volt.....	65
Lampiran 11. Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik dengan variabel 40 cm dan 24 volt.....	67
Lampiran 12 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 40 cm dan 24 volt.....	69
Lampiran 13 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik 10 cm Dari Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 40 cm dan 24 volt.....	71
Lampiran 14 Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik dengan variabel 20 cm dan 12 volt.....	73
Lampiran 15 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 20 cm dan 12 volt.....	75
Lampiran 16 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik 10 cm Dari Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 20 cm dan 12 volt.....	77
Lampiran 17 Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik dengan variabel 20 cm dan 24 volt.....	79
Lampiran 18 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 20 cm dan 24 volt.....	81
Lampiran 19 Hasil Pengujian Tanah Pada Titik 10 cm Dari Anoda Setelah Proses Elektrokinetik dengan variabel 20 cm dan 24 volt.....	83
Lampiran 20 Dokumentasi Penelitian.....	85



## INTISARI

**PERBAIKAN TANAH LEMPUNG LUNAK DENGAN METODE ELEKTROKINETIK**, Jhon Ricardo Hasugian, NPM 09.02.13207, tahun 2013, Bidang Keahlian Geoteknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tanah merupakan materi dasar yang menerima sepenuhnya penyaluran beban yang ditimbulkan akibat dari bangunan konstruksi di atasnya. Kebutuhan lahan untuk pembangunan terus bertambah, oleh karena itu pembangunan terpaksa dilakukan di atas tanah yang kurang memenuhi ketentuan. Salah satunya adalah tanah lempung, tanah yang mempunyai sifat kembang susut yang tinggi yang sering menyulitkan dalam membangun bangunan di atasnya. Tanah lempung dalam keadaan basah memiliki daya dukung yang rendah. Tanah lempung sendiri memiliki ukuran butir halus, nilai plastisitas tinggi dan proses konsolidasi yang lambat sehingga sulit dalam pelaksanaan pematatannya terutama dalam keadaan basah. Hal ini disebabkan karena tanah lempung memiliki permeabilitas yang rendah.

Pada Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki tanah lempung lunak dengan menggunakan metode elektrokinetik. Elektrokinetik adalah suatu metode perbaikan tanah dengan cara memberi tegangan beda potensial pada anoda (kutub positif) dan katoda (kutub negatif) yang ditanam di tanah untuk memperbaiki karakteristik geoteknik dari tanah lunak. Dalam metode elektrokinetik terjadi proses elektrolisis. Elektrolisis adalah peristiwa penguraian zat elektrolit oleh arus listrik searah. Zat elektrolit bisa berupa air, asam, basa atau berupa senyawa kimia lainnya. Dalam sel elektrolisis energi listrik dapat menghasilkan reaksi kimia. Reaksi kimia yang terjadi adalah pemecahan molekul air menjadi oksigen dan hidrogen.

Pada penelitian ini variabel yang digunakan adalah jarak antara anoda dan katoda dan juga besar voltase. Variasi jarak antara anoda dan katoda yang dipakai adalah 60 cm, 40 cm dan 20 cm dan variasi voltase yang dipakai adalah 12 volt dan 24 volt. Kombinasi variabel yang didapat adalah 60 cm & 12 volt, 60 cm & 24 volt, 40 cm & 12 volt, 40 cm & 24 volt, 20 cm & 12 volt dan 20 cm & 24 volt. Parameter yang diuji sebagai pembanding adalah kuat geser tanah dan kadar air tanah. Parameter tanah sebelum proses elektrokinetik di bandingkan dengan parameter setelah proses elektrokinetik. Titik uji setelah proses elektrokinetik diambil pada titik anoda dan 10 cm dari titik anoda.

Dari penelitian didapat bahwa hasil perbaikan tanah lebih baik didapat ketika jarak antara anoda dan katoda semakin dekat dan besar voltase semakin besar. Hasil perbaikan tanah lebih baik pada titik anoda dibanding dengan pada titik 10 cm dari anoda.

**Kata kunci** : perbaikan tanah lempung lunak, metode elektrokinetik, elektrolisis.