

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP WAKTU
PENURUNAN PADA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN
METODE ELEKTROKINETIK**

Laporan Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :
EDA FEBRIANTO SAMBARA
NPM : 09 02 13176



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

PERNYATAAN

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

PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP WAKTU PENURUNAN PADA PERBAIKAN TANAH 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, Juli 2013

Yang membuat pernyataan,



Eda Febrianto Sambara

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP WAKTU
PENURUNAN PADA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN
METODE ELEKTROKINETIK**

Oleh :

EDA FEBRIANTO SAMBARA

NPM : 09 02 13176

telah disetujui oleh pembimbing

Yogyakarta, 16 Juli 2013

Pembimbing

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

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(T. Yulianar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP WAKTU
PENURUNAN PADA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN
METODE ELEKTROKINETIK**

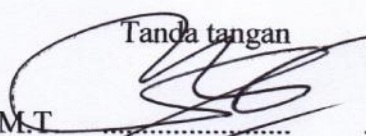
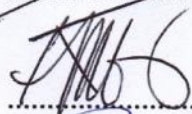
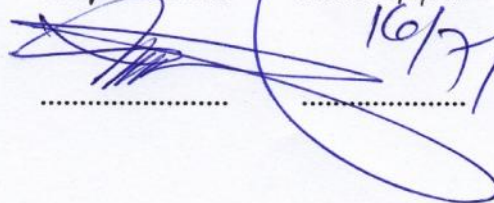


Oleh :

EDA FEBRIANTO SAMBARA

NPM : 09 02 13176

Telah diuji dan disetujui oleh

	Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua	: Sumiyati Gunawan, S.T., M.T		16/07/13
Sekretaris	: Ir. Ch Arief Sudibyo		16/07/13
Anggota	: Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.		16/07/13

KATA HANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat, rahmat, tuntunan serta kasih karunia-Nya yang tiada terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir berjudul “Pengaruh Pembebanan Terhadap Waktu Penurunan Pada Perbaikan Tanah Lunak Dengan Metode Elektrokinetik” dengan baik. Adapun maksud dari penyusunan Tugas Akhir ini guna memenuhi salah satu persyaratan akademis untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Sarjana Strata Satu Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis berharap melalui Tugas Akhir ini dapat menambah serta memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari tidak dapat menyelesaikannya seorang diri tanpa bimbingan, bantuan, saran serta dukungan moral maupun doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang banyak membantu baik saat penentuan topik, pelaksanaan penelitian di laboratorium, maupun saat penyusunan Tugas Akhir berlangsung hingga selesai. Ucapan terimakasih penulis hantarkan kepada :

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

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., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan petunjuk, arahan dan bimbingan saat penelitian maupun saat penyusunan tugas akhir ini.
4. Mas Oktoditya Ekaputra selaku staff laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah banyak membantu penulis dalam pengujian tanah di laboratorium.
5. Segenap dosen prodi Teknik Sipil yang telah mendidik, berbagi ilmu dan memberikan bimbingan kepada penulis.
6. Keluarga penulis tercinta, Papa, Mama, Adik Edo dan Edu serta keluarga besar yang telah senantiasa memberi dukungan, doa, semangat maupun materiil sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
7. Novianti Andi selaku teman hidup tercinta berserta keluarga yang selalu memberi dukungan, doa dan semangat kepada penulis.
8. Jonatan dan Ricardo sebagai partner kerja penelitian yang saling bekerja sama mengangkat beban, tempat berbagi ide serta berdiskusi selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
9. Ivan, Elki, Sulis, Junior, Galih, Handy, Yesi, Yogha yang telah membantu penulis selama penelitian dan menemani penulis saat penelitian.
10. Seluruh teman prodi Teknik Sipil angkatan '09 UAJY yang telah banyak membantu penulis saat menempuh perkuliahan serta yang telah memberikan dukungan serta doa saat menempuh tugas akhir.

11. Serta pihak-pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu sehingga penulis mendapatkan dukungan serta semangat tinggi untuk menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Penulis menyadari penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang membangun. Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak dan pembaca, terkhusus di bidang ilmu Teknik Sipil.

Yogyakarta, Juli 2013

Eda Febrianto Sambara

NPM : 09 02 13176

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
INTISARI	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5. Manfaat dan Tujuan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
BAB III LANDASAN TEORI	8
3.1. Konsolidasi Tanah Lempung.....	8
3.2. Koefisien Konsolidasi (C_v).....	8
3.2.1. Metode Kecocokan Log-waktu.....	8
3.2.2. Metode Akar Waktu.....	10
3.2.3. Derajat Konsolidasi.....	11
3.3. Indeks Pemampatan (C_c).....	12
3.4. Penurunan Konsolidasi.....	13
3.5. Uji Geser Langsung (<i>Direct Shear</i>).....	14
3.6. Kadar Air.....	15
3.6. Elektrokinetik.....	15
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	17
4.1. Model dan Pengujian Sampel Tanah Asli.....	17
4.1.1. Persiapan Tanah.....	17
4.1.2. Lokasi Pengujian.....	17
4.1.3. Alat dan Bahan.....	18
4.2. Model dan Pengujian Pembebanan.....	19
4.2.1. Persiapan dan Model Uji.....	19
4.2.2. Prosedur Pelaksanaan Pengujian.....	22
4.2.2.1. Kadar Air.....	22
4.2.2.2. Berat Jenis.....	23
4.2.2.3. Analisis Saringan.....	24

4.2.2.4. Hydrometer.....	24
4.2.2.5. Batas-batas Atterberg.....	26
4.2.2.5.1. Pengujian Batas Cair Tanah.....	26
4.2.2.5.2. Pengujian Batas Plastis.....	27
4.2.3. Pembacaan Dial dan Pembebanan.....	29
4.3. Kerangka Penelitian.....	30
BAB V HASIL PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA.....	31
5.1. Data Teknis Tanah Asli.....	31
5.2. Hasil Pengujian.....	31
5.2.1. Hasil Uji Geser dan Kadar Air.....	31
5.3. Hasil Tes Pembebanan.....	35
5.3.1. Konsolidasi Tanah Asli Lapangan di Laboratorium.....	35
5.3.2. Konsolidasi Tanah Tanpa Elektrokinetik.....	38
5.3.3. Konsolidasi Tanah dengan Elektrokinetik yang Diberi Tegangan 12 volt.....	39
5.3.4. Konsolidasi Tanah dengan Elektrokinetik yang Diberi Tegangan 24 volt.....	40
5.4. Analisa dan Diskusi Hasil Penelitian.....	42
5.4.1. Perbandingan Penurunan Tanah Tiap Beban.....	42
5.4.2. Perbandingan Penurunan pada Masing-masing Beda Tegangan Elektrokinetik dengan contoh soal.....	43
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	47
6.1. Kesimpulan.....	47
6.2. Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi.....	9
Tabel 3.2	Hubungan untuk indeks pemampatan Rendon-Herrero.....	13
Tabel 5.1	Hasil Pengujian Tanah Sebelum Proses Elektrokinetik.....	32
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Tanah Setelah Proses Elektrokinetik.....	32
Tabel 5.3	Penurunan Kadar Air () yang Terjadi.....	32
Tabel 5.4	Peningkatan Besar Sudut Gesek Dalam (°) yang Terjadi..	33
Tabel 5.5	Peningkatan Besar Kohesi (<i>c</i>) yang Terjadi.....	33
Tabel 5.6	Nilai <i>C_v</i> tanah asli pada pengujian konsolidasi Laboratorium.....	36
Tabel 5.7	Nilai <i>C_c</i> tanah asli pada pengujian konsolidasi Laboratorium.....	37
Tabel 5.8	Nilai <i>C_c</i> tanah tanpa elektrokinetik.....	38
Tabel 5.9	Nilai <i>C_c</i> tanah yang diberi tegangan 12 volt.....	40
Tabel 5.9	Nilai <i>C_c</i> tanah yang diberi tegangan 24 volt.....	41
Tabel 5.10	Nilai <i>S_c</i> pada Masing-masing menurut besar voltase.....	44
Tabel 5.11	Perbandingan penurunan pada masing-masing perbaikan tanah.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Metode kecocokan log-waktu (<i>Casagrande, 1940</i>).....	10
Gambar 3.2	Metode akar waktu (<i>Taylor, 1948</i>).....	11
Gambar 3.3	Skema Uji Geser Langsung.....	15
Gambar 4.1	Model bak uji.....	20
Gambar 4.2	Posisi Elektroda Anoda dan Elektroda Katoda.....	20
Gambar 4.3	Pengujian tanah lunak tanpa menggunakan elektrokinetik..	21
Gambar 4.4	Pengujian tanah lempung menggunakan elektrokinetik dengan memberikan tegangan sebesar 12 volt.....	21
Gambar 4.5	Pengujian tanah lempung menggunakan elektrokinetik dengan memberikan tegangan sebesar 24 volt.....	22
Gambar 4.6	Bagan alir Kerangka Pemikiran.....	30
Gambar 5.1	Grafik Perbandingan Kadar Air (w).....	34
Gambar 5.2	Grafik Perbandingan Besar Sudut Gesek Dalam (ϕ).....	34
Gambar 5.3	Grafik Perbandingan Besar Kohesi (c).....	35
Gambar 5.4	Grafik konsolidasi tanah asli di laboratorium.....	36
Gambar 5.5	Grafik konsolidasi tanah tanpa elektrokinetik.....	39
Gambar 5.6	Grafik konsolidasi tanah yang diberi tegangan 12 volt.....	39
Gambar 5.7	Grafik konsolidasi tanah yang diberi tegangan 24 volt.....	40
Gambar 5.8	Grafik perbandingan penurunan pada beban 0,75 ton.....	42
Gambar 5.9	Grafik perbandingan penurunan pada beban 1,25 ton.....	42
Gambar 5.10	Grafik perbandingan penurunan pada beban 1,8 ton.....	43
Gambar 5.11	Grafik Perbandingan penurunan pada tanah lunak dengan tanpa elektro, 12 volt, dan 24 volt.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Rekap Hasil Pengujian Tanah Asli.....	50
Lampiran 2.	Hasil Pengujian Kadar Air Tanah Asli.....	51
Lampiran 3.	Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli.....	52
Lampiran 4.	Lembar Data Pengujian Geser Langsung Tanah Asli.....	53
Lampiran 6.	Hasil Analisis Butiran Tanah Asli.....	55
Lampiran 7.	Hasil Hydrometer Tanah Asli.....	56
Lampiran 8.	Hasil Batas Cair Tanah Asli.....	57
Lampiran 9.	Hasil Batas Plastis Tanah Asli.....	58
Lampiran 10.	Pengujian Konsolidasi Laboratorium.....	59
Lampiran 11.	Rekap Hasil Pengujian di Bak Uji.....	60
Lampiran 12.	Hasil Pengujian Tanah Tanpa Elektrokinetik.....	61
Lampiran 22.	Hasil Pengujian Tanah 12 Volt.....	71
Lampiran 32.	Hasil Pengujian Tanah 24 Volt.....	81
Lampiran 42.	Hasil Pengujian Konsolidasi di bak uji Tanpa Elektrokinetik.....	91
Lampiran 47.	Hasil Pengujian Konsolidasi di bak uji 12 Volt.....	96
Lampiran 52.	Hasil Pengujian Konsolidasi di bak uji 24 Volt.....	101
Lampiran 57.	Dokumentasi Penelitian.....	106

INTISARI

PENGARUH PEMBEBANAN TERHADAP WAKTU PENURUNAN PADA PERBAIKAN TANAH LUNAK DENGAN METODE ELEKTROKINETIK.

Eda Febrianto Sambara, NPM 09.02.13176, tahun 2013, Bidang Keahlian Geoteknik, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Suatu konstruksi yang berada di atas tanah lunak akan menemui masalah terutama berkaitan dengan besarnya penurunan yang akan terjadi setelah sebuah konstruksi didirikan di atasnya. Hal ini disebabkan karena tingginya kadar air dalam tanah yang dapat menyebabkan hilangnya lekatan antar butiran tanah sehingga daya dukungnya menjadi rendah dan penurunannya besar. Meskipun kerusakan yang diakibatkan tidak bersifat mendadak dan langsung namun kerugian secara materi yang diakibatkan akan cukup besar, oleh karena itu perlu diadakannya perbaikan tanah.

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 elektroda anoda (kutub positif) dan elektroda katoda (kutub negatif) yang ditanam di tanah untuk memperbaiki karakteristik geoteknik dari tanah lunak.

Pada penelitian ini variabel yang digunakan besar voltase sebesar 12 volt dan 24 volt yang masing-masing voltase diberi beban sebanyak 3 kali yaitu $0,75 \text{ ton/m}^2$, $1,25 \text{ ton/m}^2$ dan $1,8 \text{ ton/m}^2$. Variasi jarak elektroda yang dipakai adalah 60 cm. Parameter yang diuji sebagai pembanding adalah kuat geser tanah dan kadar air tanah serta besar dan cepat penurunan. Parameter tanah sebelum proses elektrokinetik di bandingkan dengan parameter setelah proses elektrokinetik. Titik uji setelah proses elektrokinetik diambil pada 10 cm dan 20 cm dari titik anoda.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode elektrokinetik pada tanah lunak yang diberi tegangan 24 volt terbukti lebih baik daripada 12 volt dan tanpa elektrokinetik. Hal ini ditunjukkan dengan memiliki penurunan yang lebih cepat, dapat menurunkan nilai kadar air sampai dengan 6,84 %, dan dapat meningkatkan kuat geser tanah sampai dengan 4,22 kali dari kondisi awalnya.

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