

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH BESARAN VOLTASE METODE  
ELEKTROKINETIK TERHADAP PENGEMBANGAN TANAH  
LEMPUNG EKSPANSIF**

**Disusun guna melengkapi persyaratan untuk mencapai  
derajat kesarjanaan Strata-1  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh :  
VENDY YOGA DIMAS ANDHIEPSA  
20120110045**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL TEKNIK SIPILFAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2016**

## **HALAMAN MOTO**

*Be Innovative*  
(Jadilah kreatif)

Ambisi selalu membawa diri menuju hal baru.

*I've Done The Best And Will So On*  
(Saya sudah melakukan yang terbaik dan akan begitu seterusnya)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk :

Allah SWT yang telah melimpahkan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi  
setiap umat-Nya

Nabi Muhammad SAW yang selalu menjadi suri teladan bagi kita

Ayahanda Septadi Parholongan Yahya dan Ibunda Dijah Aju Ratnasari atas segala  
doa, dukungan serta peluh demi kasih untuk ananda

Adikku Candra Sagita Gilang Permana yang selalu memberikan semangat dan  
sayangnya serta menjadi tujuan hidupku

Eyang Murni Hutagalung yang aku cintai yang tiada henti memperlihatkan  
bagaimana seharusnya sebuah keluarga

(Bagaimanapun keluargamu kamu harus membelanya, selalu ada untuk  
keluargamu, kitapun tidak sepenuhnya baik, tapi untuk keluarga selalu berikan  
yang baik dan terbaik, lindungilah dan tuntunlah keluargamu entah seberapa  
buruknya itu, bukan mencela bahkan memusuhinya)

Untuk terkasih yang selalu menemani saat suka dan duka

Saudara-saudaraku tersayang yang selalu memberikan dukungan serta semangat

Dosen terbaik, bapak Agus Setyo Muntohar, yang selalu menginspirasi dan tak  
pernah enggan membagi ilmunya yang luar biasa. Beliau tak hentinya membuat  
saya kagum.

Semua teman-temanku serta orang yang terlibat langsung maupun tidak langsung  
yang tak bias disebutkan satu persatu. Terimakasih atas bantuan dan doanya,  
kalian TERBAIK.



## **SURAT PERNYATAAN**

Tugas Akhir “Pengaruh Besaran Voltase Metode Elektrokinetik Terhadap Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif” merupakan bagian dari penelitian payung “SISTEM KOLOM DARI CAMPURAN MIKROKALSIUM DAN MIKROSILIKA UNTUK FONDASI PERKERASAN LENTUR JALAN PADA TANAH EKSPANSIF” yang didanai melalui skim Riset Pengembangan IPTEK oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Pada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, Republik Indonesia Tahun Anggaran 2016/2017.

Yogyakarta, 31 Agustus 2016

Mahasiswa

Ketua Peneliti

(Vendy Yoga Dimas Andhiepsa)  
NIM. 20120110045

(Dr.Eng. Agus S. Muntohar, M.Eng.Sc.)  
NIK. 19750814 199904 123 040

## **HALAMAN PERNYATAAN**

Dengan ini saya,

Nama : Vendy Yoga Dimas Andhiepsa

NIM : 20120110045

Menyatakan bahwa dalam tugas akhir yang berjudul “Pengaruh Besaran Voltase Metode Elektrokinetik Terhadap Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif” tidak terdapat pada karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka. Apabila ternyata dalam tugas akhir ini diketahui terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, maka saya bersedia karya ini dibatalkan.

Yogyakarta, Agustus 2016

Vendy Yoga Dimas Andhiepsa

## KATA PENGANTAR



Segala puji bagi Allah SWT. yang telah memberikan kemudahan, karunia dan rahmat-Nya sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruruh Besaran Voltase Metode Elektrokinetik Terhadap Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif”**.

Dalam menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, penyusun membutuhkan kerjasama, bantuan, bimbingan, pengarahan, saran-saran serta dukungan dari berbagai pihak. Terima kasih penyusun haturkan kepada :

1. Bapak Agus Setyo Muntohar, S.T., M.Eng.Sc., Dr. Eng. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan serta petunjuk dan koreksi yang sangat berharga bagi Tugas Akhir ini.
2. Bapak Jaza'ul Ikhsan, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
3. Ibu Ir. Hj. Anita Widianti, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Ibu Willis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I. Terima kasih atas masukan, saran dan koreksi terhadap Tugas Akhir ini.
5. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang bermanfaat yang telah diberikan pada penyusun.
6. Kedua orang tua, Ayah, Ibu dan Adik, serta keluarga besarku yang tercinta.
7. Para staf dan karyawan Fakultas Teknik yang banyak membantu dalam administrasi akademis.
8. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2012, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya. Terbaik.

Demikian semua yang disebut di atas, telah turut andil dalam kontribusi dan dorongan semangat guna kelancaran penyusunan Tugas Akhir ini, semoga menjadi

amal baik dan mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penyusun menyadari masih bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan, Oleh karena itu dengan lapang dada dan keterbukaan akan penyusun terima segala kritik dan saran yang membangun demi baiknya penyusunan ini. Penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, Agustus 2016

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	2
C. Tujuan Penelitian .....	2
D. Batasan Penelitian .....	2
E. Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
A. Tanah Lempung Ekspansif .....	4
B. Elektrokinetik .....	5
C. Stabilisasi Tanah Dengan Metode Elektrokinetik .....	6
D. Pengujian-pengujian Tanah .....	10
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
A. Tahapan Penelitian .....	17
B. Bahan .....	19
C. Alat .....	21
D. Pelaksanaan Penelitian .....	25
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
A. Hasil Penelitian .....	30
B. Pembahasan .....	41
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>47</b>
A. Kesimpulan .....	47
B. Saran .....	48

**DAFTAR PUSTAKA**  
**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Derajat pengembangan tanah ekspansif berdasarkan indeks plastisitas (Seed <i>et al.</i> , 1962) .....	4
Tabel 2.2 Daya dukung pondasi tiang (Tjandra dan Wulandari, 2006) .....	8
Tabel 2.3 Kapasitas daya dukung tanah (Tjandra dan Wulandari, 2006) .....	9
Tabel 2.4 Berat jenis tanah .....	11
Tabel 2.5 Nilai indeks plastisitas dan macam tanah .....	12
Tabel 2.6 Susunan dan Ukuran Saringan .....	13
Tabel 3.1 Sifat fisik dan indeks tanah .....	20
Tabel 4.1 Hasil pengembangan tanah tanpa elektrokinetik .....	31
Tabel 4.2 Hasil pengembangan dengan elektrokinetik 6 volt, 10 cm .....	32
Tabel 4.3 Hasil pengembangan dengan elektrokinetik 9 volt, 10 cm .....	33
Tabel 4.4 Hasil pengembangan dengan elektrokinetik 12 volt, 10 cm .....	34
Tabel 4.5 Pengembangan pada setiap besaran voltase terhadap jarak dari anoda (+) .....	35
Tabel 4.6 Kadar air pada permukaan (0 cm) pada setiap beda besaran voltase (V) .....	36
Tabel 4.7 Kadar air pada permukaan (0 cm) pada setiap beda besaran voltase (V) .....	37
Tabel 4.8 Kadar air pada permukaan (0 cm) pada setiap beda besaran voltase (V) .....	38
Tabel 4.9 Jumlah air keluar pada anoda dan katoda .....	39
Tabel 4.10 Selisih pengembangan setelah pengujian 4 hari dengan 1 hari tambahan .....	42
Tabel 4.11 Kadar air rata-rata pada setiap letak pengambilan sampel .....	43
Tabel 4.12 Rumus dan nama ion positif (kation) .....	45
Tabel 4.13 Rumus dan nama ion negatif (anion) .....	46

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Fenomena Elektrokinetik (Mosavat, dkk., 2012).....	6
Gambar 2.2 Peningkatan daya dukung pondasi tiang (Tjandra dan Wulandari, 2006) .....	9
Gambar 2.3 Kapasitas daya dukung tanah terhadap pondasi tiang (Tjandra dan Wulandari, 2006) .....	10
Gambar 2.4 Grafik Hubungan Kadar Air dan Berat Volume Kering (Hardiyatmo, 2002) .....	16
Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian .....	17
Gambar 3.2 Lanjutan Bagan Alir Penelitian .....	18
Gambar 3.3 Grafik distribusi ukuran butir tanah .....	19
Gambar 3.4 Grafik plastisitas menurut ASTM D4318 untuk klasifikasi tanah berbutir halus .....	20
Gambar 3.5 <i>Box Uji</i> .....	21
Gambar 3.6 Elektroda .....	21
Gambar 3.7 <i>Voltage Regulator</i> .....	22
Gambar 3.8 Kabel dan Penjepit .....	22
Gambar 3.9 Multimeter .....	23
Gambar 3.10 <i>Magnetic Dial Gauge</i> .....	23
Gambar 3.11 Selang .....	24
Gambar 3.12 Kertas Filter.....	24
Gambar 3.13 Gelas Ukur .....	25
Gambar 3.14 Besi Silinder Kecil .....	25
Gambar 3.15 Skema Penyusunan Alat.....	26
Gambar 3.16 Pencampuran Tanah .....	27
Gambar 3.17 Tanah setelah dimasukkan dalam <i>box uji</i> .....	27
Gambar 3.18 Pemasangan Elektroda .....	28
Gambar 3.19 Pemasangan Plat Mika, <i>Magnetic Dial Gauge</i> dan kabel beserta penjepit .....	28
Gambar 3.20 Pengujian besaran voltase setiap titik.....	29
Gambar 4.1 Grafik pengembangan ( <i>swelling</i> ) tanah dan waktu tanpa elektrokinetik .....	30
Gambar 4.2 Kurva pengembangan ( <i>swelling</i> ) dan waktu dengan kedalaman 10 cm pada besaran voltase 6 volt .....	31
Gambar 4.3 Kurva pengembangan ( <i>swelling</i> ) dan waktu dengan kedalaman 10 cm pada besaran voltase 9 volt .....	32
Gambar 4.4 Kurva pengembangan ( <i>swelling</i> ) dan waktu dengan kedalaman 10 cm pada besaran voltase 12 volt .....	33

Gambar 4.5 Kurva pengembangan ( <i>swelling</i> ) dan jarak setiap 5 cm dari anoda (+) .....	34
Gambar 4.6 Kurva kadar air pada bagian permukaan (0 cm) .....	36
Gambar 4.7 Kurva kadar air pada bagian tengah (7,5 cm) .....	37
Gambar 4.8 Kurva kadar air pada bagian dasar (15 cm) .....	38
Gambar 4.9 Kurva jumlah air keluar pada setiap elektroda pada pengujian elektrokinetik selama 5 hari.....	39
Gambar 4.10 Perhitungan jarak dari katoda (-).....	40
Gambar 4.11 Kurva pengujian besaran voltase.....	40
Gambar 4.12 Kurva pengujian besaran voltase maksimal pada setiap titik dengan (V) dan jarak (cm) .....	41
Gambar 4.13 Kurva kadar air rata-rata pada setiap pengambilan sampel.....	47
Gambar 4.14 Elektroda anoda (besi) dan katoda (tembaga) mengalami keropos .....	44
Gambar 4.15 Elektroda anoda (besi stainless) dan katoda (tembaga) mengalami keropos.....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Pengujian Awal.....	52
Lampiran B Pengujian Utama.....	57
Lampiran C Besaran Voltase Setiap Titik.....	67