

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH KOLOM KAPUR PADA METODE  
ELEKTROKINETIK TERHADAP PENGEMBANGAN TANAH  
LEMPUNG EKSPANSIF**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Fajar Budi Alifanto**

**20140110026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

**2018**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Budi Alifanto

NIM : 20140110026

Judul : Pengaruh Kolom Kapur Pada Metode Elektrokinetik  
Terhadap Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 28 Mei 2018

Yang membuat pernyataan



Fajar Budi Alifanto

## HALAMAN PERNYATAAN


Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fajar Budi Alifanto  
NIM : 20140110026  
Judul : Pengaruh Kolom Kapur Pada Metode Elektrokinetik  
Terhadap Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "Sistem Kolom dari Campuran Mikrokalسيوم dan Mikrosilika untuk Fondasi Perkerasan Lentur Jalan Raya pada Tanah Lempung Ekspansif" dan didanai melalui skema hibah pada tahun 2016 oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Republik Indonesia Tahun Anggaran 2016 dengan nomor hibah DIPA – 042.06.0.1.401516/2016

Yogyakarta, 28 Mei 2018

Penulis,



Fajar Budi Alifanto

Dosen Peneliti,



Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D.

Dosen Anggota Peneliti 1,

Dr. Willis Diana, S.T., M.T.

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Tugas akhir ini aku persembahkan kepada :

### **ALLAH Subhanahu Wa Ta'ala**

Tuhan semesta alam yang telah memberikan kesempatan kepada hambanya untuk hidup di dunia ini dan yang memudahkan segala urusan hambanya hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

### **Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wasallam**

Nabi terakhir yang menjadi penutup para nabi yang telah menyempurnakan agama Islam. Yang selalu menjadi contoh dalam menjalankan perintah – perintah Allah. Yang dengan izin Allah kelak diberi kesempatan untuk memberikan syafaat bagi umatnya kelak di akhirat.

### **Kedua Orang Tuaku**

Ayah dan Ibu yang telah melahirkan saya, dan telah mempercayakan segala keputusan yang telah saya ambil, demi mencapai cita-cita, hingga saya berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya. Terima kasih atas segala do'a dan kasih sayang yang tak henti- hentinya diberikan selama ini, meski mungkin tidak akan dapat terganti dengan apapun.

### **Dosen Pembimbingku**

Bapak Agus Setyo Muntohar yang selalu memberikan nasihat kepada mahasiswanya baik akademik maupun non akademik. Terima kasih atas bimbingannya hingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

### **Teman Seperjuangan Tugas Akhir**

Agung Rahmadan yang menjadi rekan satu team dalam tugas akhir ini kemudian Farid , Tria, Rosi, Nadya, Novi, Fina, Dio, Faisol, Itsna yang membantu dalam meberikan ide ide maupun membantu tahap pengujian dalam tugas akhir ini.

## PRAKATA



*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Alhamdulillahirabbil'alamin, segala puji dan syukur bagi Allah SWT. Tidak lupa shalawat serta salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabatnya. Setiap kemudahan dan kesabaran yang telah diberikan-Nya kepada penyusun sehingga penyusun dapat melaksanakan dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Kolom Kapur Pada Metode Elektrokinetik Terhadap Pengembangan Tanah Ekspnasif”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana S-1 Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian maupun penyusunan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Agus Setyo Muntohar, ST.,M.Eng.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan serta petunjuk yang sangat berharga bagi Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Willis Diana, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji, terima kasih atas masukan, saran, dan koreksi terhadap laporan Tugas Akhir ini.
4. Kedua Orang Tua, terima kasih atas segala dukungan dan doa sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Para staf dan karyawan Fakultas Teknik yang banyak membantu dalam administrasi akademis.

6. Rekan – rekan seperjuangan Teknik Sipil Angkatan 2014, terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya hanya kepada Allah SWT jualah kita serahkan segalanya, sebagai manusia biasa penyusun menyadari sepenuhnya bahwa laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu dengan lapang dada dan keterbukaan akan penyusun terima segala saran dan kritik yang konstruktif demi baiknya penyusunan ini. Meskipun demikian, penyusun berharap semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

*Wallahu a'lam bi Showab.*

*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 21 Mei 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR ISTILAH.....	xv
ABSTRAK.....	xvi
<i>ABSTRACT</i> .....	xvii
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Lingkup Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.2. Stabilisasi Tanah dengan Elektrokinetik.....	5
2.3. Stabilisasi Tanah dengan Kolom Kapur.....	8
2.4. Tanah Lempung Ekspansif.....	10
2.5. Sifat – Sifat Geoteknik Tanah.....	12
<b>BAB III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Tahapan Penelitian.....	15
3.2. Bahan.....	17
3.3. Alat.....	20
3.4. Pelaksanaan Penelitian.....	22
<b>BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Penelitian.....	27

4.1.1.	Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif dengan Metode Elektrokinetik dan Kolom Kapur.....	27
4.1.2.	Beda Lama Pemberian Arus pada Kondisi Tanpa Rendaman terhadap Pengembangan .....	30
4.1.3.	Kadar Air Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur .....	33
4.1.4.	Batas Batas Konsistensi Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur.....	34
4.1.5.	Ukuran Distribusi Tanah Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur.....	37
4.2.	Pembahasan .....	39
4.2.1.	Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif dengan Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur.....	39
4.2.2.	Batas - Batas Konsistensi Tanah Lempung Ekspansif Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur.....	43
4.2.3.	Ukuran Distribusi Butir Tanah Lempung Ekspansif Pasca Pemberian Elektrokinetik dan Kolom Kapur.....	44
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1.	Kesimpulan .....	46
5.2.	Saran .....	46
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>47</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Efek dalam aplikasi elektrokinetik (Jones dkk., 2011) .....	5
Tabel 2.2 Klasifikasi tanah ekspansif berdasarkan ekspansifitas tanah (Muntohar, 2006).....	11
Tabel 2.3 Berat jenis tanah (Hardiyatmo, 2012).....	13
Tabel 3.1 Tabel rencana pengujian .....	15
Tabel 4.1 Hasil pengembangan metode elektrokinetik 1 hari dan kolom kapur .....	28
Tabel 4.3 Hasil pengembangan metode elektrokinetik 2 hari dan kolom kapur .....	30
Tabel 4.4 Hasil pengujian kadar air pemberian arus 1 hari.....	33
Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air pemberian arus 2 hari.....	34
Tabel 4.6 Hasil pengujian kadar air pemberian arus 3 hari.....	34
Tabel 4.7 Hasil pengujian distribusi ukuran butir .....	39
Tabel 4.8 Pengembangan maksimum tiap titik setiap benda uji.....	40

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema pengujian elektrokinetik 1 anoda 2 katoda (Gingine dkk., 2013a)	6
Gambar 2.2	Skema silinder uji elektrokinetik (Chang dkk., 2010)	7
Gambar 2.3	Klasifikasi tanah ekspansif dan non ekspansif (Yilmaz, 2006)	11
Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian	16
Gambar 3.2	Tanah lempung ekspansif Ngawi	18
Gambar 3.3	Grafik distribusi ukuran butir	18
Gambar 3.4	Grafik Plastisitas menurut <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS)	19
Gambar 3.5	Kapur tohor	19
Gambar 3.6	Kotak Uji	20
Gambar 3.7	Elektroda	20
Gambar 3.8	Voltage Regulator	21
Gambar 3.9	<i>Dial Gauge</i>	21
Gambar 3.10	Skema alat pengujian	22
Gambar 3.11	Tanah yang sudah dicampur air	23
Gambar 3.12	Tanah setelah dipadatkan dalam kotak uji	23
Gambar 3.13	Pemasangan elektroda	24
Gambar 3.14	Penuangan kapur dalam bentuk pasta	24
Gambar 3.15	Pemasangan <i>dial gauge</i>	25
Gambar 3.16	Pemasangan kabel penjepit	25
Gambar 3.17	Skema penempatan elektroda , kolom	26
Gambar 4.1	Kurva waktu dan pengembangan 1 hari metode elektrokinetik dan kolom kapur	28
Gambar 4.3	Kurva waktu dan pengembangan 3 hari metode elektrokinetik dan kolom kapur	30
Gambar 4.4	Grafik pengembangan pada jarak -5 cm dari anoda	31
Gambar 4.5	Grafik pengembangan pada jarak 5 cm dari anoda	31
Gambar 4.6	Grafik pengembangan pada jarak 15 cm dari anoda	32
Gambar 4.7	Grafik pengembangan pada jarak 25 cm dari	32
Gambar 4.8	Kurva batas cair pasca pemberian elektroknetik dan kolom kapur	35

Gambar 4.9 Kurva batas plastis pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur .....	36
Gambar 4.10 Kurva indek plastisitas pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur .....	36
Gambar 4.11 Kurva batas susut pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur .....	37
Gambar 4.12 Grafik distribusi ukuran butir tanah pada sekitar anoda .....	38
Gambar 4.13 Grafik distribusi ukuran butir tanah pada sekitar katoda .....	38
Gambar 4.14 Kurva pengembangan maksimum tiap titik .....	40
Gambar 4.15 Garis medan listik (Ou, Chien, and Liu 2015) .....	42
Gambar 4.16 Fenomena elektrolisis pada elektroda .....	43
Gambar 4.17 Tanah pada anoda pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur .....	44
Gambar 4.18 Tanah pada katoda pasca pemberian elektrokinetik dan kolom kapur .....	45

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A	SIFAT GEOTEKNIK TANAH.....	50
LAMPIRAN B	PEMBACAAN PENGEMBANGAN.....	61
LAMPIRAN C	BATAS – BATAS KONSISTENSI TANAH PASCA PENGUJIAN ELEKTROKINETIK DAN KOLOM KAPUR.....	67

## DAFTAR ISTILAH

1. Elektroosmosis  
Perpindahan air pori dari anoda menuju katoda
2. Elektroforesis  
Transportasi tanah bermuatan negatif menuju anoda
3. Elektromigrasi  
Transportasi ion didalam air pori tanah
4. Elektrolisis  
Proses evolusi air menjadi gas pada anoda dan katoda
5. *Exothermic*  
Proses kimia yang menghasilkan panas ketika kapur bertemu dengan air
6. Flokulasi  
Proses penggumpalan partikel tanah akibat perubahan muatan listrik pada tanah yang menyebabkan partikel tanah mendekat satu dengan yang lain yang menyebabkan penggumpalan.

