

**SKRIPSI**

**PENGARUH PERBAIKAN TANAH DENGAN  
METODE ELEKTROKINETIK TERHADAP NILAI  
KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF**



**HENI PUTRI HANDAYANI**

**03011181419003**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE ELEKTROKINETIK TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**HENI PUTRI HANDAYANI**

**03011181419003**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2021**

1

## PENGARUH PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE ELEKTROKINETIK TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH LEMPUNG EKSPANSIF

Heni Putri Handayani<sup>1\*</sup>, Ratna Dewi<sup>2</sup>, Helmi Haki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

<sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

\*Korespondensi Penulis: [hheni0915@gmail.com](mailto:hheni0915@gmail.com)

### Abstrak

Perilaku tanah lempung ekspansif sangat dipengaruhi oleh air maka dibutuhkan usaha perbaikan tanah salah satunya dengan metode elektrokinetik. Metode elektrokinetik dilakukan dengan cara menempatkan anoda dan katoda ke dalam tanah pada jarak tertentu yang kemudian dialiri listrik dengan besar tegangan dan waktu tertentu. Perbaikan tanah dilakukan dengan dua metode pembuatan benda uji dan variasi besar tegangannya yaitu 3 volt, 6 volt, dan 9 volt dengan waktu pengaliran selama 3 hari. Penelitian yang diamatai dan dianalisis yaitu pengaruh proses elektrokinetik terhadap nilai kuat geser tanah lempung ekspansif berdasarkan pengujian Kuat Tekan Bebas. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Sriwijaya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan tanah ( $q_u$ ) mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya besar tegangan yang dialirkan. Selain itu metode yang digunakan juga mempengaruhi nilai kuat tekan tanah ( $q_u$ ) yang dihasilkan. Nilai kuat tekan tanah asli adalah 0,051 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan tanah ( $q_u$ ) tertinggi terjadi pada Metode I dengan besar tegangan 9 volt yaitu 0,187 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Elektrokinetik, Tanah Lempung Ekspansif, Kuat Geser Tanah, uji KTB

Palembang, Maret 2021  
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



Ratna Dewi, S.T., M.T.  
NIP. 197406152000032001

Dosen Pembimbing II,



Ir. Helmi Haki, M.T.  
NIP. 196107031991021001

Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Haki, M.T.  
NIP. 196107031991021001

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heni Putri Handayani

NIM : 03011181419003

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Perbaikan Tanah dengan Metode Elektrokinetik Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2021



**Heni Putri Handayani**

**NIM. 03011181419003**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH PERBAIKAN TANAH DENGAN METODE  
ELEKTROKINETIK TERHADAP NILAI KUAT GESER  
TANAH LEMPUNG EKSPANSIF**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
pada Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :


**HENI PUTRI HANDAYANI  
03011181419003**

**Indralaya, Maret 2021**


**Dosen Pembimbing I,**

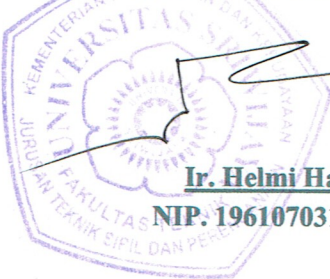
**Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,**

  
**Ratna Dewi, S.T., M.T**  
**NIP. 197406152000032001**

  
**Ir. Helmi Haki, M.T**  
**NIP. 196107031991021001**

**Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,**

  
**Ir. Helmi Haki, M.T.**  
**NIP. 196107031991021001**



## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heni Putri Handayani

NIM : 03011181419003

Judul Tugas Akhir : Pengaruh Perbaikan Tanah dengan Metode Elektrokinetik  
Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif

Memberikan izin kepada dosen pembimbing saya dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik. Apabila dalam waktu satu tahun tidak dipublikasikan karya tulis ini, maka saya setuju menempatkan dosen pembimbing saya sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.

**Indralaya, Maret 2021**



**Heni Putri Handayani**

**NIM. 03011181419003**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya sampaikan kepada Allah SWT, karena atas segala rahmat, kasih sayang, dan pertolongan-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Pengaruh Perbaikan Tanah dengan Metode Elektrokinetik Terhadap Nilai Kuat Geser Tanah Lempung Ekspansif”. Selama tahap penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Atas rasa sangat terbantunya penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis sampaikan rasa terimakasih dan permohonan maaf kepada semua pihak yang terkait :

1. Prof. Dr. Ir. H. Annis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Ir Subriyer Nasir, MS., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ir. Helmi Haki, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya
4. M. Baitullah Al-Amin, S.T., M.Eng., selaku Sekertaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Yulia Hastuti, S.T., M.Eng, dan Ratna Dewi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, serta saran yang bermanfaat pada proses penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Dr. Febrian Hadinata, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik.
7. Seluruh Dosen dan Staf Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
8. Keluarga besar yang telah memberika doa, semangat dan motovasi.

Penulis berharap semoga hasil penelitian ini memberikan manfaat dan dalam ilmu teknik sipil secara umum dan bidang geoteknik secara khusus.

Indralaya, Maret 2021



Heni Putri Handayani,

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN INTEGRITAS .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
BERITA ACARA .....	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI .....	viii
RIWAYAT HIDUP.....	ix
RINGKASAN .....	x
SUMMARY .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB 1 .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2 .....	4
TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Penelitian Terdahulu.....	4
2.2. Pengertian Tanah.....	5



2.3.	Klasifikasi Tanah.....	5
2.3.1.	Klasifikasi Tanah AASTHO.....	5
2.3.2.	Klasifikasi Tanah USCS.....	7
2.4.	Tanah Lempung.....	9
2.5.	Tanah Lempung Ekspansif.....	9
2.6.	Perbaikan Tanah.....	10
2.6.1.	Perbaikan secara Mekanis.....	11
2.6.2.	Perbaikan secara Fisik dan Kimiawi.....	11
2.6.3.	Perbaikan dengan Inklusi dan Pengekangan.....	11
2.6.4.	Perbaikan Menggunakan Bahan Ringan.....	11
2.6.5.	Perbaikan secara Hidrolis.....	11
2.7.	Metode Elektrokinetik.....	12
2.8.	Kuat Geser Tanah.....	14
2.9.	Pengujian Sifat Tanah.....	15
2.9.1.	Sifat Mekanis Tanah.....	15
2.9.2.	Sifat Fisik Tanah.....	17
BAB 3	.....	22
METODOLOGI PENELITIAN	.....	22
3.1.	Umum.....	22
3.2.	Studi Literatur.....	23
3.3.	Pengambilan Sampel Tanah.....	23
3.4.	Pekerjaan di Laboratorium.....	23
3.4.1.	Persiapan Tanah.....	23
3.4.2.	Pembuatan Benda Uji.....	23
3.4.3.	Pengujian Kuat Tekan Bebas.....	27
3.5.	Analisis Data dan Kesimpulan.....	27
BAB 4	.....	28
HASIL DAN PEMBAHASAN	.....	28

4.1.	Sifat Fisis Tanah Asli .....	28
4.2.	Klasifikasi Tanah USCS.....	30
4.3.	Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASTHO.....	30
4.4.	Hasil Pengujian KTB (Kuat Tekan Bebas) .....	31
4.5.	Kohesi Tanah (Cu) .....	33
4.6.	Persentase Perubahan Nilai Kohesi Tanah (Cu).....	34
4.7.	Pembahasan .....	35
BAB 5	.....	37
PENUTUP	.....	37
5.1.	Kesimpulan.....	37
5.2.	Saran.....	37
DAFTAR PUSTAKA	.....	38

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Grafik plastisitas klasifikasi tanah AASTHO (Hardiyatmo HC., 2012).....	7
2.2. Fenomena Elektrokinetik (Mosavat, 2012).....	13
2.3. Grafik hubungan antara tegangan ( $\epsilon$ ) dan regangan ( $\sigma$ ).....	15
2.4. Analisis distribusi ukuran butiran (Hardiyatmo, H.C., 2002).....	20
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	22
3.2. Tanah dalam kotak uji .....	24
3.3. Proses Penjenuhan Tanah.....	25
3.4. (a) Proses <i>Preloading</i> Tanah, dan (b) Pemasangan Selang.....	25
3.5. Proses Elektrokinetik .....	26
3.6. Proses Cetak Benda Uji .....	26
3.7. Proses <i>preloading</i> bersamaan proses elektrokinetik .....	27
4.1. Grafik Batas Cair (Delky, 2017) .....	29
4.2. Grafik gradasi butiram tanah (Rahmadini,R. 2017).....	29
4.3. Grafik plastisitas untuk klasifikasi tanah berdasarkan USCS ASTM D-2327 (Delky, 2017) .....	30
4.4. Grafik Klasifikasi Tanah AASTHO.....	31
4.5. Grafik nilai kuat tekan tanah .....	32
4.6. Grafik nilai kohesi tanah .....	33
4.7. Grafik persentase perubahan nilai kohesi tanah (Cu) .....	34

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Klasifikasi tanah AASTHO.....	6
2.2. Klasifikasi tanah berdasarkan sistem USCS .....	8
2.3. Syarat untuk mengidentifikasi lempung ekspansif .....	10
2.4. Tingkat pengembangan terhadap persentase pengembangan .....	10
2.5. Hal-hal mempengaruhi proses elektrokinetik .....	13
2.6. Kepadatan tanah .....	16
2.7. Berat jenis tanah.....	17
2.8. Ukuran Saringan Tanah.....	19
3.1. Perbandingan Metode Pembuatan Benda Uji .....	24
4.1. Sifat fisis tanah asli dan klasifikasi tanah (Rahmadini dan Delky, 2017).....	28
4.2. Rekapulasi nilai kuat tekan ( $q_u$ ) .....	31
4.3. Rekapulasi nilai kohesi tanah ( $C_u$ ) .....	33
4.4. Perubahan nilai kohesi (%) .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Lampiran A : Pengujian berat jenis tanah .....	40
2. Lampiran B : Pengujian kadar air .....	42
3. Lampiran C : Pengujian batas-batas <i>atterberg</i> .....	44
4. Lampiran D : Pengujian analisa saringan.....	46
5. Lampiran E : Pengujian kuat tekan bebas .....	49

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Setiap daerah tentu memiliki berbagai jenis tanah dengan karakteristik yang berbeda-beda. Secara geologis kondisi tanah pada beberapa wilayah di Provinsi Sumatera Selatan tergolong kurang baik atau bermasalah, dimana sebagian besar wilayah di Provinsi Sumatera Selatan memiliki jenis tanah lempung ekspansif. Tanah lempung ekspansif adalah salah satu jenis tanah yang kurang baik atau bermasalah. Jika dalam suatu pekerjaan konstruksi diketahui bahwa tanah pada lokasi tersebut adalah tanah lempung ekspansif maka konstruksi tersebut tidak bisa langsung dijalankan karena dapat berakibat buruk terhadap bangunannya

Tanah lempung ekspansif merupakan salah satu jenis tanah bermasalah yang memiliki daya dukung tanah yang relatif rendah. Proses konsolidasi pada tanah lempung ekspansif ini membutuhkan waktu yang cukup lama karena tanah lempung ekspansif memiliki sifat permeabilitas yang rendah. Nilai kuat geser yang dimiliki tanah lempung ekspansif juga relatif rendah, yaitu kurang dari  $0,25 \text{ kg/cm}^2$ . Perilaku tanah lempung ekspansif juga sangat dipengaruhi oleh air karena sifat kembang susutnya yang relatif tinggi. Oleh karena itu sebelum memulai kegiatan konstruksi, tanah lempung ekspansif harus diperbaiki terlebih dahulu.

Perbaikan tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti dilakukan pemadatan, pemasangan *vertical drain*, pemberian campuran bahan kimia (kapur, semen, *fly ash*, dll), penambahan bahan geosintesis, bahkan dengan cara memberikan aliran tegangan listrik. Perbaikan tanah dengan cara memberikan aliran tegangan listrik disebut dengan perbaikan tanah dengan metode elektrokinetik. Metode elektrokinetik adalah suatu metode perbaikan tanah yang menggunakan tegangan listrik rendah dan arus searah (DC) sebagai bahan utamanya. Cara kerja metode elektrokinetik yaitu mengalirkan listrik tegangan rendah terhadap elektroda yang ditancapkan pada sampel tanah lunak dengan tujuan agar dapat memperbaiki karakteristik geoteknik dari tanah lunak. Arus



listrik searah yang dialirkan akan membuat air mengalir mengikuti arah arus listrik, disebut sebagai proses elektrolisis.

Elektrolisis adalah suatu peristiwa terjadinya penguraian pada zat-zat elektrolit oleh arus listrik searah yang dapat menghasilkan reaksi kimia. Zat elektrolit yang diuraikan dalam proses elektrolisis ini dapat berupa air, asam, basa, dan bisa juga berupa senyawa kimia lainnya. Reaksi kimia yang ditimbulkan dari proses elektrolisis ini berupa pemecahan molekul air menjadi oksigen atau hidrogen. Oleh sebab itu, penulis akan melakukan penelitian tentang metode elektrokinetik dan mengamati pengaruh proses elektrolisis terhadap nilai kuat geser tanah lempung ekspansif berdasarkan pengujian kuat tekan bebas.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh besar tegangan listrik dan metode pembuatan benda uji yang digunakan terhadap nilai kuat geser tanah lempung ekspansif yang dilakukan perbaikan dengan metode elektrokinetik.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh besar tegangan listrik dan metode pembuatan benda uji yang digunakan terhadap nilai kuat geser tanah lempung ekspansif yang dilakukan perbaikan dengan metode elektrokinetik.

## **1.4. Ruang Lingkup Penelitian**

Terdapat batasan-batasan dalam melakukan tugas akhir ini yaitu diantaranya :

1. Menggunakan tanah lempung ekspansif *disturbed*, diambil di Desa Gasing daerah Tanjung Api-Api, Kabupaten Banyuasin.
2. Anoda dan katoda yang digunakan berupa pipa tembaga sepanjang 30 cm.
3. Penelitian ini tidak membahas tentang pengaruh posisi anoda dan katoda terhadap keadaan tanah lempung ekspansif yang diberikan aliran tegangan listrik.
4. *Soil Properties* yang diuji hanya kadar air dan batas-batas *Atterberg*.
5. Variasi variabel data penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Waktu untuk mengalirkan listrik : 3 hari
  - b. Besar Voltase : 3 volt, 6 volt, dan 9 volt.
6. Pengujian pada penelitian ini adalah uji Kuat Tekan Bebas (*Unconfined Compression Test*) dengan mengacu pada standar (ASTM) D-2166.

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan laporan penelitian tugas akhir dibagi atas 5 bab dan daftar pustaka, yaitu :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Menjelaskan hal – hal yang melatarbelkangi dilakukannya penelitian tugas akhir ini.

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Menguraikan studi literatur mengenai materi maupun dasar teori yang digunakan sebagai landasan penelitian.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Menjabarkan tahapan – tahapan pengujian yang dilaksanakan, dimulai dari awal penelitian hingga selesai.

#### **BAB 4 HASIL PEMBAHASAN**

Bab ini membahas analisa hasil – hasil yang diperoleh dari penelitian tugas akhir yang telah dilaksanakan.

#### **BAB 5 PENUTUP**

Merangkum hasil akhir penelitian berdasar pada analisis dan pembahasan yang ada, serta saran yang diperlukan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Rincian sumber – sumber yang digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, Fas'ul., 2017. Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Cangkang Telur terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Amelia, Kiki Rizki., 2017. Perbaikan Tanah Lempung Ekspansif Menggunakan Campuran Limbah Cangkang Keong. Universitas Sriwijaya, Palembang.
- As'Ad, Sholihin., dkk., 2013. Pengaruh Kedalaman Elektroda Metode Elektrokinetik Terhadap Pengembangan Tanah Lempung Ekspansif. ISSN 2354-8630 e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 1 No. 4 / 30-37.
- ASTM Internasional, 2014. *Standard Test Method of Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil* (ASTM D-2166). ASTM Internasional, United State.
- Das, Braja M., 1993. Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis). Erlangga, Jakarta.
- Hardiyatmo, H, C., 2010. Mekanika Tanah II : Edisi ke 5. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H, C., 2012. Mekanika Tanah I : Edisi Ke 3. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H, C., 2014. Tanah Ekspansif Permasalahan dan Penanganan : Edisi ke 1. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hasugian, Jhon Richardo., 2013. Perbaikan Tanah Lempung Lunak dengan Metode Elektrokinetik. Universitas Atma Jaya, Yogyakarta.

Permadi, Wisnu., dkk., 2016. Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Godong-Purwadadi KM 50 Menggunakan Proses Elektrokinetik dengan Stabilisator *Accu Zuur* dan Kapur. *Jurnal Karya Teknik Sipil* Vol. 5 No. 2 / 138-147.

Tjandra, Daniel., dkk., 2016. Pengaruh Elektrokinetik Terhadap Daya Dukung Pondasi Tiang di Lempung Mariana. ISSN 1410-9530 *Civil Engineering Dimension* Vol. 8 No. 1 / 15-19.

Utomo, Andri Tri., dkk., 2013. Penggunaan Metode Elektroosmosis pada Tanah Lempung yang Ditambah Abu Ampas Tebu dan Ditinjau dari Parameter Kuat Geser Tanah (Uji Model Fisik Skala Kecil di Laboratorium). ISSN 2354-8630 *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil* Vol. 1 No. 4 / 432-439.

Yesumpo, Delky., 2017. Perubahan Nilai Kuat Tekan Bebas Pada Tanah Lempung Ekspansif Akibat Pengaruh Penambahan Limbah *Plafond Gypsum*. Universitas Sriwijaya, Palembang.