

**EVALUASI PERFORMA / PERILAKU TANAH  
LUNAK SETELAH VACUUM PRELOADING  
DENGAN MENGGUNAKAN CPTU**

**TESIS**



**Oleh :**

**Kirana Rongsadi  
2014831015**

**Pembimbing :**

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASRJANA  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**EVALUASI PERFORMA / PERILAKU TANAH LUNAK SETELAH  
VACUUM PRELOADING DENGAN MENGGUNAKAN CPTU**



**Oleh :**

**Kirana Rongsadi  
2014831015**

**Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang Tesis  
pada Hari/Tanggal :**

**Selasa, 20 Januari 2017**

**Pembimbing :**

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASRJANA  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**EVALUASI PERFORMA / PERILAKU TANAH LUNAK SETELAH  
VACUUM PRELOADING DENGAN MENGGUNAKAN CPTU**



Oleh :

**Kirana Rongsadi  
2014831015**

**Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang Tesis  
pada Hari/Tanggal :**

**Selasa, 20 Januari 2017**

TES-PMTS  
RON  
2/17  
tes 1801

**Pembimbing :**

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D**

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
JANUARI 2017**

## PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut :



Nama : Kirana Rongsadi  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2014831015  
Program Studi : Magister Teknik Sipil Konsentrasi Geoteknik  
Program Pascasarjana  
Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa Tesis dengan judul :

EVALUASI PERFORMA / PERILAKU TANAH LUNAK SETELAH VACUUM  
PRELOADING DENGAN MENGGUAKAN CPTU

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan Pembimbing, dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh di Universitas Katolik Parahangan.

Dinyatakan : di Bandung

Tanggal : 11 Januari 2017



Kirana Rongsadi

# EVALUASI PERFORMA / PERILAKU TANAH LUNAK SETELAH VACUUM PRELOADING DENGAN MENGGUNAKAN CPTU

**Kirana Rongsadi (NPM : 2014831015)**  
**Pembimbing : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D**  
**Magister Teknik Sipil**  
**Bandung**  
**Januari 2017**

## ABSTRAK

Pekerjaan reklamasi pada tanah lunak secara umum akan menimbulkan berbagai permasalahan geoteknik yang berhubungan dengan parameter perilaku tanah meliputi derajat konsolidasi yang berhubungan dengan waktu konsolidasi, potensi kompresibilitas, dan kuat geser tanah. Salah satu metode perbaikan tanah yang cukup populer untuk digunakan adalah metode perbaikan tanah dengan *vacuum preloading*.

Untuk melakukan evaluasi mengenai kondisi parameter perilaku tanah, maka pada lokasi studi dilakukan uji in situ dengan menggunakan CPTE dan CPTu dengan ukuran luas penampang konus yang berbeda-beda (10 cm<sup>2</sup> dan 15 cm<sup>2</sup>) baik sebelum maupun setelah *vacuum*. Berdasarkan data tersebut dilakukan studi mengenai efek skala untuk mendapatkan suatu nilai faktor koreksi untuk konus 15 cm<sup>2</sup> agar sebanding dengan konus standar.

Evaluasi derajat konsolidasi berdasarkan data CPTE dan CPTu dilakukan dengan menggunakan metode pendekatan tegangan efektif karena pada kasus ini metode evaluasi yang lain seperti metode Schmertmann (Schmertmann, 1978), metode Bq vs OCR (Nurindahsih, 2013 dan Rahardjo et al., 2016), dan extrapolasi data uji disipasi (Rahardjo et al, 2009) memiliki keterbatasan untuk dapat diaplikasikan. Metode Schmertmann hanya dapat digunakan pada sedimen natural, sedangkan metode Bq vs OCR tidak dapat digunakan untuk *vacuum preloading* karena tekanan air pori negatif yang ditimbulkan (*suction*), dan metode extrapolasi data uji disipasi hanya berlaku pada kedalaman uji. Evaluasi kompresibilitas tanah setelah *vacuum* dievaluasi berdasarkan perkiraan peningkatan modulus terkekang dan kompresi yang telah terjadi. Sedangkan evaluasi kuat geser tanah dilakukan berdasarkan peningkatan kuat geser tanah tak terdrainase setelah selesainya *vacuum*.

**Kata Kunci** : reklamasi, *vacuum preloading*, perilaku tanah, derajat konsolidasi, kompresibilitas tanah, kuat geser tanah, CPTE, CPTu, tegangan efektif

# **ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE / BEHAVIOUR OF SOFT SOIL POST VACUUM PRELOADING USING CPTU**

**Kirana Rongsadi (NPM : 2014831015)**  
**Advisor : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D**  
**Master of Civil Engineering**  
**Bandung**  
**January 2017**

## **ABSTRACT**

Reclamation on soft soils generally caused some geotechnical problem such as time of consolidation which is related to the degree of consolidation, compressibility potential of soils, and shear strength of soils. Vacuum preloading method for soil improvement is one of some method which is quite popular to be applied.

To evaluate the soil behaviour condition post vacuum, then the CPTE and CPTu tests with different cross sectional area of cone ( $10 \text{ cm}^2$  and  $15 \text{ cm}^2$ ) was performed before and after vacuum. Based on the CPTE and CPTu data, study of scale effect due to the different size of cone was done to obtain value of correction factor for cone  $15 \text{ cm}^2$  to be equal to standard  $10 \text{ cm}^2$  cone.

Evaluation if degree of consolidation post vacuum based on CPTE and CPTu data was performed using effective stress approach because for this case, the other method such as Schmertmann method (Schmertmann, 1978), Bq vs OCR (Nurindahsih, 2013 and Rahardjo et al., 2016), and extrapolation of dissipation test (Rahardjo, 2009) have some limitation to be applied. Schmertmann method only can be used for natural sediment, while Bq vs OCR method can not be applied for vacuum consolidation case due to the suction pressure caused by vacuum pump, and the extrapolation of dissipation data only valid for test depth. Compressibility potential of soils is evaluated based on the constraint modulus increased post vacuum. While shear strength of soils evaluated by undrained shear strength increased post vacuum.

**Keywords** : reclamation, vacuum preloading, soil behaviour, degree of consolidation, compressibility of soils, shear strength of soils, CPTE, CPTu, effective stress

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan YME atas segala rahmat, kasih, dan penyertaannya sehingga tesis dengan judul *Evaluasi Performa / Perilaku Tanah Lunak Setelah Vacuum Preloading dengan Menggunakan CPTu* ini dapat diselesaikan dengan baik. Tesis ini merupakan tugas akhir untuk menyelesaikan studi Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Geoteknik, Program Pascasarjana Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam pembuatan tesis ini penulis memperoleh banyak bantuan, saran, kritik, dan juga dorongan semangat dari banyak pihak sehingga segala kendala dapat teratasi dan tesis ini dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D, selaku dosen pembimbing yang telah berkenan menjadi pembimbing yang memberikan ide, saran, masukan, dan juga bantuan selama proses pengerjaan tesis ini.
2. Ibu Dr. Nurindahsih Setionegoro dan Ibu Dr. Sylvia Herina, selaku dosen penguji yang telah berkenan meluangkan waktu untuk membantu memberikan saran-saran yang sangat berguna dalam pengerjaan tesis ini.
3. Seluruh dosen Magister Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama masa studi penulis di Unpar.
4. Orang tua penulis yang tak pernah lelah memberikan dorongan, motivasi, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.

5. Teman-teman Magister Teknik Sipil Unpar konsentrasi Geoteknik (Wiwin, Obet, Susan, Ricky, Adisti, Metta, Ko Hansen, Bu Stef) yang telah menjadi teman seperjuangan selama masa perkuliahan dan penyusunan tesis ini walaupun ada beberapa yang sudah lulus duluan.
6. Rekan-rekan di PT. Geotechnical Engineering Consultant, (*especially* Pak Bondan, Pak Adit, Ko Billy, Vincent, Marcia) untuk bantuannya dalam pengumpulan data untuk analisis, masukan dan saran selama penyusunan tesis ini, dan juga dorongan semangatnya.
7. Teman-teman Sipil Unpar 2010, *Warm Togetherness* yang selalu memberikan dorongan semangat dalam penyelesaian tesis ini.
8. Karyawan Tata Usaha Magister Teknik Sipil Unpar yang telah membantu penulis dalam mengurus hal-hal administratif selama proses perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati bersedia menerima saran dan masukan yang membangun dari pembaca. Semoga tesis ini dapat berguna bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, Januari 2017

Kirana Rongsadi



# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ABSTRAK**

**ABSTRACT**

**KATA PENGANTAR..... i**

**DAFTAR ISI..... iii**

**DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN ..... vi**

**DAFTAR GAMBAR..... viii**

**DAFTAR TABEL ..... xiv**

**DAFTAR LAMPIRAN ..... xv**

**BAB 1 PENDAHULUAN..... xvi**

1.1 Latar Belakang..... 1

1.2 Tujuan Penelitian ..... 2

1.3 Lingkup Penelitian..... 2

1.4 Metode Penelitian ..... 2

1.4.1 Studi Pustaka..... 3

1.4.2 Pengambilan Data di Lapangan..... 3

1.4.3 Analisis ..... 3

1.5 Sistematika Penulisan ..... 3

**BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA ..... 4**

2.1 Perilaku Tanah..... 5

2.1.1	Teori Tegangan Efektif .....	5
2.1.2	Kompresibilitas Tanah .....	7
2.1.3	Derajat Konsolidasi.....	14
2.1.4	Kuat Geser Tanah (Mohr – Coulomb Failure Criterion) .....	20
2.2	Vacuum Preloading .....	22
2.3	Cone Penetration Test (CPT) .....	27
2.3.1	Konfigurasi Alat Uji CPTu .....	31
2.3.2	Prosedur Pengujian CPTu .....	33
2.3.3	Scale Effect .....	41
2.4	Monitoring Penurunan Tanah dengan Settlement Plate.....	43
2.4.1	Konstruksi dan Instalasi Settlement Plate .....	44
2.4.2	Pengambilan Data Penurunan Tanah.....	44
<b>BAB 3 METODE ANALISIS .....</b>		<b>45</b>
3.1	Interpretasi Hasil Uji CPTu.....	47
3.1.1	Penentuan OCR berdasarkan Uji CPTu .....	56
3.2	Penentuan Besarnya Penurunan Berdasarkan Data Settlement Plate .....	67
3.2.1	Ekstrapolasi dengan persamaan hiperbolik.....	67
3.2.2	Ekstrapolasi linier dengan 1/t vs settlement .....	68
<b>BAB 4 DATA DAN ANALISIS .....</b>		<b>68</b>
4.1	Kondisi Geologi.....	69
4.2	Latar Belakang Proyek.....	70
4.3	Data Uji Lapangan .....	70
4.3.1	Perbandingan kondisi tanah sebelum dan sesudah vacuum .....	72
4.4	Efek Skala pada Hasil Uji CPT .....	75

4.5	Evaluasi Derajat Konsolidasi Berdasarkan Data CPT.....	77
4.5.1	Metode Schmertmann.....	77
4.5.2	Metode Bq vs OCR.....	77
4.5.3	Metode Pendekatan Tegangan Efektif.....	78
4.6	Evaluasi Derajat Konsolidasi Berdasarkan Data Settlement Plate.....	107
4.6.1	Settlement Plate SP-1.....	108
4.6.2	Settlement Plate SP-2.....	109
4.6.3	Settlement Plate SP-3.....	111
4.6.4	Settlement Plate SP-4.....	112
4.6.5	Settlement Plate SP-5.....	114
4.6.6	Settlement Plate SP-6.....	115
4.6.7	Settlement Plate SP-7.....	117
4.6.8	Settlement Plate SP-8.....	118
4.6.9	Settlement Plate SP-9.....	120
4.6.10	Settlement Plate SP-10.....	121
4.7	Resume Derajat Konsolidasi .....	123
4.8	Kompresibilitas Tanah.....	124
4.9	Kuat Geser Tanah .....	127
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>128</b>
5.1	Kesimpulan.....	129
5.2	Saran .....	131

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$a_v$	= koefisien kompresibilitas
$B_q$	= rasio tekanan air pori
$C_c$	= indeks kompresi
$CPTu$	= Cone Penetration Test dengan tambahan batu pori untuk pengukuran tekanan air pori, biasa disebut juga uji piezocone
$C_s$	= indeks swelling
$C_v$	= koefisien konsolidasi
$E$	= modulus elastisitas
$e_o$	= angka pori awal
$f_s$	= gesekan selimut
$k$	= permeabilitas
$M$	= modulus terkekang ( <i>constraint modulus</i> )
$m_v$	= koefisien kompresibilitas volume
$NC$	= <i>normally consolidated</i>
$OC$	= <i>overly consolidated</i>
$OCR$	= <i>Over Consolidation Ratio</i>
$P_c$	= tegangan prakonsolidasi
$q_c$	= tahanan ujung konus
$q_t$	= tahanan ujung konus terkoreksi
$R_f$	= rasio friksi
$S_c$	= penurunan konsolidasi
$S_f$	= besar penurunan total

- $S_t$  = besar penurunan pada waktu  $t$
- $S_u$  = kuat geser tak terdrainase
- $T_v$  = faktor waktu
- $U$  = derajat konsolidasi
- $u$  = tekanan air pori total
- $u_0$  = tekanan hidrostatik
- $UC$  = *under consolidating*
- $\gamma_{sat}$  = berat jenis tanah jenuh
- $\gamma_w$  = berat jenis air
- $\Delta u$  = tekanan air pori eksese
- $\Delta \sigma$  = tegangan akibat beban tambahan
- $\sigma_v$  = tegangan vertikal tanah
- $\sigma_v' / P_0'$  = tegangan vertikal efektif tanah

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen dari suatu partikel tanah (Braja M. Das, 1985) .....	5
Gambar 2.2 Tegangan-tegangan yang diterima oleh partikel-partikel tanah (Potongan A-A) .....	6
Gambar 2.3 Model Konsolidasi dengan Bejana Pegas menurut Terzaghi (Braja M. Das, 1985) .....	9
Gambar 2.4 Grafik tegangan tanah dan tekanan air pori pada saat proses konsolidasi.....	10
Gambar 2.5 Uji Konsolidasi.....	11
Gambar 2.6 Tipikal grafik $e - \log P$ dari uji konsolidasi.....	12
Gambar 2.7 Penentuan tegangan prakonsolidasi.....	12
Gambar 2.8 (a) Lapisan lempung yang mengalami konsolidasi (b) aliran air pada titik A selama konsolidasi (Braja M. Das, 1985) .....	15
Gambar 2.9 Variasi $U_z$ terhadap $T_z$ dan $z/H_{dr}$ (Braja M. Das, 1985).....	18
Gambar 2.10 Variasi nilai derajat konsolidasi rata-rata terhadap faktor waktu (nilai $u_o$ tetap) menurut Terzaghi (Braja M. Das, 1985) .....	19
Gambar 2.11 Lingkaran Mohr dan garis keruntuhan Coulomb (Braja M. Das, 1985) .....	22
Gambar 2.12 Analogi spring dari proses vacuum consolidation: (a) dibebani dengan timbunan; (b) dibebani dengan vacuum (Chu and Yan, 2005) .....	23
Gambar 2.13 Proses konsolidasi: (a) pembebanan konvensional; (b) idealisasi vacuum preloading (Indraratna et al. 2005c).....	25

Gambar 2.14 Vacuum preloading system: (a) system dengan membran; (b) system tanpa membrane; (c) Vacuum yang dibagi menjadi beberapa section (Indraratna et al. 2005c).....	26
Gambar 2.15 Bikonus Begemann (from Sanglerat, 1972).....	28
Gambar 2.16 CPT Elektrik Fugro (after de Ruiter, 1971) .....	29
Gambar 2.17 Piezocone (after Zuidberg, 1988) .....	30
Gambar 2.18 Beberapa Jenis Piezocone .....	31
Gambar 2.19 Variasi Lokasi Filter Pada CPTu .....	33
Gambar 2.20 Efek Dari Vertikalitas Konus Terhadap Kedalaman yang Terukur.	35
Gambar 2.21 Efek Dari Interval Pembacaan Terhadap Data Tekanan Air Pori yang Terukur .....	36
Gambar 2.22 Prosedur Pemasangan Batu Pori.....	38
Gambar 2.23 Tipikal Hasil Uji Disipasi.....	40
Gambar 2.24 Pengaruh Stress History Pada Kurva Disipasi.....	40
Gambar 2.25 Tipikal konstruksi settlement plate .....	44
Gambar 3.1 Klasifikasi Tanah Dengan CPTu Menurut Jones & Rust, 1982.....	48
Gambar 3.2 Efek Tekanan Air Pori Terhadap Tahanan Ujung Terukur.....	49
Gambar 3.3 Klasifikasi Tanah Dengan CPTu (Senneset & Janbu, 1984) .....	50
Gambar 3.4 Klasifikasi Perilaku Tanah Berdasarkan Hasil Uji CPTu (Robertson et al, 1986).....	50
Gambar 3.5 (a) Variasi Harga $N_k$ Terhadap Plastisitas (b) Variasi Harga $N_k$ yang Sudah Dikoreksi (Bjerrum, 1972).....	51
Gambar 3.6 Faktor $N_{ke}$ vs $B_q$ (Karlsrud et al., 1996).....	52
Gambar 3.7 Faktor $N_{\Delta u}$ vs $B_q$ (Karlsrud et al., 1996) .....	53

Gambar 3.8 Disipasi Tekanan Air Pori Pada Tanah OC dan NC.....	54
Gambar 3.9 (a) Koefisien Konsolidasi Arah Radial ( $c_h$ ), .....	56
Gambar 3.10 Stress History Pada Tanah Lempung Berdasarkan Data Tahanan Ujung.....	57
Gambar 3.11 Interpretasi Untuk Lempung Terkonsolidasi.....	58
Gambar 3.12 Estimasi OCR Berdasarkan Rasio Kuat Geser.....	59
Gambar 3.13 Korelasi Empirik Dari Nilai OCR Terhadap Parameter CPTu yang Dinormalisasi.....	59
Gambar 3.14 Korelasi Empirik Dari Nilai OCR Terhadap Tahanan Ujung Efektif yang Dinormalisasi (Mayne, 1991) .....	60
Gambar 3.15 Korelasi $B_q$ vs OCR (Nurindahsih, 2013) .....	61
Gambar 3.16 Korelasi $B_q$ vs OCR (Rahardjo et al., 2016).....	61
Gambar 3.17 Hasil Uji Disipasi Dengan Adanya Timbunan.....	62
Gambar 3.18 (a), (b), dan (c) Penentuan nilai derajat konsolidasi dengan pendekatan tegangan efektif.....	65
Gambar 3.19 Contoh hasil plot $U$ vs $z/H$ .....	66
Gambar 3.20 Grafik Hubungan $N_k$ terhadap OCR .....	66
Gambar 3.21 Plot $t$ vs $t/s$ untuk model hiperbolik.....	67
Gambar 3.22 Plot $1/t$ vs settlement.....	68
Gambar 4.1 Kondisi Geologi (sumber: Badan Geologi, Kementerian ESDM).....	69
Gambar 4.2 Lokasi Pengambilan Data (sumber: Google Earth™).....	71
Gambar 4.3 Lokasi Titik Uji CPT serta Monitoring Settlement Plate.....	72
Gambar 4.4 Superimpose CPT P2.....	73
Gambar 4.5 Superimpose CPT P4.....	73



Gambar 4.6 Superimpose CPT P5 .....	74
Gambar 4.7 Superimpose CPT P7 .....	74
Gambar 4.8 Superimpose CPT P8 .....	75
Gambar 4.9 Pengaruh efek skala pada tahanan ujung konus .....	76
Gambar 4.10 Pengaruh efek skala pada gesekan selimut .....	76
Gambar 4.11 Data Hasil Uji CPT P1 Sebelum Vacuum.....	79
Gambar 4.12 Derajat Konsolidasi CPT P1 Sebelum Vacuum .....	79
Gambar 4.13 Data Hasil Uji CPT P2 Sebelum Vacuum.....	80
Gambar 4.14 Derajat Konsolidasi CPT P2 Sebelum Vacuum .....	81
Gambar 4.15 Data Hasil Uji CPT P3 Sebelum Vacuum.....	82
Gambar 4.16 Derajat Konsolidasi CPT P3 Sebelum Vacuum .....	82
Gambar 4.17 Data Hasil Uji CPT P4 Sebelum Vacuum.....	83
Gambar 4.18 Derajat Konsolidasi CPT P4 Sebelum Vacuum .....	83
Gambar 4.19 Data Hasil Uji CPT P5 Sebelum Vacuum.....	84
Gambar 4.20 Derajat Konsolidasi CPT P5 Sebelum Vacuum .....	85
Gambar 4.21 Data Hasil Uji CPT P6 Sebelum Vacuum.....	86
Gambar 4.22 Derajat Konsolidasi CPT P6 Sebelum Vacuum .....	86
Gambar 4.23 Data Hasil Uji CPT P7 Sebelum Vacuum.....	87
Gambar 4.24 Derajat Konsolidasi CPT P7 Sebelum Vacuum .....	87
Gambar 4.25 Data Hasil Uji CPT P8 Sebelum Vacuum.....	88
Gambar 4.26 Derajat Konsolidasi CPT P8 Sebelum Vacuum .....	89
Gambar 4.27 Data Hasil Uji CPT P1 .....	90
Gambar 4.28 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P1 .....	91
Gambar 4.29 Data Hasil Uji CPT P2 .....	92

Gambar 4.30 Hasil Uji Disipasi CPT P2.....	92
Gambar 4.31 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P2.....	93
Gambar 4.32 Data Hasil Uji CPT P3.....	94
Gambar 4.33 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P3.....	95
Gambar 4.34 Data Hasil Uji CPT P4.....	96
Gambar 4.35 Hasil Uji Disipasi CPT P4.....	96
Gambar 4.36 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P4.....	97
Gambar 4.37 Data Hasil Uji CPT P5.....	98
Gambar 4.38 Hasil Uji Disipasi CPT P5.....	99
Gambar 4.39 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P5.....	100
Gambar 4.40 Data Hasil Uji CPT P6.....	101
Gambar 4.41 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P6.....	101
Gambar 4.42 Data Hasil Uji CPT P7.....	102
Gambar 4.43 Hasil Uji Disipasi CPT P7.....	103
Gambar 4.44 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P7.....	104
Gambar 4.45 Data Hasil Uji CPT P8.....	105
Gambar 4.46 Hasil Uji Disipasi CPT P8.....	106
Gambar 4.47 Interpretasi dengan pendekatan tegangan efektif CPT-P8.....	107
Gambar 4.48 Data Monitoring Settlement Plate SP-1.....	108
Gambar 4.49 Data Monitoring Settlement Plate SP-2.....	110
Gambar 4.50 Data Monitoring Settlement Plate SP-3.....	111
Gambar 4.51 Data Monitoring Settlement Plate SP-4.....	113
Gambar 4.52 Data Monitoring Settlement Plate SP-5.....	114
Gambar 4.53 Data Monitoring Settlement Plate SP-6.....	116

Gambar 4.54 Data Monitoring Settlement Plate SP-7 .....	117
Gambar 4.55 Data Monitoring Settlement Plate SP-8 .....	119
Gambar 4.56 Data Monitoring Settlement Plate SP-9 .....	120
Gambar 4.57 Data Monitoring Settlement Plate SP-10 .....	122
Gambar 4.58 Perbandingan Hasil Analisis Settlement Plate dengan Metode Tegangan Efektif.....	123
Gambar 4.59 Tahanan Ujung Konus Sebelum dan Sesudah Vacuum.....	124
Gambar 4.60 Constraint Modulus Sebelum dan Sesudah Vacuum.....	126
Gambar 4.61 Kuat Geser Tanah Takterdrainase Sebelum dan Sesudah Vacuum .....	128

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variasi faktor waktu terhadap derajat konsolidasi menurut Terzaghi ...	19
Tabel 2.2 Resume Hasil Perbandingan Antara CPTu Standar 10 cm <sup>2</sup> .....	43
Tabel 3.1 Estimasi Dari Constrained Modulus, M, Untuk Tanah Lempung .....	55
Tabel 4.1 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-1.....	109
Tabel 4.2 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-2.....	110
Tabel 4.3 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-3.....	112
Tabel 4.4 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-4.....	113
Tabel 4.5 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-5.....	115
Tabel 4.6 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-6.....	116
Tabel 4.7 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-7.....	118
Tabel 4.8 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-8.....	119
Tabel 4.9 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-9.....	121
Tabel 4.10 Interpretasi Derajat Konsolidasi SP-10.....	122
Tabel 4.11 Resume Derajat Konsolidasi berdasarkan data CPT dan Settlement Plate .....	123
Tabel 4.12 Resume Nilai $\alpha_m$ untuk lokasi proyek.....	125

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1 : HASIL UJI CPTU DAN METODE PENDEKATAN TEGANGAN EFEKTIF SEBELUM <i>VACUUM</i> .....</b>	<b>L1</b>
<b>LAMPIRAN 2 : HASIL UJI CPTU DAN METODE PENDEKATAN TEGANGAN EFEKTIF SETELAH <i>VACUUM</i>.....</b>	<b>L2</b>
<b>LAMPIRAN 3 : EKSTRAPOLASI HASIL UJI DISIPASI.....</b>	<b>L3</b>
<b>LAMPIRAN 4 : EKSTRAPOLASI DATA SETTLEMENT PLATE.....</b>	<b>L4</b>

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan jumlah penduduk Indonesia yang tinggi berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan untuk tempat tinggal, oleh sebab itu salah satu solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan reklamasi. Reklamasi merupakan suatu proses pembentukan suatu daratan baru dengan melakukan penimbunan di dasar laut dimana umumnya material tanah dasar yang ditimbun dengan material timbunan tersebut merupakan material tanah lunak.

Pembangunan yang dilakukan pada tanah lunak akan menimbulkan berbagai permasalahan geoteknik meliputi daya dukung tanah yang rendah, kompresibilitas tanah yang tinggi, penurunan jangka panjang yang relatif besar, serta adanya potensi gesekan selimut negatif pada pondasi tiang akibat tanah lunak yang terkompresi dimana permasalahan geoteknik tersebut sangat bergantung pada karakteristik tanah itu sendiri. Untuk mengetahui karakteristik in situ dari tanah lunak pada lokasi pembangunan umumnya dilakukan uji CPTu (*piezocone*) karena selain karakteristik kuat geser tanah, dari uji CPTu juga didapatkan informasi mengenai karakteristik kompresibilitas pada tanah lunak yang meliputi besarnya potensi kompresibilitas tanah serta perkiraan waktu yang dibutuhkan oleh tanah untuk terkompresi.

Untuk meminimalisir kerusakan bangunan yang dikonstruksi di atas tanah lunak dalam jangka panjang, maka umumnya dilakukanlah suatu proses perbaikan

tanah. Terdapat beberapa metode yang dapat dilakukan untuk melakukan proses perbaikan tanah, salah satu metode yang cukup populer digunakan di Indonesia adalah metode perbaikan tanah dengan *vacuum preloading*. Metode perbaikan tanah dengan *vacuum preloading* memiliki konsep yang berbeda apabila dibandingkan dengan metode preloading konvensional dengan timbunan, oleh sebab itu diperlukan suatu studi mengenai perilaku tanah setelah selesainya masa perbaikan tanah dengan *vacuum preloading*.

## **1.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan performa / perilaku dari tanah lunak setelah proses *vacuum preloading* dengan menggunakan CPTe dan CPTu dengan luas penampang 10 cm<sup>2</sup> dan 15 cm<sup>2</sup>.

## **1.3 Lingkup Penelitian**

Dalam analisis ini, lingkup penelitian meliputi :

Penentuan parameter-parameter perilaku tanah meliputi kuat geser, kompresibilitas, derajat konsolidasi, dan tegangan efektif tanah setelah proses *vacuum preloading* pada lokasi Kosambi PIK 2, Tangerang.

## **1.4 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan tesis ini adalah :

#### 1.4.1 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan literatur yang berguna sebagai acuan dari proses pengujian lapangan dan interpretasi hasil uji.

#### 1.4.2 Pengambilan Data di Lapangan

Untuk memperoleh data yang relevan dengan objek penelitian maka dilakukan pengujian CPTe dan CPTu dengan menggunakan ukuran konus yang berbeda pada area reklamasi di daerah Kosambi, Jakarta Utara.

#### 1.4.3 Analisis

Dalam penentuan parameter-parameter perilaku tanah dilakukan dengan interpretasi hasil uji dan justifikasi geoteknik.

### 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN meliputi latar belakang, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA berisi tentang tinjauan literatur mengenai perilaku tanah lunak meliputi parameter kuat geser, kompresibilitas, derajat konsolidasi, dan tegangan efektif; perbaikan tanah dengan metode *vacuum preloading*; serta mengenai pengujian CPTu meliputi perkembangan alat uji, konfigurasi alat uji CPTu, prosedur pengujian, dan interpretasi hasil uji CPTu.

BAB 3 METODE PENELITIAN membahas mengenai metode yang digunakan dalam penelitian yang meliputi metode interpretasi untuk memperoleh parameter-parameter perilaku tanah.



BAB 4 DATA DAN ANALISIS membahas mengenai hasil dari pengolahan data hasil uji untuk mengevaluasi performa dari *vacuum preloading*.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

berisi tentang kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis yang telah dilakukan dan saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya.