

**PENGEMBANGAN P-Y CURVE PADA TANAH  
GAMBUT DARI UJI BEBAN LATERAL DAN DATA  
INCLINOMETER**

**TESIS**



**Oleh :**

**Agung Nurcahyana**

**2017831007**

**Pembimbing :**

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

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
AGUSTUS 2021**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGEMBANGAN P-Y CURVE PADA TANAH GAMBUT DARI UJI  
BEBAN LATERAL DAN DATA INCLINOMETER**



**Oleh :**

**Agung Nurcahyana  
2017831007**

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

**Jumat, 10 September 2021**

**Pembimbing :**



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

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
AGUSTUS 2021**

## PERNYATAAN

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

Nama : Agung Nurcahyana  
NPM : 2017831007  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa tesis / disertasi<sup>\*)</sup> dengan judul:

**Pengembangan P-Y Curve Pada Tanah Gambut Dari Uji Beban Lateral Dan Data Inklinometer**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. 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 dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: September 2021



Agung Nurcahyana

\*) coret yang tidak perlu

**PENGEMBANGAN P-Y CURVE PADA TANAH GAMBUT DARI UJI  
BEBAN LATERAL DAN DATA INCLINOMETER**

**Agung Nurcahyana (NPM : 2017831007)**

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

**Magister Teknik Sipil**

**Bandung**

**Agustus 2021**

**ABSTRAK**

ABSTRAK: kurva p-y pada tanah umumnya digunakan dalam mendesain pondasi tiang untuk kondisi tanah berlapis. Namun dalam prakteknya kurva p-y yang umum digunakan di anorganik. Paper ini membahas pengembangan kurva p-y pada tanah organik khususnya gambut yang berada di wilayah Dumai, Riau dengan uji pembebanan lateral pada pondasi tiang pancang tipe spun pile diameter 600 mm dan instrumentasi dengan inklinometer. Analisis kurva p-y menggunakan metode Reese dan Matlock (1956) dengan dilakukan analisis perhitungan kembali . Hasil analisis menunjukkan kurva p-y memiliki karakteristik yang sama dengan tanah lempung lunak namun memiliki nilai yang reaksi tanah yang relatif kecil dengan defleksi yang sama.

**Kata Kunci:** Tanah Gambut, Uji Beban Lateral Tiang, Inklinometer, Kurva *p-y*, *Reese & Matlock*

**DEVELOPMENT OF P-Y CURVES IN PEAT FROM LATERAL PILE  
LOAD TEST AND INCLINOMETER DATA**

**Agung Nurcahyana (NPM : 2017831007)**

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

**Magister of Civil Engineering**

**Bandung**

**August**

**ABSTRACT**

ABSTRACT: The p-y curve in soil is commonly used in designing pile foundations for layered soil conditions. However in practice the p-y curve is commonly used in inorganic soils but rarely used for organic soils. This paper discusses the development of the p-y curve on organic soils, especially peat in the Dumai area, Riau with lateral loading tests on spun pile type piles with a diameter of 600 mm and instrumentation with an inclinometer. Analysis of the p-y curve using the method of Reese and Matlock (1956) with a back calculation analysis. The results of the analysis show that the p-y curve has the same characteristics as soft clay soils but has a relatively small value of soil reaction with the same deflection.

Keywords: Peat Soil, Lateral Load Pile Test, Inclinometer, p-y Curve, Reese & Matlock

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala kasih dan penyertaan Nya sehingga tesis dengan judul Pengembangan P-Y Curve Pada Tanah Gambut Dari Uji Beban Lateral Dan Data Inklinometer 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 mendapatkan banyak dorongan, masukan, semangat, dan teman diskusi untuk menyelesaikan penelitian ini. Maka dari itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.d sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pandangan-pandangan serta ide dan juga memberi dukungan moral dan selalu membantu saya dalam penyelesaian tesis ini.
2. Dr. Aswin Lim dan Dr. Budi , selaku dosen penguji yang telah rela untuk meluangkan waktunya untuk memberikan masukan-masukkan yang sangat berguna dalam tesis ini.
3. Seluruh dosen Magister Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama masa studi di Universitas Katolik Parahyangan.

4. Hanna Qurratu A'yunin istri penulis yang tak pernah lelah memberikan dukungan, motivasi dan segala do'a untuk penulis sehingga penulis menyelesaikan tesis ini.
5. Orang tua penulis yang tak pernah lelah memberikan dorongan, motivasi, dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
6. Bapak Rivai Sargawi sebagai atasan yang selalu memberikan dukungan moral serta masukan yang sangat berguna dan memberikan kesempatan untuk bekerja sekaligus melakukan studi Magister ini. Tanpa dukungan beliau-beliau, penulis tidak dapat menyelesaikan studi dengan baik.
7. Teman-teman Magister Teknik Sipil Unpar konsentrasi Geoteknik (Vincent, Gibral, Stefanus Diaz) yang telah menjadi teman seperjuangan selama masa perkuliahan dan penyusunan 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, maka dari itu penulis menerima masukan dan saran yang bertujuan untuk mengembangkan tesis ini. Semoga tesis ini berguna bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bandung, 1 September 2021

Agung Nurcahyana

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ABSTRAK**

**ABSTRACT**

<b>BAB 1 .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	2
1.3 Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>BAB 2 .....</b>	<b>5</b>
2.1 Tanah Gambut.....	5
2.2 Fondasi Tiang Dengan Beban Lateral.....	11
2.3 Pengujian Pondasi Tiang.....	27
<b>BAB 3 .....</b>	<b>29</b>
3.1 Lokasi Penelitian.....	30
3.2 Metode Penelitian.....	30
3.3 Pengumpulan Data Sekunder.....	33
3.4 Pengambilan Data Primer.....	33



3.5 Metode <i>Back - Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock (1956)...	33
3.6 Metode Reese dan Wang Menggunakan Program <i>L-Pile</i> .....	35
<b>BAB 4 .....</b>	<b>36</b>
4.1 Data Primer.....	37
4.2 Data Sekunder.....	42
4.3 Hasil Penyelidikan Geologi Lokasi Penelitian.....	47
4.4 Klasifikasi Tanah Gambut.....	52
4.5 Back Analysis Modulus Subgrade dengan Metode Reese dan Matlock (1956).....	55
4.6 Analisis Deformasi dan Bending Momen dari Kurva <i>p-y</i> Rata-Rata Dengan Program <i>L-Pile</i> .....	60
4.7 Analisis Sensitifitas Pada Parameter Tanah.....	63
4.8 Perbandingan <i>p-y Curve</i> Tanah Gambut Dan Tanah Lempung Lunak	63
<b>BAB 5 .....</b>	<b>69</b>
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran.....	71
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>73</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

$E_p$	= modulus elastisitas tiang
$I_p$	= momen Inersia tiang
$k_s$	= modulus <i>subgrade</i> tanah dalam arah horisontal
$B$	= diameter atau sisi tiang
$T$	= modulus lateral subgrade tanah
$S_u$	= kuat geser tak teralir dari tanah kohesif
$H$	= beban lateral tiang
$M$	= momen yang bekerja di kepala tiang
$x$	= kedalaman di bawah permukaan tanah, dihitung dari kepala tiang
$T$	= faktor kekakuan
$L$	= panjang tiang
$A, B$	= koefisien Reese & Matlock untuk kepala tiang bebas
$Q$	= beban aksial pada tiang
$Y$	= defleksi lateral pada kedalaman $Z$
$R$	= reaksi tanah per unit panjang
$E$	= modulus elastisitas tiang
$P_q$	= distribusi beban sepanjang tiang
$P$	= geser pada tiang
$S_t$	= putaran sudut pada tiang
$\delta$	= deformasi
$p_u$	= tahanan tanah ultimit per satuan panjang tiang

$y_{50}$  = defleksi pada setengah dari tahanan tanah ultimit

$\gamma'_{avg}$  = rata-rata berat satuan efektif dari permukaan tanah ke kurva p-y,

c = kuat geser pada kedalaman x, dan

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Konfigurasi Tiang pengujian .....	38
Gambar 4.2 Kurva beban dan <i>lateral displacement</i> tiang P-424.....	40
Gambar 4.3 Hasil pergerakan dari instrumentasi inklinometer tiang P-424 (STA 1+350).....	41
Gambar 4.4 <i>Borhole</i> , SPT dan <i>Corebox</i> lokasi tiang P-434.....	43
Gambar 4.5 CPTu Tiang P-434,STA 1+350 (PT. MKS).....	44
Gambar 4.6 Kurva nilai Undrained Shear Strength ( $S_u$ ), Tekanan Pore Pressure ( $u$ ) dan $Bq^*$ pada STA 1+350.....	45
Gambar 4.7 Hasil uji indeks properties pada tanah area P-434.....	46
Gambar 4.8 Peta Geologi Daerah Penelitian.....	48
Gambar 4.9 Lingkungan Pengendapan laut.....	49
Gambar 4.10 Pengendapan tahap 1.....	50
Gambar 4.11 Pengendapan Tahap 2.....	51
Gambar 4.12 Pengendapan Tahap 3.....	52
Gambar 4.13 Dokumentasi gambut dari hasil sampel bor dalam.....	53
Gambar 4.14 Dokumentasi Tes Pit pada Lokasi (a) STA 1+300 dan (b) STA 1+400 (Sumber: Utama Karya 2019).....	53
Gambar 4.15 Kurva Beban Lateral dengan <i>Pile Head Deflection</i> pada tiang P-424 .....	55
Gambar 4.16 Kurva Faktor Kekakuan ( $T$ ) terhadap Deformasi ( $y$ ) Tiang P-434 STA 1+350.....	56

Gambar 4.17 Kurva Lateral Modulus <i>Subgrade</i> ( $\eta_h$ ) terhadap Deformasi (y) Tiang P-434 STA 1+350.....	58
Gambar 4.18 Hubungan $\eta_h$ dan UCS ( $q_u$ ) pada tanah (NAVFAC DM-7.2,.....)	59
Gambar 4.19 Kurva <i>Soil Pile Resistance</i> (p) terhadap Deformasi (y) Tiang P-434 STA 1+350.....	60
Gambar 4.20 Perbandingan Kurva <i>Pile Head Deflection Vs Lateral Load</i> .....	61
Gambar 4.21 Perbandingan Kurva Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang.....	62
Gambar 4.15 Perbandingan Kurva <i>Pile Head Deflection Vs Lateral Load</i> dengan perubahan parameter tanah.....	63
Gambar 4.15 Perbandingan Kurva <i>Pile Head Deflection Vs Lateral Load</i> antara tanah lunak dan gambut.....	65

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 <i>Cycling Loading for Standard Lateral Loading</i> .....	38
Tabel 4.2 Beban Rencana untuk uji lateral tiang.....	39
Tabel 4.3 Data laboratorium indeks P-434 (PT. GWL, 2018).....	46
Tabel 4.4 Data laboratorium Engineering P-434 (PT. GWL, 2018).....	47
Tabel 4.5 klasifikasi tanah gambut von post berdasarkan tingkat pelapukan pada STA 1+350.....	54
Tabel 4.6 Kadar Air diberbagai jenis deposit tanah (B. Kuat et al, 2014).....	54

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji Beban Lateral

Lampiran 2 Data Inklinometer

Lampiran 3 Borlog dan *Corebox*

Lampiran 4 CPtu P-424

Lampiran 5 Uji Laboratorium

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Analisis perilaku fondasi tiang pancang dengan beban lateral dalam perencanaan umumnya menggunakan metode non-linier dengan memperhatikan karakteristik tanah, tiang tunggal maupun kelompok tiang, interaksi tanah dengan tiang maupun kelompok tiang. Metode non-linier yang umum digunakan dari banyak model non-linier yang telah diusulkan, model hubungan non-linear tahanan tanah-defleksi tiang (*non-linear soil resistance-pile deflection relationships*) atau *p-y curve* sering digunakan dalam praktek (Reese and Van Impe 2001).

Studi-studi *p-y curve* sudah sangat banyak diusulkan untuk pemodelan untuk beberapa jenis tanah berdasarkan penelitian lapangan secara skala penuh (*full scale*) seperti tanah lempung lunak (Matlock,1970), Lempung Kaku dengan muka air tanah (Reese,et al,1975), lempung kaku tanpa muka air tanah (Reese dan Welch,1975) dan Pasir (Reese et al, 1974) serta tanah-tanah dengan kondisi khusus seperti pasir terlikuifaksi (Rollins et al,2005), *Loess Soil* (Johnson,et al, 2006), Tanah Tersementasi (Reese,1988), Tanah Residual (Simpson & Brown, 2006) dan Lanauan Beku/ *Frozen Silt* (Q.Li dan Z. Yang, 2017) juga pada Batu (Reese,1997) dan *Massive Rock* (Liang et al,2009). namun studi *p-y curve* untuk tanah gambut (*peat soil*) berdasarkan pengujian lapangan secara *full scale* sangat terbatas. P.Y. Lee dan L.W. Gilbert (1979) mengusulkan *p-y curves* pada tanah



gambut dan tanah sangat lunak berdasarkan pengujian beban lateral dan uji *unconfined compression test*.

Dalam tesis ini penelitian *p-y curve* pada gambut akan dilakukan dengan *Back Analysis* hasil uji beban lateral pada tiang dengan instrumentasi inklinometer dengan pendekatan analisis berdasarkan reaksi subgrade tanah dari Reese dan Matlock (1956).

Penelitian tesis ini didukung dengan data-data sekunder berupa data tanah dengan tebal tanah gambut 5.5m - 6.5m, diikuti dengan tanah lempung pasir konsistensi sedang-teguh, dan hasil uji dan hasil uji statik tekan lateral terinstrumentasi *inclinometer* pada tiang pancang bulat (*spun pile*) 60 cm. Uji beban statik dilakukan dalam jangka waktu 7 hari setelah pemancangan

## **1.2 Inti Permasalahan**

Studi-studi tentang kurva *p-y* pada tanah gambut sangat jarang dilakukan dan sangat terbatas. Sehingga diperlukan suatu penelitian kurva *p-y* pada tanah gambut sebagai acuan kurva *p-y* pada tanah gambut di Indonesia. Hal ini akan dilakukan dengan metode Reese dan Matlock secara *back analysis* dari hasil uji pembebanan lateral tiang. Kemudian dibandingkan dengan kurva *p-y* tersebut diinputkan ke program L-Pile dan dibandingkan defleksi dan momennya.

### 1.3 Lingkup Penelitian

Dalam analisis ini, lingkup penelitian meliputi :

- 1.3.1 Penelitian ini dilakukan pada kondisi tanah yang didominasi dengan tanah gambut konsistensi lunak – sangat lunak.
- 1.3.2 Pengumpulan data baik data tanah, data tiang, dan data hasil uji beban statik.dan instrumentasi inklinometer
- 1.3.3 Melakukan *back-analysis* kurva p-y gambut dengan metode Reese dan Matlock

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1.4.1 Mendapatkan *p-y curve* pada tanah gambut, khususnya Tanah Gambut Dumai, Riau.

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan tesis ini adalah :

#### 1.5.1 Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mencari literatur yang relevan untuk mendukung dalam pengolahan maupun interpretasi data yang didapat.

#### 1.5.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder meliputi data tanah baik lapangan maupun laboratorium yang digunakan untuk menentukan parameter tanah dalam melakukan perhitungan kapasitas beban lateral tanah

### **1.5.3 Pengambilan Data Lapangan**

Pengambilan data lapangan berupa daya dukung tiang lateral menggunakan uji uji beban statik. Uji beban statik dengan instrumentasi inklinometer dilakukan pada waktu 7 hari setelah pemancangan.

### **1.5.4 Analisis**

Analisis penurunan kurva p-y dari data inklinometer dan uji beban lateral tiang dengan analisis balik

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tesis ini adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

BAB 3 METODE PENELITIAN

BAB 4 PROGRAM PENGUJIAN

BAB5 KESIMPULAN DAN