

SKRIPSI

**INTERPRETASI MODULUS *SUBGRADE* PADA UJI
LATERAL PONDASI TIANG BERDASARKAN
METODE REESE DAN MATLOCK
PADA TANAH LUNAK**



**KEVIN LIE
NPM : 2017410147**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE.,
Ph.D.**

KO-PEMBIMBING: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021**

SKRIPSI

**INTERPRETASI MODULUS *SUBGRADE* PADA UJI
LATERAL PONDASI TIANG BERDASARKAN
METODE REESE DAN MATLOCK
PADA TANAH LUNAK**



**KEVIN LIE
NPM : 2017410147**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE.,
Ph.D.**

KO-PEMBIMBING: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021**

SKRIPSI

**INTERPRETASI MODULUS *SUBGRADE* PADA UJI
LATERAL PONDASI TIANG BERDASARKAN
METODE REESE DAN MATLOCK
PADA TANAH LUNAK**



**KEVIN LIE
NPM : 2017410147**

BANDUNG, 14 JANUARI 2021

PEMBIMBING:

KO-PEMBIMBING:

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

Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JANUARI 2021**

PERNYATAAN

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

Nama : Kevin Lie

NPM : 2017410147

Program Studi : Geoteknik

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi^{*)} dengan judul:

Interpretasi Modulus Subgrade Pada Uji Lateral Pondasi Tiang Berdasarkan Metode Reese dan Matlock Pada Tanah Lunak

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: 17 Januari 2021



Kevin Lie
2017410147

**INTERPRETASI MODULUS *SUBGRADE* PADA UJI
LATERAL PONDASI TIANG BERDASARKAN
METODE REESE DAN MATLOCK
PADA TANAH LUNAK**

**Kevin Lie
NPM: 2017410147**

**Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.
Ko-Pembimbing: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG
JANUARI 2021**

ABSTRAK

Kapasitas lateral pondasi tiang dibagi menjadi dua, yaitu kapasitas struktur dan kapasitas lateral tanah. Penentuan *lateral subgrade modulus* pada tanah lunak menjadi permasalahan utama dalam perhitungan daya dukung lateral. Korelasi terpublikasi untuk memperoleh *lateral subgrade modulus* belum merepresentasikan kondisi aktual karena nilai yang diperoleh bersifat konstan. Pada kenyataannya *lateral subgrade modulus* tanah bersifat non-linier (mengecil terhadap defomasi). Penelitian ini mengusulkan metode baru dalam penentuan *lateral subgrade modulus* aktual berdasarkan *back analysis* hasil uji pembebanan lateral di lima lokasi di Jakarta. Metode ini menghasilkan *lateral subgrade modulus* yang non-linier dengan Metode Reese dan Matlock (1956) yang dapat dikembangkan menjadi kurva p-y rata-rata yang merepresentasikan resistensi tanah sedalam 5T. *Lateral subgrade modulus* hasil *back analysis* dapat digunakan untuk memperoleh deformasi dan gaya dalam sepanjang tiang untuk kondisi *free head* maupun *fixed head*. Kurva p-y rata-rata yang telah diperoleh dari hasil *back-analysis* juga dapat digunakan sebagai input untuk Program L-Pile dan memberikan hasil yang konsisten terhadap hasil uji pembebanan tiang.

Kata Kunci: Lateral Subgrade Modulus, Uji Pembebanan Lateral Tiang, Back-Analysis, kurva p-y

INTERPRETATION OF LATERAL SUBGRADE MODULUS FOR LATERALLY LOADED PILE BASED ON REESE AND MATLOCK METHOD IN SOFT CLAY

Kevin Lie
NPM: 2017410147

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.
Co-Advisor: Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG
JANUARY 2021

ABSTRACT

The lateral capacity of pile foundation is consist of structural capacity and lateral soil subgrade modulus. Determination of the lateral subgrade modulus on soft soil is the main problem in lateral bearing capacity estimation. The published correlation to obtain the lateral subgrade modulus does not represent the actual condition because the value is constant. In fact, the lateral subgrade modulus of soil is non-linear (decreasing with deformation). This research proposes a new method to determine the actual lateral subgrade modulus based on back analysis of the lateral loading test in five locations in Jakarta. This method produces a non-linear lateral subgrade modulus with Reese and Matlock Method (1956) which can be developed into the average p-y curve representing soil resistance as deep as 5T. The lateral subgrade modulus based on back analysis result can be used to obtain the deformation and internal forces along the pile for free head and fixed head conditions. The average p-y curve that has been obtained from back analysis results can also use as input for the L-Pile Program and provides consistent results with the lateral loading test result.

Keywords: Lateral Subgrade Modulus, Lateral Loading Test, Back Analysis, p-y curve

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Interpretasi Modulus *Subgrade* pada Uji Lateral Pondasi Tiang berdasarkan Metode Reese dan Matlock pada Tanah Lunak”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini, banyak sekali hambatan yang dihadapi yang bersifat fisik maupun emosional dalam skala yang besar maupun kecil yang dialami oleh penulis. Namun, penulis sangat bersyukur atas hadirnya orang-orang yang sangat membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan tersebut. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada orang-orang tersebut, yaitu:

1. Papa Ali, Mama Rita, Cece Verren, dan Adik Vernando, serta saudara-saudara penulis yang selalu memberi dukungan dalam berbagai bentuk dan situasi.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., selaku dosen pembimbing dan Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., M.T., selaku ko-pembimbing yang selalu sabar membimbing dan mendampingi penulis dalam segala proses penulisan skripsi, dimulai dari asistensi, diskusi, hingga penyempurnaan penulisan skripsi penulis.
3. Seluruh dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan atas masukan dan saran dalam pembuatan skripsi ini.
4. Dicky Prasetyo, Bryan Jonathan, Evan Joshua, Grisella Aglia, Muhammad Ridwal Karliman, Stephan Victor, Michael Joshua, Edwin Jordan, Althea Averrilincy, Souw Erica Rosaline, Fanny Florentini, dan teman – teman yang sedang mengerjakan skripsi lainnya yang telah memberi dukungan.
5. Tan Jason Tanujaya, Aditya Purnama, Mikael Rafael, Carlos Indra, Edo Febrianto, dan teman – teman bermain lainnya yang telah memberikan dukungan.
6. Seluruh kelompok kecil 4 yang telah memberikan dukungan.
7. Adam M. Husein, Bernadeta Laras, Octavianus Arvin, Michael Chang dan teman – teman angkatan 2017 yang telah memberikan dukungan

8. Serta seluruh pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam pengerjaan skripsi ini.

Bandung, 14 Januari 2021



Kevin Lie

2017410147



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan	1-2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-4
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Perilaku Tiang Panjang dan Tiang Pendek	2-1
2.2 Penentuan Lateral Subgrade Modulus	2-2
2.3 Analisis Daya Dukung Lateral	2-7
2.3.1 Metode Reese dan Matlock (1956)	2-7
2.3.2 Metode Subgrade Non-Linear	2-12
2.4 Uji Pembebanan Lateral	2-14
2.5 Kriteria Beban Lateral Berdasarkan SNI 8460-2017	2-15

BAB 3 Metodologi penelitian	3-1
3.1 Metode <i>Back-Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock.....	3-1
3.2 Mencari Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang dengan Metode Reese dan Matlock	3-2
3.3 Mencari Deformasi dan Bending Momen untuk Kondisi Kepala Tiang Terjepit (<i>Fixed Head</i>)	3-2
3.3.1 Proses Iterasi <i>Lateral Subgrade Modulus</i>	3-2
3.3.2 Memperoleh Besar Gaya Dalam Sepanjang Tiang.....	3-3
3.4 Metode Reese dan Wang Menggunakan Program L-Pile.....	3-3
3.4.1 Kondisi Kepala Tiang Bebas (<i>Free Head</i>)	3-4
3.4.2 Kondisi Kepala Tiang Terjepit (<i>Fixed Head</i>).....	3-7
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1 Proyek Maritim Tower.....	4-1
4.1.1 Kondisi Tanah	4-1
4.1.2 Data Uji Pembebanan Lateral Tiang	4-1
4.1.3 <i>Back-Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock (1956)	4-2
4.1.4 Analisis Deformasi dan Bending Momen di Sepanjang Tiang berdasarkan Reese dan Matlock	4-3
4.1.5 Kurva Beban Terhadap Deformasi Berdasarkan Kurva p-y Rata-Rata Hasil Analisis dengan Program L-Pile	4-4
4.1.6 Analisis Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Program L-Pile	4-5
4.1.7 Perbandingan Hasil.....	4-6
4.2 Jakarta International Stadium	4-7
4.2.1 Kondisi Tanah	4-7
4.2.2 Data Uji Pembebanan Lateral Tiang	4-7
4.2.3 <i>Back-Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock (1956)	4-8

4.2.4	Analisis Deformasi dan Bending Momen di Sepanjang Tiang berdasarkan Reese dan Matlock.....	4-9
4.2.5	Kurva Beban Terhadap Deformasi Berdasarkan Kurva p-y Rata-Rata Hasil Analisis dengan Program L-Pile.....	4-10
4.2.6	Analisis Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Program L-Pile.....	4-11
4.2.7	Perbandingan Hasil.....	4-12
4.3	Gudang di Surabaya.....	4-13
4.3.1	Kondisi Tanah.....	4-13
4.3.2	Data Uji Pembebanan Lateral Tiang.....	4-13
4.3.3	<i>Back-Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock (1956).....	4-14
4.3.4	Analisis Deformasi dan Bending Momen di Sepanjang Tiang berdasarkan Reese dan Matlock.....	4-15
4.3.5	Kurva Beban Terhadap Deformasi Berdasarkan Kurva p-y Rata-Rata Hasil Analisis dengan Program L-Pile.....	4-16
4.3.6	Analisis Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Program L-Pile.....	4-17
4.3.7	Perbandingan Hasil.....	4-18
4.4	Rusun Ujung Menteng.....	4-19
4.4.1	Kondisi Tanah.....	4-19
4.4.2	Data Uji Pembebanan Lateral Tiang.....	4-19
4.4.3	<i>Back-Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock (1956).....	4-20
4.4.4	Analisis Deformasi dan Bending Momen di Sepanjang Tiang berdasarkan Reese dan Matlock.....	4-21
4.3.5	Kurva Beban Terhadap Deformasi Berdasarkan Kurva p-y Rata-Rata Hasil Analisis dengan Program L-Pile.....	4-22
4.3.6	Analisis Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Program L-Pile.....	4-23

4.3.7	Perbandingan Hasil.....	4-24
4.5	PIK Gold Coast.....	4-25
4.5.1	Kondisi Tanah	4-25
4.5.2	Data Uji Pembebanan Lateral Tiang	4-25
4.5.3	<i>Back-Analysis</i> dengan Metode Reese dan Matlock (1956)	4-26
4.5.4	Analisis Deformasi dan Bending Momen di Sepanjang Tiang berdasarkan Reese dan Matlock	4-28
4.3.5	Kurva Beban Terhadap Deformasi Berdasarkan Kurva p-y Rata-Rata Hasil Analisis dengan Program L-Pile	4-29
4.3.6	Analisis Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Program L-Pile	4-30
4.3.7	Perbandingan Hasil.....	4-31
4.6	Kondisi Kepala Tiang Terjepit (<i>Fixed Head</i>).....	4-32
4.6.1	Maritim Tower.....	4-32
4.6.2	Jakarta International Stadium.....	4-35
4.6.3	Gedung di Surabaya	4-38
4.6.4	Rusun Ujung Menteng.....	4-41
4.6.5	PIK Gold Coast.....	4-44
4.7	Diskusi	4-47
4.7.1	<i>Sensitivity Study</i>	4-47
4.7.2	Menentukan Nilai E.....	4-48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii

DAFTAR NOTASI

B	:	Diameter atau Sisi Tiang (m)
k	:	Modulus <i>Subgrade</i> (ton/m ³)
p	:	<i>Lateral Soil Resistance per Unit Length</i>
R	:	Faktor Kekakuan (m)
T	:	Faktor Kekakuan (m)
u	:	<i>Unit Pile Length</i>
x	:	Kedalaman yang Ditinjau (m)
C_u/S_u	:	Kuat Geser Tanah tak Teralir (kg/cm ²)
E_p	:	Modulus Elastisitas Tiang (ton/m ³)
I_p	:	Momen Inersia Tiang (m ⁴)
K_s	:	Modulus <i>subgrade</i> tanah dalam arah horizontal (ton/m ³)
η_h	:	Modulus <i>Subgrade</i> Tanah atau <i>Constant of Horizontal Subgrade Reaction</i> (ton/m ³)
y_x	:	Defleksi
S_x	:	Momen
M_x	:	Putaran Sudut atau <i>Slope</i>
V_x	:	Gaya Geser
P_x	:	Reaksi Tanah
H	:	Gaya Lateral (ton)
M	:	Gaya Momen (ton.m)
A_y	:	Koefisien Defleksi (Kepala Tiang Bebas)
A_m	:	Koefisien Momen (Kepala Tiang Bebas)
F_y	:	Koefisien Defleksi (Kepala Tiang Terjepit)
F_m	:	Koefisien Momen (Kepala Tiang Terjepit)
Q	:	Beban Aksial pada Tinag
Y	:	Defleksi Lateral pada Kedalaman Z
Z	:	Kedalaman dari Kepala Tiang
B	:	Diameter atau Sisi Tiang (m)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-4
Gambar 2.1 Hubungan η_h dan Kepadatan Relatif Tanah Pasir (NAVFAC DM-7.2, 1982)	2-3
Gambar 2.2 Grafik Desain untuk <i>Modulus Subgrade Equivalent</i> Terhadap Faktor Beban Lateral Tak Berdimensi: Kondisi Kepala Bebas (1 pci = 271,7 kN/m ³) (Wong, 1991)	2-6
Gambar 2.3 Grafik Desain untuk <i>Modulus Subgrade Equivalent</i> Terhadap Faktor Beban Lateral Tak Berdimensi: Kondisi Kepala Terjepit (1 Pci = 271,7 kN/m ³) (Wong, 1991)	2-6
Gambar 2.4 Hubungan C_u dengan k dan ϵ_{50} (1 psf = 47,9 N/m ² ; 1 pci = 271,7 kN/m ³) (Wong, 1991)	2-7
Gambar 2.5 Perilaku Pondasi Tiang dengan Beban Lateral H dan Momen M (Reese & Matlock 1956)	2-8
Gambar 2.6 Grafik Koefisien A_y untuk Kepala Tiang Bebas (Reese dan Matlock, 1956)	2-9
Gambar 2.7 Grafik Koefisien A_m untuk Kepala Tiang Bebas (Reese dan Matlock, 1956)	2-10
Gambar 2.8 Koefisien Defleksi (F_y) untuk Tiang Kepala Terjepit (Reese dan Matlock, 1956)	2-11
Gambar 2.9 Koefisien Momen (F_m) untuk Tiang Kepala Terjepit (Reese dan Matlock, 1956)	2-12
Gambar 2.10 Koefisien reaksi tanah (F_p) untuk tiang kepala terjepit (Reese dan Matlock, 1956)	2-12
Gambar 2.11 Tiang pada Beban Lateral yang Memperlihatkan Konsep Respon Tanah Menggunakan Kurva p - y (Prakash dan Sharma, 1990)	2-13
Gambar 2.12 Tipikal Kurva p - y untuk Tanah yang Daktail dan <i>Brittle</i> (Coduto, 1994)	2-13
Gambar 2.13 Uji Pembebanan Lateral dengan <i>Hydraulic Jack</i> Konvensional (ASTM)	2-15
Gambar 3.1 Tampilan Program L-Pile Version 4.0m	3-4

Gambar 3.2 <i>Toolbar</i> pada Program L-Pile (<i>input</i>)	3-4
Gambar 3.3 <i>Toolbar</i> pada Program L-Pile (<i>output</i>)	3-4
Gambar 3.4 Cara Mengganti Satuan.....	3-5
Gambar 3.5 Tampilan Isi <i>Toolbar "Edit Pile Properties"</i>	3-5
Gambar 3.6 Tampilan Isi <i>Toolbar "Edit Loading Type"</i>	3-6
Gambar 3.7 Tampilan Isi <i>Toolbar "Edit Soil Layers"</i>	3-6
Gambar 3.8 Tampilan Isi <i>Toolbar "Edit BC's and Loading"</i>	3-6
Gambar 4.1 Data Hasil Uji CPTu.....	4-1
Gambar 4.2 Kurva <i>Load vs Deformation</i> dari Hasil Uji Pembebanan Tiang.....	4-2
Gambar 4.3 Kurva T terhadap <i>Deformasi</i>	4-2
Gambar 4.4 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i>	4-3
Gambar 4.5 Kurva p-y Rata-Rata Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-3
Gambar 4.6 Besar Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang Berdasarkan Metode Reese dan Matlock	4-4
Gambar 4.7 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i> dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang	4-5
Gambar 4.8 Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Menggunakan Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-6
Gambar 4.9 Perbandingan Hasil Deformasi dan Bending Momen	4-6
Gambar 4.10 Data Hasil Uji CPTu.....	4-7
Gambar 4.11 Kurva <i>Load vs Deformation</i> dari Hasil Uji Pembebanan Tiang.....	4-8
Gambar 4.12 Kurva T terhadap <i>Deformasi</i>	4-8
Gambar 4.13 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i>	4-9
Gambar 4.14 Kurva p-y Rata-Rata Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-9
Gambar 4.15 Besar Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang Berdasarkan Metode Reese dan Matlock	4-10
Gambar 4.16 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i> dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang	4-11
Gambar 4.17 Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Menggunakan Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-12
Gambar 4.18 Perbandingan Hasil Deformasi dan Bending Momen	4-12
Gambar 4.19 Data Hasil Uji SPT	4-13

Gambar 4.20 Kurva <i>Load vs Deformation</i> dari Hasil Uji Pembebanan Tiang ..	4-14
Gambar 4.21 Kurva T terhadap <i>Deformasi</i>	4-14
Gambar 4.22 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i>	4-15
Gambar 4.23 Kurva p-y Rata-Rata Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-15
Gambar 4.24 Besar Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang Berdasarkan Metode Reese dan Matlock	4-16
Gambar 4.25 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i> dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang....	4-17
Gambar 4.26 Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Menggunakan Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-18
Gambar 4.27 Perbandingan Hasil Deformasi dan Bending Momen	4-18
Gambar 4.28 Data Hasil Uji SPT	4-19
Gambar 4.29 Kurva <i>Load vs Deformation</i> dari Hasil Uji Pembebanan Tiang ..	4-20
Gambar 4.30 Kurva T terhadap <i>Deformasi</i>	4-20
Gambar 4.31 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i>	4-21
Gambar 4.32 Kurva p-y Rata-Rata Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-21
Gambar 4.33 Besar Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang Berdasarkan Metode Reese dan Matlock	4-22
Gambar 4.34 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i> dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang ...	4-23
Gambar 4.35 Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Menggunakan Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-24
Gambar 4.36 Perbandingan Hasil Deformasi dan Bending Momen	4-24
Gambar 4.37 Data Hasil Uji SPT	4-25
Gambar 4.38 Kurva <i>Load vs Deformation</i> dari Hasil Uji Pembebanan Tiang ..	4-26
Gambar 4.39 Kurva T terhadap <i>Deformasi</i>	4-27
Gambar 4.40 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i>	4-27
Gambar 4.41 Kurva p-y Rata-Rata Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-28
Gambar 4.42 Besar Deformasi dan Bending Momen Sepanjang Tiang Berdasarkan Metode Reese dan Matlock	4-29
Gambar 4.43 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i> dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang....	4-30

Gambar 4.44 Deformasi dan Gaya Dalam di Sepanjang Tiang dengan Menggunakan Kurva p-y Hasil <i>Back-Analysis</i>	4-31
Gambar 4.45 Perbandingan Hasil Deformasi dan Bending Momen	4-31
Gambar 4.46 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i> (Ekstrapolasi) ...	4-32
Gambar 4.47 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock)	4-33
Gambar 4.48 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock) dengan LPile	4-33
Gambar 4.49 Perbandingan Gaya Dalam Reese dan Matlock dengan LPile (<i>Fixed Head</i>)	4-34
Gambar 4.50 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (LPile)	4-35
Gambar 4.51 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i> (Ekstrapolasi) ...	4-35
Gambar 4.52 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock)	4-36
Gambar 4.53 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock) dengan LPile	4-36
Gambar 4.54 Perbandingan Gaya Dalam Reese dan Matlock dengan LPile (<i>Fixed Head</i>)	4-37
Gambar 4.55 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (LPile)	4-38
Gambar 4.56 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i> (Ekstrapolasi) ...	4-38
Gambar 4.57 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock)	4-39
Gambar 4.58 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock) dengan LPile	4-39
Gambar 4.59 Perbandingan Gaya Dalam Reese dan Matlock dengan LPile (<i>Fixed Head</i>)	4-40
Gambar 4.60 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (LPile)	4-41
Gambar 4.61 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i> (Ekstrapolasi) ...	4-41

Gambar 4.62 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock)	4-42
Gambar 4.63 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock) dengan LPile	4-42
Gambar 4.64 Perbandingan Gaya Dalam Reese dan Matlock dengan LPile (<i>Fixed Head</i>)	4-43
Gambar 4.65 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (LPile)	4-44
Gambar 4.66 Kurva <i>Lateral Subgrade Modulus vs Deformation</i> (Ekstrapolasi)	4-44
Gambar 4.67 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock)	4-45
Gambar 4.68 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (Reese dan Matlock) dengan LPile	4-45
Gambar 4.69 Perbandingan Gaya Dalam Reese dan Matlock dengan LPile (<i>Fixed Head</i>)	4-46
Gambar 4.70 Kurva <i>Lateral Capacity</i> dan <i>Moment Capacity</i> (LPile)	4-47
Gambar 4.71 Hasil Sensitivity Study Nilai E Proyek Rusun Ujung Menteng	4-48
Gambar 4.72 Hasil Sensitivity Study Nilai E Proyek PIK Gold Coast	4-48
Gambar 4.73 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil Back-Analysis (1,75E) dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang Proyek Rusun Ujung Menteng	4-49
Gambar 4.74 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Lateral dari Kurva p-y Hasil Back-Analysis (0,5E) dan Data Aktual dari Uji Pembebanan Lateral Tiang Proyek PIK Gold Coast	4-49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kriteria Jenis Perilaku Tiang.....	2-1
Tabel 2.2 Hubungan Antara k_1 dan C_u	2-2
Tabel 2.3 Nilai k_{py} untuk Tanah Lunak (Reese & Van Impe, Single Piles and Pile Groups Under Lateral Loading, 2001)	2-3
Tabel 2.4 Nilai ϵ_{50} untuk Tanah Lunak	2-4
Tabel 2.5 Nilai k_{py} untuk <i>Submerged Sand</i> (Reese & Van Impe, Single Piles and Pile Groups Under Lateral Loading, 2001).....	2-4
Tabel 2.6 Nilai k_{py} untuk <i>Sand Above w\Water Table</i> (beban <i>static</i> dan <i>cyclic</i>) (Reese & Van Impe, Single Piles and Pile Groups Under Lateral Loading, 2001)2-4	4
Tabel 2.7 Nilai Modulus <i>Subgrade</i> untuk <i>Clays</i> (L-Pile dan COM624P)	2-4
Tabel 2.8 Nilai Modulus <i>Subgrade</i> untuk <i>Sand</i> (L-Pile dan COM624P)	2-5
Tabel 2.9 Nilai Parameter ϵ_{50} (L-Pile dan COM624P)	2-5
Tabel 2.10 Koefisien A untuk Tiang Panjang ($Z_{max} \geq 5$) Kondisi Kepala Tiang Bebas (R.J. Woodward et al., 1972).....	2-9
Tabel 2.11 Koefisien B untuk Tiang Panjang ($Z_{max} \geq 5$) Kondisi Kepala Tiang Bebas (R.J. Woodward et al., 1972).....	2-10
Tabel 2.12 Syarat deformasi maksimum di kepala tiang	2-17
Tabel 4.1 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> pada Proyek Maritim Tower	4-4
Tabel 4.2 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> pada Proyek Jakarta International Stadium	4-10
Tabel 4.3 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> pada Proyek Gudang di Surabaya .	4-16
Tabel 4.4 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> pada Proyek Rusun Ujung Menteng .	4-22
Tabel 4.5 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> pada Proyek PIK Gold Coast	4-28
Tabel 4.6 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> dan Deformasi di Kepala Tiang pada Proyek Maritim Tower (<i>Fixed Head</i>)	4-33
Tabel 4.7 Momen dan Geser Maksimum Proyek Maritim Tower (SNI 8460-2017 dan Konsensus TABG DKI Jakarta)	4-34

Tabel 4.8 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> dan Deformasi di Kepala Tiang pada Proyek Jakarta International Stadium (<i>Fixed Head</i>)	4-36
Tabel 4.9 Momen dan Geser Maksimum Proyek Jakarta International Stadium (SNI 8460-2017 dan Konsensus TABG DKI Jakarta)	4-37
Tabel 4.10 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> dan Deformasi di Kepala Tiang pada Proyek Gedung di Surabaya (<i>Fixed Head</i>).....	4-39
Tabel 4.11 Momen dan Geser Maksimum Proyek Gedung di Surabaya (SNI 8460-2017 dan Konsensus TABG DKI Jakarta)	4-40
Tabel 4.12 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> dan Deformasi di Kepala Tiang pada Proyek Rusun Ujung Menteng (<i>Fixed Head</i>)	4-42
Tabel 4.13 Momen dan Geser Maksimum Proyek Rusun Ujung Menteng (SNI 8460-2017 dan Konsensus TABG DKI Jakarta)	4-43
Tabel 4.14 Nilai <i>Lateral Subgrade Modulus</i> dan Deformasi di Kepala Tiang pada Proyek Maritim Tower (<i>Fixed Head</i>).....	4-45
Tabel 4.15 Momen dan Geser Maksimum Proyek Maritim Tower (SNI 8460-2017 dan Konsensus TABG DKI Jakarta)	4-46



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Data dan Analisis Proyek Maritim Tower
- Lampiran 2 Data dan Analisis Proyek Jakarta International Stadium (JIS)
- Lampiran 3 Data dan Analisis Proyek Gedung di Surabaya
- Lampiran 4 Data dan Analisis Proyek Rusun Ujung Menteng
- Lampiran 5 Data dan Analisis Proyek PIK Gold Coast
- Lampiran 6 *Sensitivity Study*



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi tiang adalah salah satu jenis pondasi dalam yang mentransfer beban struktur atas ke lapisan tanah / batuan di bawahnya. Pondasi tiang dinyatakan aman jika beban aksial, beban lateral, maupun momen yang dipikul tidak melebihi kapasitasnya. Beban lateral yang bekerja dapat berupa gaya gempa, gaya angin pada struktur atas, beban statik seperti tekanan aktif tanah pada abutment jembatan atau *soldier piles*, gaya tumbukan kapal, dan lain-lain.

Pada tiang dengan beban lateral, penentuan daya dukung ijin dapat didasarkan melalui daya dukung ultimit yang direduksi dengan faktor keamanan maupun didasarkan pada batasan deformasi ijin. Gaya lateral dan momen yang bekerja dapat diestimasi dengan beberapa metode, yaitu metode metode Reese dan Matlock (1956), metode Brinch Hansen (1961), metode Broms (1964), dan metode Subgrade Non-Linear. Dalam penentuan kapasitas lateral tanah pada tiang dengan beban lateral dibutuhkan suatu faktor kekakuan tanah berupa *lateral subgrade modulus*. Dalam menentukan modulus *subgrade* bisa dilakukan dengan korelasi dari kuat geser tanah tak teralir (untuk tanah lempung teguh) atau kepadatan relatif tanah pasir (untuk tanah lempung lunak dan tanah pasiran).

Nilai *lateral subgrade modulus* yang diperoleh dari hasil korelasi tersebut umumnya tidak selalu merepresentasikan kondisi lapangan, sehingga diperlukan alternatif metode lain yang digunakan untuk memperoleh *lateral subgrade modulus* secara aktual di lapangan, yaitu melalui uji pembebanan lateral tiang di lapangan. Uji lateral tersebut akan memberikan hasil berupa respon deformasi tiang akibat beban lateral di kepala tiang, yang kemudian digunakan untuk menentukan nilai *lateral subgrade modulus* melalui proses *back-analysis*. Hasil modulus *subgrade* yang diperoleh tersebut dapat digunakan untuk memperoleh perilaku defleksi dan momen di sepanjang tiang akibat beban lateral.

1.2 Inti Permasalahan

Pada perencanaan tiang dengan beban lateral, nilai *lateral subgrade modulus* yang digunakan didasarkan pada korelasi terpublikasi. Korelasi-korelasi tersebut dapat bersifat *underestimate* maupun *overestimate* pada penggunaannya. *Lateral subgrade modulus* dapat juga diperoleh secara aktual melalui uji pembebanan tiang dengan beban lateral. Perilaku deformasi terhadap beban dari hasil uji dapat digunakan untuk melakukan *back-analysis* sehingga besaran *lateral subgrade modulus* dapat diperoleh secara aktual di lapangan. *Lateral subgrade modulus* tersebut dapat digunakan untuk memperoleh bending momen maksimum. Bending momen tersebut akan dibandingkan dengan momen ultimit dari tiang pancang yang digunakan.

1.3 Maksud dan Tujuan

Berikut adalah maksud dari penelitian ini.

1. Melakukan *back-analysis* dari hasil uji pembebanan lateral tiang dengan menggunakan metode Reese dan Matlock untuk mendapatkan nilai *lateral subgrade modulus* pada tanah lunak.
2. Memperoleh kurva p-y rata-rata dari hasil *back-analysis*.
3. Memperoleh estimasi perilaku deformasi dan bending moment sepanjang tiang dengan metode Reese dan Matlock serta menggunakan kurva p-y rata-rata dari hasil *back-analysis* untuk metode Reese dan Wang.
4. Membandingkan bending momen dari hasil analisis dengan momen ultimit tiang pancang.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh *lateral subgrade modulus* pada tanah lunak dari hasil uji pembebanan tiang.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Berikut beberapa hal yang menjadi ruang lingkup dalam penelitian ini.

1. Kajian dilakukan pada tiang dengan beban lateral berdasarkan hasil uji pembebanan lateral tiang pada tanah lunak di Jakarta.
2. Metode *back-analysis* untuk memperoleh *lateral subgrade modulus* dan kurva p-y rata-rata dilakukan dengan metode Reese dan Matlock.

3. Analisis untuk memperoleh perilaku deformasi dan bending momen berdasarkan hasil *back-analysis* pada tiang dengan beban lateral di kepala tiang dilakukan dengan metode Reese dan Matlock serta bantuan Program L-Pile untuk metode Reese dan Wang.

1.5 Metode Penelitian

Berikut adalah metode penelitian yang digunakan:

1. Melakukan *back-analysis* dengan menggunakan metode Reese dan Matlock.
2. Mencari kurva p-y rata-rata dari hasil *back-analysis*.
3. Mencari perilaku defleksi dan bending momen sepanjang tiang akibat beban lateral di kepala tiang dengan *lateral subgrade modulus* yang diperoleh dari hasil *back-analysis*.
4. Melakukan perbandingan mengenai hasil analisis defleksi dan bending momen sepanjang tiang yang sudah dilakukan.
5. Melakukan interpretasi hasil berdasarkan hasil analisis yang diperoleh.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, inti permasalahan maksud dan tujuan, lingkup bahasan, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.

2. BAB II STUDI PUSTAKA

Bab ini membahas mengenai literatur tentang modulus *subgrade*, uji lateral pondasi tiang, metode Reese dan Matlock, dan metode subgrade non linier.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang *back-analysis* dari data lapangan untuk mendapatkan nilai *lateral subgrade modulus* dan kurva p-y rata-rata dengan menggunakan metode Reese dan Matlock, serta metode untuk memperoleh perilaku di sepanjang tiang akibat beban di kepala tiang dengan metode Reese dan Matlock serta Program L-Pile.

4. BAB IV DATA DAN ANALISIS

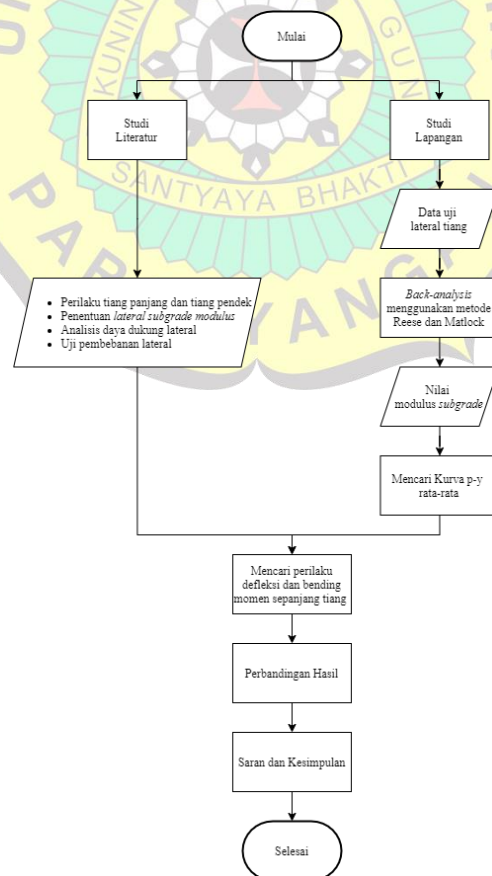
Bab ini menguraikan data hasil uji pembebanan lateral tiang yang digunakan, *back-analysis* dari data aktual untuk mendapatkan nilai *lateral subgrade modulus* dan kurva p-y rata-rata dengan menggunakan metode Reese dan Matlock, kemudian dilanjutkan dengan analisis dengan metode Reese dan Matlock serta Program L-Pile untuk memperoleh perilaku di sepanjang tiang akibat beban di kepala tiang. Penelitian diakhiri dengan diskusi mengenai hasil analisis yang diperoleh.

5. BAB V KESIMPULAN

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dan saran dari analisis data yang telah dilakukan dengan metode Reese dan Matlock dan Program L-Pile.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini, maka akan dibuat diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

