

**SKRIPSI**

**STUDI PENENTUAN KURVA P-Y TIANG TUNGGAL  
DI TANAH PASIR *MEDIUM DENSE* HOMOGEN  
DENGAN PLAXIS 3D, L-PILE,  
DAN METODE REESE (2011)**



**HELENA YOSA SUNDARA  
NPM : 6101801040**

**PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, Ph.D.**

**KO-PEMBIMBING: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022**

**SKRIPSI**

**STUDI PENENTUAN KURVA P-Y TIANG TUNGGAL  
DI TANAH PASIR *MEDIUM DENSE* HOMOGEN  
DENGAN PLAXIS 3D, L-PILE,  
DAN METODE REESE (2011)**



**HELENA YOSA SUNDARA  
NPM : 6101801040**

**PEMBIMBING:** Budijanto Widjaja, Ph.D.

**KO-**

**PEMBIMBING:** Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

**PENGUJI 1:** Siska Rustiani, Ir., M.T.

**PENGUJI 2:** Aswin Lim, Ph.D.

*[Handwritten signatures of Budijanto Widjaja, Ignatius Tommy Pratama, Siska Rustiani, and Aswin Lim]*

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI  
2022**

# PERNYATAAN

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

Nama : Helena Yosa Sundara

NPM : 6101801040

Program Studi : Teknik Sipil

: Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**Studi Penentuan Kurva p-y Tiang Tunggal di Tanah Pasir *Medium Dense* Homogen dengan Plaxis 3D, L-Pile, dan Metode Reese (2011)**

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: 6 Januari 2022



Helena Yosa Sundara

6101801040

**STUDI PENENTUAN KURVA P-Y TIANG TUNGGAL DI  
TANAH PASIR *MEDIUM DENSE* HOMOGEN  
DENGAN PLAXIS 3D, L-PILE,  
DAN METODE REESE (2011)**

**Helena Yosa Sundara  
NPM: 6101801040**

**Pembimbing: Budijanto Widjaja, Ph.D.  
Ko-Pembimbing: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022**

**ABSTRAK**

Faktor utama yang harus diperhatikan pada perencanaan tiang bor adalah ukuran dimensi tiang dan besar gaya yang bekerja pada tiang. Beban lateral yang bekerja pada tiang bor dapat berpengaruh terhadap defleksi tiang dan tahanan tanah. Pada penelitian ini dilakukan analisis pembebanan lateral pada tanah pasir *medium dense* homogen dengan hasil akhir berupa kurva hubungan tahanan tanah terhadap defleksi tiang (kurva p-y). Penelitian dilakukan dengan memodelkan tiang tunggal pada program elemen hingga tiga dimensi, Plaxis 3D yang diverifikasi terhadap hasil program L-Pile serta perhitungan manual dengan metode Reese (2011). Ukuran panjang dan diameter tiang divariasikan untuk melihat pengaruh geometri tiang terhadap bentuk kurva p-y. Hasil analisis menunjukkan kurva p-y dari L-Pile dan perhitungan manual dengan metode Reese (2011) hanya dipengaruhi oleh diameter tiang. Perilakunya sama, yaitu semakin besar diameter tiang, nilai tahanan tanah ultimit akan bertambah besar dan posisi titik puncak kurva semakin tinggi. Tetapi hasil dari Plaxis 3D berbeda, tidak ada pengaruh geometri yang konsisten terhadap bentuk kurva p-y karena nilai tahanan tanah berfluktuasi terhadap kedalaman.

**Kata Kunci:** tiang tunggal, beban lateral, kurva p-y, program elemen hingga tiga dimensi, geometri tiang.

# **STUDY OF DETERMINING THE P-Y CURVE OF SINGLE PILE IN HOMOGENIC MEDIUM DENSE SAND WITH PLAXIS 3D, L-PILE, AND REESE METHOD (2011)**

**Helena Yosa Sundara**  
**NPM: 6101801040**

**Advisor: Budijanto Widjaja, Ph.D.**  
**Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**FACULTY OF ENGINEERING DEPARTEMENT OF CIVIL**  
**ENGINEERING**  
(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARY 2022**

## **ABSTRACT**

The main factors that have to be considered in designing a bored pile are the dimensions and the loading of the pile. Lateral loads that occur in the bored pile can indirectly affect pile deflection and soil resistance. This research analyzed the lateral loading of single piles in homogenic medium dense sand, with the main objective to generate a soil resistance – deflection curve (p-y curve). The analysis was carried out by modelling the single bored pile in a three-dimensional finite element program, Plaxis 3D and the data were being cross-checked using the L-Pile program and also manual calculation that referred to the Reese method (2011). There were some variations in length and diameter of the pile to see the effect of pile geometry on the p-y curve. The outcome shows that the p-y curve from L-Pile and manual calculation results with Reese method (2011) only affected by pile diameters. There is a trend from the result when the diameter of the pile becomes bigger, the ultimate soil resistance and the peak point of the curve are going to be increasing too. However, referred to the p-y results from Plaxis 3D, the pile geometry has no impact on the p-y curves because the soil resistance fluctuates with depth.

**Keywords:** single pile, lateral load, p-y curve, three-dimensional finite element program, pile geometry

## PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat kasih dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Studi Penentuan Kurva p-y Tiang Tunggal di Tanah Pasir *Medium Dense* Homogen dengan Plaxis 3D, L-Pile, dan Metode Reese (2011)” sebagai syarat untuk mencapai gelar Sarjana dalam Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis bersyukur dan mengucapkan terima kasih atas semua bantuan, motivasi, dan dukungan yang telah diberikan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyelesaian skripsi ini. Secara khusus penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih tersebut kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku ko-pembimbing atas segala bantuan pengarahan, kritik, saran, ilmu, dan waktu yang telah diberikan sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
2. Papa, Mama, Koko, serta segenap keluarga besar penulis yang selalu memberi semangat dan mendoakan penulis selama proses penyelesaian skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf pengajar KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan atas segala saran dan masukan yang telah diberikan selama proses perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.
4. Felicia Gabriele Saputra yang selalu siap menemani kapan pun, memberi semangat dan motivasi, serta setia menjadi tempat penulis untuk mencurahkan segala emosi selama proses pengerjaan skripsi.
5. Janice Larissa sebagai sahabat sesama pejuang skripsi yang telah memberikan semangat dan dorongan positif kepada penulis.
6. Sophie Nathania, Indra Permana, Bondan Dhifan Mazaya, Elizabeth Amartya Ayu dan semua anggota M0Le F0r Lyf3, *squad* Aliferous Xavier (OXE), korban hyderau, dan Kapeuyupno KCIC yang telah hadir sebagai tim penghibur dalam kehidupan porcelain penulis.

7. Antasya Lunaristri Murtiwardani, Vina Clarita, Afina Fasya Kamila, Rezaldi Ongky Dwiputra, Kelvin Agustinus Budianto, Elvan Tiojaya, dan Gilbert Christopher atas kebersamaan dalam proses bimbingan skripsi.
8. *Small Family* Bekisting, teman-teman Angkatan 2018, serta seluruh rekan-rekan Teknik Sipil Unpar yang telah memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
9. Seluruh pihak lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan kontribusi dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan dan ketidaksempurnaan karena keterbatasan waktu dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan khususnya untuk mahasiswa Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 12 Januari 2022



Helena Yosa Sundara

6101801040

# DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian.....	1-2
1.5 Sistematika Penulisan.....	1-3
1.6 Metode Penelitian.....	1-3
1.7 Diagram Alir.....	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	2-1
2.1 Fondasi Tiang Bor.....	2-1
2.2 Tiang dengan Beban Lateral.....	2-1
2.3 Metode Reese (2011).....	2-2
2.3.1 Kurva p-y pada Tanah Pasir di Atas dan di Bawah Muka Air Tanah.....	2-3
2.4 Metode Reese dan Matlock (1956).....	2-6
2.5 Kurva p-y pada Tanah Pasir berdasarkan <i>American Petroleum Institute (API Sand)</i> .....	2-8
2.6 Metode Kurva p-y dengan Persamaan Elemen Hingga.....	2-9
2.6.1 Tahanan Tanah per Satuan Panjang Tiang (Sumbu p).....	2-10
2.6.2 Defleksi Lateral Tiang (Sumbu y).....	2-10
BAB 3 METODE PENELITIAN.....	3-1



3.1	Korelasi Parameter Tanah.....	3-1
3.1.1	Berat Isi Tanah ( $\gamma$ ).....	3-1
3.1.2	Sudut Geser Dalam ( $\phi$ ).....	3-2
3.1.3	Modulus Elastisitas Tanah.....	3-2
3.1.4	Sudut Dilatasi ( $\psi$ ).....	3-3
3.2	<i>Surface Prescribed Displacement</i> .....	3-3
3.3	Pemodelan Tiang Tunggal dengan Plaxis 3D.....	3-4
3.4	Pemodelan Tiang Tunggal dengan L-Pile.....	3-6
3.5	Penentuan Kurva p-y dengan Plaxis 3D .....	3-7
3.5.1	Tahap Perhitungan Tahanan Tanah (p) dari Plaxis 3D.....	3-8
3.5.2	Tahap Ekstraksi Data Defleksi Tiang (y) dari Plaxis 3D.....	3-10
3.6	Tahap Ekstraksi Data dari L-Pile.....	3-11
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN .....		4-1
4.1	Data Parameter Tanah.....	4-1
4.2	Data Tiang Bor.....	4-1
4.3	Perbandingan Kurva y-z dengan Pengaruh Geometri Tiang .....	4-2
4.3.1	Kurva y-z dengan Variasi Panjang Tiang pada Tanah <i>Medium Dense Sand</i> .....	4-2
4.3.2	Kurva y-z dengan Variasi Diameter Tiang pada Tanah <i>Medium Dense Sand</i> .....	4-4
4.4	Perbandingan Kurva y-z dari Hasil Perhitungan Manual, Program Plaxis 3D dan L-Pile.....	4-7
4.5	Perbandingan Kurva p-z dengan Pengaruh Geometri Tiang .....	4-7
4.5.1	Kurva p-z dengan Variasi Panjang Tiang pada Tanah <i>Medium Dense Sand</i> .....	4-8
4.5.2	Kurva p-z dengan Variasi Diameter Tiang pada Tanah <i>Medium Dense Sand</i> .....	4-9
4.6	Perbandingan Kurva p-z dari Hasil Perhitungan Manual, Program Plaxis 3D dan L-Pile.....	4-11
4.7	Perbandingan Kurva p-y dengan Pengaruh Geometri Tiang .....	4-11
4.7.1	Kurva p-y dengan Variasi Panjang Tiang pada Tanah <i>Medium Dense Sand</i> .....	4-11

4.7.2	Kurva p-y dengan Variasi Diameter Tiang pada Tanah <i>Medium Dense Sand</i> .....	4-13
4.8	Perbandingan Kurva p-y dari Hasil Perhitungan Manual, Program Plaxis 3D dan L-Pile.....	4-16
4.9	Normalisasi Hasil Kurva p-y dari Hasil Plaxis 3D .....	4-16
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xv



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

### Daftar Notasi

B	: Diameter atau sisi tiang (m)
b	: Diameter tiang (m)
$c'_{ref}$	: <i>Effective cohesion</i> (kN/m <sup>2</sup> )
D	: Diameter tiang (m)
$E_{50}^{ref}$	: Modulus tanah saat 50% beban dalam keadaan tekanan 100 kPa (kN/m <sup>2</sup> )
$E_{oed}^{ref}$	: Modulus tanah dari uji oedometer dalam keadaan tekanan 100 kPa (kN/m <sup>2</sup> )
$E_p$	: Modulus elastisitas tiang (kN/m <sup>2</sup> )
$E_{ur}^{ref}$	: Modulus <i>unloading/reloading</i> dalam keadaan tekanan 100 kPa (kN/m <sup>2</sup> )
H	: Beban lateral yang bekerja pada kepala tiang (kN)
$I_p$	: Momen inersia tiang (m <sup>4</sup> )
k	: <i>Initial</i> modulus tanah dasar (kN/m <sup>2</sup> /m)
$K_a$	: Koefisien tekanan tanah aktif
$K_p$	: Koefisien tekanan tanah pasif
$K_0$	: Koefisien tekanan tanah <i>at rest</i>
L	: Panjang tiang (m)
m	: <i>Power for stress-level dependency of stiffness</i>
M	: Momen yang bekerja pada kepala tiang (kNm)
p	: Tahanan tanah ( <i>soil resistance</i> ) per satuan panjang (kN/m)
$p_{ref}$	: Tekanan tanah referensi (kN/m <sup>2</sup> )
$p_{ult}/p_u$	: Tahanan tanah ultimit per satuan panjang tiang (kN/m)
$R_{inter}$	: <i>Strength reduction factor for interfaces</i>
T	: Faktor kekakuan (m)
$U_x$	: <i>Displacement</i> tiang searah sumbu x (m)
y	: Defleksi lateral tiang (m)
$y_{50}$	: Defleksi tiang saat 50% tahanan ultimit tiang (m)
z	: Kedalaman tinjauan (m)
$\gamma$	: Berat isi tanah (kN/m <sup>3</sup> )
$\gamma'$	: Berat isi tanah efektif (kN/m <sup>3</sup> )

$\gamma_{\text{sat}}$	: Berat isi tanah <i>saturated</i> (kN/m <sup>3</sup> )
$\gamma_{\text{unsat}}$	: Berat isi tanah <i>unsaturated</i> (kN/m <sup>3</sup> )
$\epsilon_{50}$	: Regangan tanah 50%
$\nu'_{\text{ur}}$	: Angka poisson <i>unloading-reloading</i>
$\sigma_N'$	: Tegangan normal efektif (kN/m <sup>2</sup> )
$\tau_1$	: Tegangan geser yang bekerja di sekeliling tiang (kN/m <sup>2</sup> )
$\phi$	: Sudut geser dalam (°)
$\psi$	: Sudut dilatasi (°)
$\Pi_h$	: Konstanta modulus <i>subgrade</i> tanah (kN/m <sup>3</sup> )

### Daftar Singkatan

API	: <i>American Petroleum Institute</i>
FK	: Faktor Keamanan
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SPT	: <i>Standard Penetration Test</i>



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian .....	1-4
<b>Gambar 2.1</b> Kurva p-y Tanah Pasir (Reese & Van Impe, 2011) .....	2-3
<b>Gambar 2.2</b> Konstanta Nilai $A_s$ dan $A_c$ (Reese & Van Impe, 2011).....	2-4
<b>Gambar 2.3</b> Konstanta Nilai $B_s$ dan $B_c$ (Reese & Van Impe, 2011) .....	2-5
<b>Gambar 2.4</b> Perilaku Pondasi Tiang dengan Beban Lateral H dan Momen M (Reese & Matlock, 1956).....	2-6
<b>Gambar 2.5</b> Kurva p-y API Sand (O'Neill & Murchison, 1983).....	2-8
<b>Gambar 3.1</b> Pemodelan Pembebanan pada Plaxis 3D.....	3-4
<b>Gambar 3.2</b> Irisan Tiang pada Kedalaman Tertentu yang Dievaluasi terhadap Sudut (Vethanayagam & Ibsen, 2017) .....	3-7
<b>Gambar 3.3</b> Perpindahan Tiang dalam Arah y (Vethanayagam & Ibsen, 2017) .....	3-8
<b>Gambar 3.4</b> Luasan Segitiga yang Terbentuk dari Hasil Meshing .....	3-9
<b>Gambar 3.5</b> Elemen Segitiga dengan Enam Titik Nodal (Plaxis 2020).....	3-9
<b>Gambar 3.6</b> Ilustrasi Gambar Segitiga.....	3-10
<b>Gambar 4.1</b> Kurva y-z (a) VPPS003 (b) VPLP003 (c) VPRM003 (d) VPPS008 (e) VPLP008 (f) VPRM008 .....	4-4
<b>Gambar 4.2</b> Kurva y-z (a) VDPS003 (b) VDLP003 (c) VDRM003 (d) VDPS008 (e) VDLP008 (f) VDRM008 .....	4-5
<b>Gambar 4.3</b> Kurva p-z (a) VPPS003 (b) VPLP003 (c) VPRM003 (d) VPPS008 (e) VPLP008 (f) VPRM008 .....	4-7
<b>Gambar 4.4</b> Kurva p-z (a) VDPS003 (b) VDLP003 (c) VDRM003 (d) VDPS008 (e) VDLP008 (f) VDRM008 .....	4-9
<b>Gambar 4.5</b> Kurva p-y (a) VPPSZ25 (b) VPLRZ25 (c) VPPSZ35 (d) VPLRZ35 .....	4-12
<b>Gambar 4.6</b> Kurva p-y (a) VDPSZ25 (b) VDLRZ25 (c) VDRSZ25 (d) VDPSZ35 (e) VDLRZ35 (f) VDRSZ35 .....	4-13
<b>Gambar 4.7</b> Normalisasi Kurva p-y dengan (a) Variasi Panjang Tiang (b) Variasi Diameter Tiang .....	4-15
<b>Gambar L.1.1</b> Kurva y-z (a) VPPS004 (b) VPLP004 (c) VPRM004 (d) VPPS005 (e) VPLP005 (f) VPRM005 .....	2

<b>Gambar L.1.2</b> Kurva y-z (a) VPPS012 (b) VPLP012 (c) VPRM012 (d)VPPS016 (e) VPLP016 (f) VPRM016 .....	3
<b>Gambar L.1.3</b> Kurva y-z (a) VPPS020 (b) VPLP020 (c) VPRM020 (d)VPPS025 (e) VPLP025 (f) VPRM025 .....	4
<b>Gambar L.1.4</b> Kurva y-z (a) VPPS030 (b) VPLP030 (c) VPRM030 (d)VPPS035 (e) VPLP035 (f) VPRM035 .....	5
<b>Gambar L.1.5</b> Kurva y-z (a) VPPS040 (b) VPLP040 (c) VPRM040 (d)VPPS050 (e) VPLP050 (f) VPRM050 .....	6
<b>Gambar L.1.6</b> Kurva y-z (a) VPPS060 (b) VPLP060 (c) VPRM060 (d)VPPS070 (e) VPLP070 (f) VPRM070 .....	7
<b>Gambar L.1.7</b> Kurva y-z (a) VPPS080 (b) VPLP080 (c) VPRM080 .....	8
<b>Gambar L.2.1</b> Kurva y-z (a) VDPS004 (b) VDLP004 (c) VDRM004 (d) VDPS005 (e) VDLP005 (f) VDRM005 .....	2
<b>Gambar L.2.2</b> Kurva y-z (a) VDPS012 (b) VDLP012 (c) VDRM012 (d) VDPS016 (e) VDLP016 (f) VDRM016 .....	3
<b>Gambar L.2.3</b> Kurva y-z (a) VDPS025 (b) VDLP025 (c) VDRM025 (d) VDPS030 (e) VDLP030 (f) VDRM030 .....	4
<b>Gambar L.2.4</b> Kurva y-z (a) VDPS035 (b) VDLP035 (c) VDRM035 (d) VDPS040 (e) VDLP040 (f) VDRM040 .....	5
<b>Gambar L.2.5</b> Kurva y-z (a) VDPS050 (b) VDLP050 (c) VDRM050 (d) VDPS060 (e) VDLP060 (f) VDRM060 .....	6
<b>Gambar L.2.6</b> Kurva y-z (a) VDPS070 (b) VDLP070 (c) VDRM070 (d) VDPS080 (e) VDLP080 (f) VDRM080 .....	7
<b>Gambar L.3.1</b> Kurva p-z (a) VPPS004 (b) VPLP004 (c) VPRM004 (d) VPPS005 (e) VPLP005 (f) VPRM005 .....	2
<b>Gambar L.3.2</b> Kurva p-z (a) VPPS012 (b) VPLP012 (c) VPRM012 (d)VPPS016 (e) VPLP016 (f) VPRM016 .....	3
<b>Gambar L.3.3</b> Kurva p-z (a) VPPS020 (b) VPLP020 (c) VPRM020 (d)VPPS025 (e) VPLP025 (f) VPRM025 .....	4
<b>Gambar L.3.4</b> Kurva p-z (a) VPPS030 (b) VPLP030 (c) VPRM030 (d)VPPS035 (e) VPLP035 (f) VPRM035 .....	5

<b>Gambar L.3.5</b> Kurva p-z (a) VPPS040 (b) VPLP040 (c) VPRM040 (d)VPPS050 (e) VPLP050 (f) VPRM050.....	6
<b>Gambar L.3.6</b> Kurva p-z (a) VPPS060 (b) VPLP060 (c) VPRM060 (d)VPPS070 (e) VPLP070 (f) VPRM070.....	7
<b>Gambar L.3.7</b> Kurva p-z (a) VPPS080 (b) VPLP080 (c) VPRM080.....	8
<b>Gambar L.4.1</b> Kurva p-z (a) VDPS004 (b) VDLP004 (c) VDRM004 (d) VDPS005 (e) VDLP005 (f) VDRM005 .....	2
<b>Gambar L.4.2</b> Kurva p-z (a) VDPS012 (b) VDLP012 (c) VDRM012 (d) VDPS016 (e) VDLP016 (f) VDRM016 .....	3
<b>Gambar L.4.3</b> Kurva p-z (a) VDPS025 (b) VDLP025 (c) VDRM025 (d) VDPS030 (e) VDLP030 (f) VDRM030 .....	4
<b>Gambar L.4.4</b> Kurva p-z (a) VDPS035 (b) VDLP035 (c) VDRM035 (d) VDPS040 (e) VDLP040 (f) VDRM040 .....	5
<b>Gambar L.4.5</b> Kurva p-z (a) VDPS050 (b) VDLP050 (c) VDRM050 (d) VDPS060 (e) VDLP060 (f) VDRM060 .....	6
<b>Gambar L.4.6</b> Kurva p-z (a) VDPS070 (b) VDLP070 (c) VDRM070 (d) VDPS080 (e) VDLP080 (f) VDRM080 .....	7
<b>Gambar L.5.1</b> Kurva p-y (a) VPPSZ05 (b) VPLRZ05 (c) VPPSZ15 (d) VPLRZ15 (e) VPPSZ45 (f) VPLRZ45 .....	2
<b>Gambar L.5.2</b> Kurva p-y (a) VPPSZ55 (b) VPLRZ55 (c) VPPSZ65 (d) VPLRZ65 .....	3
<b>Gambar L.6.1</b> Kurva p-y (a) VDPSZ05 (b) VDLPZ05 (c) VDRSZ05 (d) VDPSZ15 (e) VDLPZ15 (f) VDRSZ15 .....	2
<b>Gambar L.6.2</b> Kurva p-y (a) VDPSZ45 (b) VDLPZ45 (c) VDRSZ45 (d) VDPSZ55 (e) VDLPZ55 (f) VDRSZ55 .....	3
<b>Gambar L.6.3</b> Kurva p-y (a) VDPSZ65 (b) VDLPZ65 (c) VDRSZ65 (d) VDPSZ75 (e) VDLPZ75 (f) VDRSZ75 .....	4
<b>Gambar L.7.1</b> Kurva y-z dengan Beban Lateral 3000 kN.....	2

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Nilai representative $k_{py}$ untuk pasir terendam (Reese, 2011).....	2-5
<b>Tabel 2.2</b> Nilai representative $k_{py}$ untuk pasir di atas muka air tanah (Reese, 2011) .....	2-5
<b>Tabel 2.3</b> Koefisien A dan B untuk Tiang Panjang ( $Z_{max} \geq 5$ ) (R.J. Woodward et al.,1972) .....	2-7
<b>Tabel 3.1</b> Korelasi Berat Isi Tanah Unsaturated, Bowles (1988).....	3-1
<b>Tabel 3.2</b> Korelasi Berat Isi Tanah Saturated, Terzaghi, et al. (1963).....	3-1
<b>Tabel 3.3</b> Estimasi Sudut Geser Dalam berdasarkan Nilai SPT Menurut Peck, et al. (1974).....	3-2
<b>Tabel 3.4</b> <i>Surface Prescribed Displacement</i> pada Tiang Tunggal dengan Berbagai Dimensi .....	3-4
<b>Tabel 4.1</b> Parameter Hardening Soil untuk Tanah Medium Dense Sand.....	4-1
<b>Tabel 4.2</b> Variasi Panjang Tiang berdasarkan <i>Prescribed Displacement</i> .....	4-2
<b>Tabel 4.3</b> Variasi Diameter Tiang Berdasarkan <i>Prescribed Displacement</i> .....	4-3
<b>Tabel 4.4</b> Variasi Panjang Tiang Berdasarkan Kedalaman.....	4-10
<b>Tabel 4.5</b> Variasi Diameter Tiang Berdasarkan Kedalaman.....	4-11



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Kurva y-z dengan Variasi Panjang Tiang.....	L1-1
LAMPIRAN 2 Kurva y-z dengan Variasi Diameter Tiang.....	L2-1
LAMPIRAN 3 Kurva p-z dengan Variasi Panjang Tiang.....	L3-1
LAMPIRAN 4 Kurva p-z dengan Variasi Diameter Tiang.....	L4-1
LAMPIRAN 5 Kurva p-y dengan Variasi Panjang Tiang.....	L5-1
LAMPIRAN 6 Kurva p-y dengan Variasi Diameter Tiang.....	L6-1
LAMPIRAN 7 Kurva y-z dengan Beban Lateral 3000 kN.....	L7-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Fondasi tiang bor digunakan untuk memikul beban struktur yang berupa beban aksial dan beban lateral. Oleh karena itu, dalam perencanaan tiang bor perlu diperhitungkan besar beban yang bekerja pada tiang. Selain itu, perlu diperhatikan juga perilaku tiang dan tanah di bawah pembebanan.

Salah satu metode pendekatan untuk memodelkan tiang dengan beban lateral adalah metode *subgrade non-linier* atau yang sering dikenal dengan metode kurva p-y. Metode ini dapat memberikan gambaran tahanan tanah (*soil resistance*) per satuan panjang, p dan defleksi tiang, y akibat gaya horizontal yang terjadi. Beberapa faktor yang memengaruhi bentuk kurva p-y adalah material tanah, kedalaman tinjauan, dan diameter tiang. Analisis tiang tunggal dapat ditentukan dari perilakunya sebagai fondasi tiang pendek (tiang kaku) atau fondasi tiang panjang (tiang elastis) serta kondisi tanah yang berada di sekitar tiang.

Dalam riset sebelumnya (Wolf *et al.*, 2013), penentuan kurva p-y difokuskan pada sebuah studi kasus kondisi tanah di daerah tertentu dengan tujuan membandingkan hasil kurva p-y dari berbagai model perhitungan dan persamaan manual. Pada penelitian ini penentuan kurva p-y difokuskan pada analisis elemen hingga menggunakan Plaxis 3D, L-Pile, dan perhitungan manual dengan metode Reese (2011) dengan tujuan membandingkan hasil kurva p-y dari berbagai dimensi tiang, di mana tiang divariasikan terhadap ukuran panjang serta diameter. Untuk memodelkan interaksi antara tiang dan tanah, fondasi tiang akan dimodelkan sebagai *soil volume* dan material tanah akan dimodelkan *Hardening Soil Model*.

### 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh geometri tiang terhadap bentuk kurva p-y di tanah pasir *medium dense*.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan simulasi uji beban lateral tiang tunggal menggunakan Plaxis 3D dan L-Pile.
2. Melakukan analisis mengenai perilaku pembebanan lateral tiang tunggal di tanah *medium dense sand* homogen.
3. Menganalisis pengaruh panjang tiang dan diameter tiang terhadap bentuk kurva p-y.
4. Membandingkan hasil kurva p-y dari perhitungan manual dengan metode Reese (2011), Plaxis 3D, dan L-Pile.
5. Membandingkan hasil kurva y-z dan kurva p-z dari perhitungan manual dengan metode Reese dan Matlock (1956), Plaxis 3D, dan L-Pile. Di mana z adalah kedalaman.

### 1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Material model tanah yang digunakan adalah *Hardening Soil Model*.
2. Model fondasi tiang yang digunakan adalah *soil volume*.
3. Kondisi kepala tiang yang dimodelkan adalah *fixed head*.
4. Beban lateral disimulasikan sebagai *surface prescribed displacement* pada Plaxis 3D.
5. Dilakukan analisis pembebanan lateral melalui kurva tahanan tanah terhadap defleksi tiang (kurva p-y).
6. Tiang bor yang dievaluasi adalah tiang tunggal diameter 1.5 m dengan variasi panjang, yaitu 6 m, 8 m, 12 m, 16 m, dan 22 m. Kemudian tiang tunggal panjang 20 m dengan variasi diameter, yaitu 1.0 m, 1.2 m, dan 1.5 m.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

### BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

### BAB 2 STUDI PUSTAKA

Dalam bab ini akan dibahas mengenai teori-teori dasar yang digunakan sebagai acuan dari penelitian, mencakup teori fondasi dan metode penentuan kurva p-y.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai penentuan parameter tanah dan metode penelitian yang dilakukan.

### BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hasil simulasi pembebanan lateral tiang tunggal yang dilakukan dengan Plaxis 3D dan L-Pile. Kemudian menganalisis hasil data yang diperoleh dari pemodelan tersebut serta membandingkan dengan hasil perhitungan manual.

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis pada Bab 4 dan saran untuk penelitian selanjutnya.

## 1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan informasi dari buku-buku rujukan, jurnal, dan skripsi terdahulu yang relevan sebagai acuan.

### 2. Pengumpulan Data

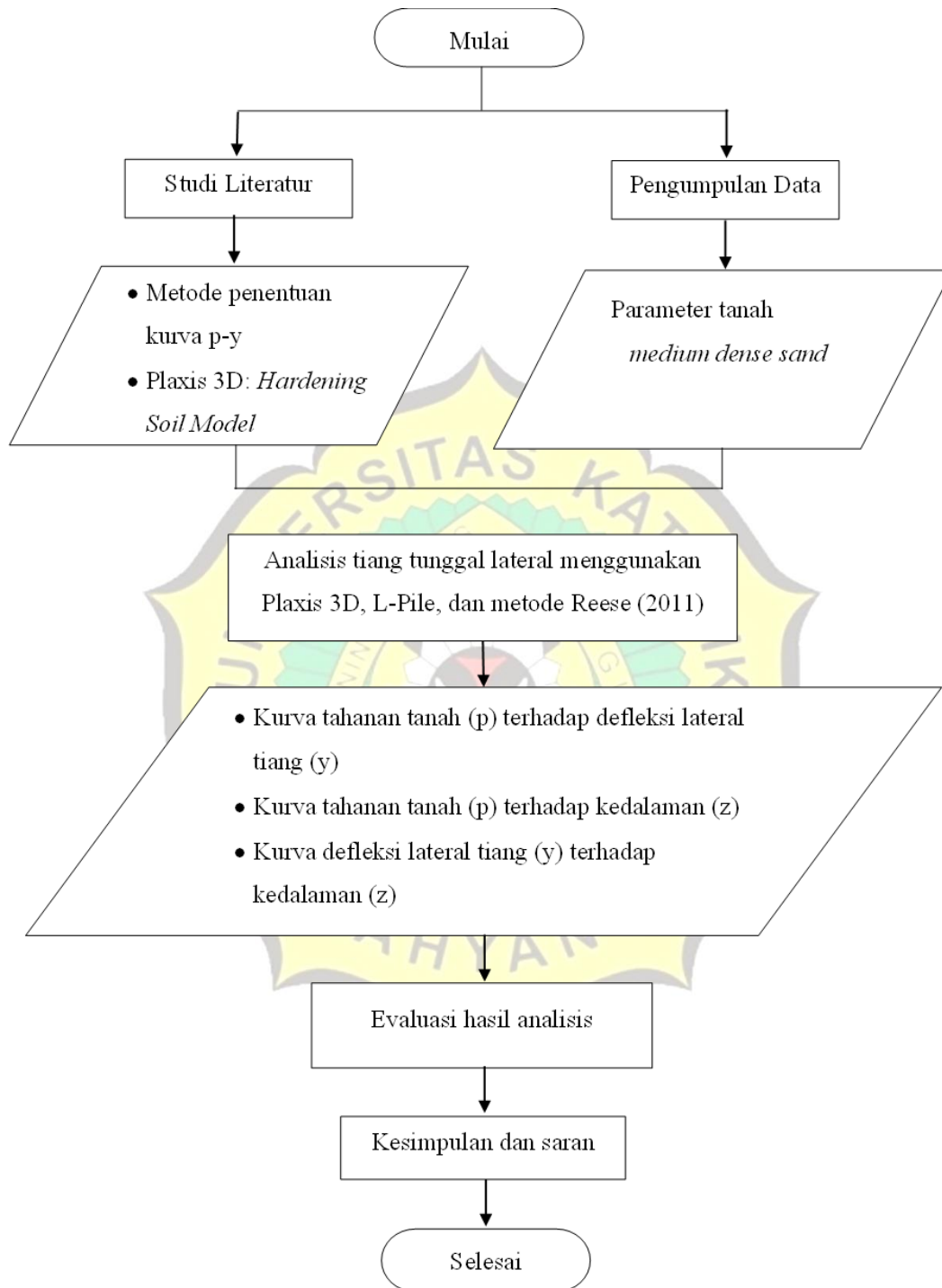
Pengumpulan data diperoleh dari studi literatur untuk memperoleh korelasi parameter tanah yang umum digunakan.

### 3. Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil pengujian perhitungan menggunakan program Plaxis 3D dan L-Pile diolah untuk mencapai tujuan penelitian.

## 1.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian