

SKRIPSI

**PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN
UJI BEBAN TIANG**



**KYRIE ELEISIA
NPM : 2017410218**

PEMBIMBING: Aswin Lim, 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: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021**

SKRIPSI

**PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN
UJI BEBAN TIANG**



**KYRIE ELEISIA
NPM : 2017410218**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

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

PENGUJI 1: Budijanto Widjaja, Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Siska Rustiani, MT.

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

PERNYATAAN

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

Nama : Kyrie Eleisia

NPM : 2017410218

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN UJI BEBAN TIANG

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 : 2 Agustus 2021



Kyrie Eleisia

2017410218

PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN UJI BEBAN TIANG

Kyrie Eleisia
NPM: 2017410218

Pembimbing: Aswin Lim, 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: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021

ABSTRAK

PLAXIS adalah program komputer berbasis elemen hingga yang merupakan alat bantu analisis dan sering digunakan oleh ahli geoteknik maupun mahasiswa teknik sipil. Simulasi yang dilakukan pada program ini dimaksudkan untuk mengetahui perilaku tanah melalui model yang merepresentasikan keadaan maupun permasalahan yang terjadi di lapangan. Tahap pertama dalam pemodelan yaitu menentukan geometri seperti batas lebar (*horizontal boundary*) dan kedalaman tanah (*vertical boundary*) yang akan dianalisis. Namun, korelasi-korelasi ataupun persamaan-persamaan yang sudah terpublikasi untuk menentukan *boundary condition* tersebut sangatlah minim. Sehingga, seringkali diharuskan untuk melakukan pemodelan berulang kali untuk mendapatkan nilai batas yang memadai. Pada penelitian ini, fondasi tiang dengan variasi panjang, diameter, dan *boundary condition* dimodelkan pada PLAXIS 2D dengan pembebanan diterapkan pada kepala tiang guna mengetahui pengaruh *boundary condition* serta menentukan nilai *vertical* dan *horizontal boundary* yang diperlukan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa untuk semua pemodelan L/d diperlukan *horizontal boundary*, $x/d = 25$ dan *vertical boundary*, $y/L = 2$. Kecuali, pada $L/d = 3,3$ diperlukan *horizontal boundary*, $x/d = 15$ dan *vertical boundary*, $y/L = 3$; pada $L/d = 4,2$ dan $L/d = 5$ diperlukan *horizontal boundary*, $x/d = 25$ dan *vertical boundary*, $y/L = 3$.

Kata Kunci: Metode Elemen Hingga, PLAXIS 2D, *Boundary Condition*, Fondasi Tiang, *Horizontal Boundary*, dan *Vertical Boundary*.

EFFECT OF BOUNDARY CONDITION ON PILE LOAD TEST MODELING

Kyrie Eleisia
NPM: 2017410218

Advisor: Aswin Lim, Ph.D.
Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

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
AUGUST 2021

ABSTRACT

PLAXIS is a finite element-based computer program which is an analytical tool and often used by geotechnical engineers and civil engineering students. The simulation carried out in this program is intended to determine the behavior of the soil through a model that represents the conditions and problems that occur in the field. The first stage in modeling is to determine the geometry such as the horizontal boundary and the vertical boundary to be analyzed. However, the correlations or equations that have been published to determine these boundary conditions are minimal. Thus, it is often required to do modeling repeatedly to get an adequate limit value. In this study, pile foundations with variations in length, diameter, and boundary conditions were modeled on PLAXIS 2D with a load applied to the pile head to determine the effect of boundary conditions and determine the required vertical and horizontal boundary values. Based on the analysis that has been done, it is concluded that for all L/d modeling a required horizontal boundary is $x/d = 25$ and a required vertical boundary is $y/L = 2$. Except, for $L/d = 3,3$ a required horizontal boundary is $x/d = 15$ and a required vertical boundary is $y/L = 3$; for $L/d = 4,2$ and $L/d = 5$ a required horizontal boundary is $x/d = 25$ and a required vertical boundary is $y/L = 3$.

Keywords: Finite Element Method, PLAXIS 2D, Boundary Condition, Pile Foundation, Horizontal Boundary, and Vertical Boundary.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN UJI BEBAN TIANG dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan skripsi merupakan salah satu syarat akademik wajib untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses pembuatan serta penyusunan skripsi ini, penulis mengalami kendala dan hambatan, namun penulis mendapatkan semangat, kritik serta masukan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini yang senantiasa telah memberikan masukan, kritik, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku dosen ko-pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini yang senantiasa telah memberikan masukan, kritik, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Eric Ng Yin Kuan, Ir., M.T., Bapak Soerjadedi Sastraatmadja, Ir., Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Bapak Stefanus Diaz, S.T., M.T., Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Andra Andriana, S.T., Bapak Yudi selaku para dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan masukan serta saran dan membantu dan membimbing saya selama menempuh Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.

4. Seluruh dosen maupun asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu dan membimbing saya selama saya menempuh pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
5. Rantonirio Simangunsong, Mawarni Sihombing, Jeanette Viade Christy, dan Louisa Pricasililea selaku keluarga yang telah memberikan dukungan moral, waktu, dan semangat terutama doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Angela Dewi, Oktavianus Arvin, Rizqi Iskandar, Albert Wanandi, Febryanto Darmawan, Ivan Gautama, dan Yonathan Wijaya, selaku teman seperjuangan anak bimbingan Pak Aswin Lim, Ph.D.
7. Holy Felicia, Kineta Imanuela, Haifa Tsaniya, dan Pawestri Cendani selaku sahabat yang telah menghibur dan mendukung secara moral serta memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman dari Angkatan 2017, kakak tingkat, adik tingkat serta pihak-pihak lain yang tak saya sebutkan yang telah membantu saya selama menempuh pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
9. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya Program Studi Teknik Sipil.
10. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Bandung, 2 Agustus 2021




Kyrie Eleisia
2017410218

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Fondasi	2-1
2.1.1 Fondasi Dalam	2-1
2.2 Mekanisme Transfer Beban	2-4
2.3 Zona Pengaruh Tiang	2-7
2.4 Model Mohr-Coulomb	2-8
2.5 Metode Elemen Hingga	2-10
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Input Parameter	3-1
3.1.1 Parameter Tanah	3-1
3.1.2 Parameter Tiang	3-2
3.2 Analisis menggunakan Program PLAXIS 2D	3-2

3.2.1	Gambaran Umum.....	3-2
3.2.2	Variasi Pemodelan	3-2
3.2.3	<i>Project Properties</i>	3-3
3.2.4	Tahap Pemodelan Tanah (<i>Tab Soil</i>).....	3-6
3.2.5	Tahap Pemodelan Tiang (<i>Tab Structures</i>)	3-11
3.2.6	Tahap Diskretisasi (<i>Tab Mesh</i>)	3-15
3.2.7	Tahap <i>Flow Conditions</i> (<i>Tab Flow Conditions</i>)	3-15
3.2.8	Tahapan Konstruksi (<i>Tab Staged Construction</i>).....	3-17
3.2.9	<i>Output</i>	3-18
3.3	Interpretasi Hasil Uji dengan Kurva <i>Load-Settlement</i>	3-19
3.4	Interpretasi Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Menggunakan Metode Van Weele (1957)	3-20
3.5	Interpretasi Zona Pengaruh Menggunakan <i>Output Failure Points</i> ..	3-22
BAB 4	ANALISIS DATA	4-1
4.1	Hasil Kurva <i>Load-Settlement</i> dari Perhitungan PLAXIS	4-1
4.1.1	<i>Horizontal Boundary</i>	4-1
4.1.2	<i>Vertical Boundary</i>	4-5
4.2	Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p).....	4-8
4.2.1	Normalisasi ke Panjang Tiang (L) terhadap <i>Horizontal Boundary</i> ...	4-8
4.2.2	Normalisasi ke Diameter Tiang (d) terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	4-10
4.2.3	Normalisasi ke Panjang Tiang (L) terhadap <i>Vertical Boundary</i>	4-12
4.2.4	Normalisasi ke Diameter Tiang (d) terhadap <i>Vertical Boundary</i>	4-13
4.3	Evaluasi <i>Failure Points</i>	4-15
4.3.1	<i>Failure Points</i> Ideal	4-15
4.3.2	<i>Failure Points</i> yang Tidak Memadai	4-15
4.4	Evaluasi Diskretisasi (<i>Mesh</i>) Pemodelan.....	4-17
4.5	Hasil Analisis.....	4-20
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5-1	Kesimpulan	5-1
5-2	Saran	5-1
	DAFTAR PUSTAKA	xv

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



B	: Lebar Fondasi
c	: Kohesi
c'	: Kohesi Efektif
c_u	: Kohesi Tak Teralir
d	: Diameter Tiang
E'	: Modulus Elastisitas Tanah Efektif
E_{50}'	: Modulus Elastisitas saat 50% Kekuatannya Termobilisasi
E_u	: Modulus Elastisitas Tanah
H_{BD}	: Jarak Batas Wadah ke Pusat Tiang
$K_{0,x}$: Kondisi Tegangan Geostatis dalam Arah Sumbu-x
$K_{0,y}$: Kondisi Tegangan Geostatis dalam Arah Sumbu-y
L	: Panjang Fondasi
P	: Beban Garis
P_{max}	: Beban Garis Maksimum
Q_p	: Daya Dukung Ujung Tiang
Q_s	: Daya Dukung Selimut Tiang
Q_{ult}	: Daya Dukung Ultimit Tiang
R_{inter}	: Koefisien <i>Interfaces</i> Tiang dan Tanah
S_u	: Kuat Geser Tanah Tak Teralir
U_y	: Deformasi dalam Sumbu-x

U_y	: Deformasi dalam Sumbu-y
x	: <i>Horizontal Boundary</i>
y	: <i>Vertical Boundary</i>
δ_v	: Penurunan dalam Arah Vertikal
δ_{vmax}	: Penurunan Maksimum dalam Arah Vertikal
ε	: Regangan
ϕ	: Sudut Geser Dalam
ϕ'	: Sudut Geser Dalam Efektif
γ	: Berat Isi Tanah
γ_{sat}	: Berat Isi Tanah Jenuh
γ_{unsat}	: Berat Isi Tanah Tak Jenuh
ν	: <i>Poisson's Ratio</i>
ν'	: <i>Poisson's Ratio</i> Efektif
σ	: Tegangan Normal
τ_f	: Tegangan Geser <i>Failure</i> Tanah



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir.....	1-4
Gambar 2.1 Penggunaan Fondasi Dalam (Vesic, 1977).....	2-2
Gambar 2.2 Jenis Fondasi Tiang. (a) Tiang Pancang Kayu. (b) Tiang Pancang Baja Profil H. (c) Tiang Beton Pracetak. (d) Tiang Beton Prategang. (FHWA, 2016)	2-3
Gambar 2.3 Macam-Macam Fondasi Sumuran (Teng, 1962).....	2-4
Gambar 2.4 Mekanisme Transfer Beban Fondasi Tiang (Salgado, 2008).....	2-5
Gambar 2.5 Kurva Hubungan Beban Terhadap Penurunan (Manual Pondasi Tiang, 2017).....	2-6
Gambar 2.6 Ilustrasi Distribusi Transfer Beban pada Fondasi Tiang. (a) Titik A. (b) Titik B. (c) Titik D. (Manual Pondasi Tiang, 2017).....	2-6
Gambar 2.7 Zona Pengaruh Fondasi Tiang (Bowles, 1997).....	2-7
Gambar 2.8 Skema Pemodelan Tiang dengan Lapisan <i>Clay</i> Seragam.....	2-8
Gambar 2.9 Model Linear Elastoplastik (<i>Mohr-Coulomb Model</i>).....	2-8
Gambar 2.10 Kurva Keruntuhan <i>Mohr-Coulomb</i> (Das, 1983).....	2-9
Gambar 2.11 Diskretisasi dengan Berbagai Elemen Distribusi (Miliziano, 2017).....	2-11
Gambar 2.12 Regangan Bidang: Fondasi Menerus (Rahardjo, 2021).....	2-11
Gambar 2.13 Tegangan Bidang: Balok (Rahardjo, 2021).....	2-12
Gambar 2.14 Sumbu Simetri. (a) Fondasi Tangki. (b) Sampe Triaksial. (c) <i>Hollow Pile</i> (Rahardjo, 2021).....	2-12
Gambar 3.1 Window Quick Select.....	3-4
Gambar 3.2 <i>Project Properties (Project Tab)</i>	3-4
Gambar 3.3 <i>Project Properties (Model Tab)</i>	3-5
Gambar 3.4 <i>Project Properties (Constants Tab)</i>	3-5
Gambar 3.5 Layout PLAXIS 2D.....	3-6
Gambar 3.6 Material Tanah (<i>Tab General</i>).....	3-7
Gambar 3.7 Material Tanah (<i>Tab Parameters</i>).....	3-7
Gambar 3.8 Material Tanah (<i>Tab Groundwater</i>).....	3-8
Gambar 3.9 Material Tanah (<i>Tab Thermal</i>).....	3-8
Gambar 3.10 Material Tanah (<i>Tab Interfaces</i>).....	3-9

Gambar 3.11 Material Tanah (<i>Tab Initial</i>)	3-9
Gambar 3.12 <i>Boreholes</i>	3-10
Gambar 3.13 Pemodelan Tanah Medium Clay	3-10
Gambar 3.14 Material Tiang (<i>Tab General</i>)	3-11
Gambar 3.15 Material Tiang (<i>Tab Parameters</i>).....	3-12
Gambar 3.16 Material Tiang (<i>Tab Groundwater</i>).....	3-12
Gambar 3.17 Material Tiang (<i>Tab Thermal</i>).....	3-13
Gambar 3.18 Material Tiang (<i>Tab Interfaces</i>)	3-13
Gambar 3.19 Material Tiang (<i>Tab Initial</i>).....	3-14
Gambar 3.20 Pembebanan pada Kepala Tiang.....	3-14
Gambar 3.21 Pemodelan Tiang	3-15
Gambar 3.22 <i>Output Meshing</i>	3-16
Gambar 3.23 Muka Air Tanah (<i>Flow Conditions</i>)	3-16
Gambar 3.24 <i>Staged Construction</i>	3-17
Gambar 3.25 <i>Curve Manager</i>	3-18
Gambar 3.26 Hasil Output Kurva ΣM_{stage} dengan U_y (m).....	3-19
Gambar 3.27 Kurva Beban (kN) dengan Penurunan (mm).....	3-19
Gambar 3.28 Kurva $P/P_{\text{max}} - \delta_v/\delta_{v\text{max}}$	3-20
Gambar 3.29 Interpretasi Q_s dan Q_p Menggunakan Metode Van Weele (Bowles, 1997)	3-21
Gambar 3.30 <i>Failure Points</i>	3-22
Gambar 4.1 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-2
Gambar 4.2 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-2
Gambar 4.3 Kurva $P/P_{\text{max}} - \delta_v/\delta_{v\text{max}}$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-3
Gambar 4.4 Kurva $P/P_{\text{max}} - \delta_v/\delta_{v\text{max}}$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-3
Gambar 4.5 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-5

Gambar 4.6 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-7
Gambar 4.7 Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v\max}$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-7
Gambar 4.8 Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v\max}$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-8
Gambar 4.9 Normalisasi ke Panjang Tiang (L) = 15 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-9
Gambar 4.10 Normalisasi ke Panjang Tiang (L) = 7,5 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-10
Gambar 4.11 Normalisasi ke Diameter Tiang (d) = 0,5 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-11
Gambar 4.12 Normalisasi ke Diameter Tiang (d) = 1,0 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-12
Gambar 4.13 Normalisasi ke Panjang Tiang (L) = 15 m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-13
Gambar 4.14 Normalisasi ke Diameter Tiang (d) = 1,0 m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-14
Gambar 4.15 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 15$ m dan $d = 1,0$	4-15
Gambar 4.16 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 5$ m dan $d = 1,0$ m	4-16
Gambar 4.17 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 7,5$ m dan $d = 1,2$ m	4-16
Gambar 4.18 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m	4-17

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Tanah untuk Pemodelan di PLAXIS.....	2-10
Tabel 3.1 Parameter Tanah.....	3-1
Tabel 3.2 Parameter Tiang	3-2
Tabel 3.3 Skema Penelitian untuk <i>Horizontal Boundary</i>	3-3
Tabel 3.4 Skema Penelitian untuk <i>Vertical Boundary</i>	3-3
Tabel 3.5 Batasan Deformasi Menurut SNI 8460:2017 untuk Metode Van Weele	3-22
Tabel 4.1 Rekapitulasi <i>Boundary</i> Konvergen pada <i>Horizontal Boundary</i>	4-4
Tabel 4.2 Rekapitulasi <i>Boundary</i> Konvergen pada <i>Vertical Boundary</i>	4-6
Tabel 4.3 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Panjang Tiang (L) = 15 m	4-9
Tabel 4.4 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Diameter Tiang (d) = 0,5 m	4-11
Tabel 4.5 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Panjang Tiang (L) = 15 m	4-13
Tabel 4.6 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Diameter Tiang (d) = 1,0 m	4-14
Tabel 4.7 Rekapitulasi <i>Failure Points</i> pada <i>Horizontal Boundary</i>	4-18
Tabel 4.8 Rekapitulasi <i>Failure Points</i> pada <i>Vertical Boundary</i>	4-19
Tabel 4.9 Rekapitulasi dan Rekomendasi Hasil.....	4-20

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L1-1
LAMPIRAN 2	Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v_{\max}}$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L2-1
LAMPIRAN 3	Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L3-1
LAMPIRAN 4	Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v_{\max}}$ Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L4-1
LAMPIRAN 5	Kurva Normalisasi ke Panjang Tiang Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L5-1
LAMPIRAN 6	Kurva Normalisasi ke Diameter Tiang Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L6-1
LAMPIRAN 7	Kurva Normalisasi ke Panjang Tiang Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L7-1
LAMPIRAN 8	Kurva Normalisasi ke Diameter Tiang Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L8-1
LAMPIRAN 9	Daya Dukung Ujung (Q_p) dan Daya Dukung Selimut (Q_s) dengan Metode Van Weele Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L9-1
LAMPIRAN 10	Daya Dukung Ujung (Q_p) dan Daya Dukung Selimut (Q_s) dengan Metode Van Weele Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L10-1
LAMPIRAN 11	Evaluasi <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L11-1
LAMPIRAN 12	Evaluasi <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L12-1
LAMPIRAN 13	Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L13-1
LAMPIRAN 14	Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L14-1

LAMPIRAN 15 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P/P_{max} - \delta_v/\delta_{v_{max}}$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L15-1
LAMPIRAN 16 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Vertical</i> <i>Boundary</i>	L16-1
LAMPIRAN 17 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Horizontal</i> <i>Boundary</i>	L17-1
LAMPIRAN 18 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Vertical</i> <i>Boundary</i>	L18-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang seringkali harus dihadapi dalam pengerjaan sebuah proyek konstruksi adalah geometri dan pembebanan yang terlalu kompleks untuk diperoleh *closed form solution*, sehingga alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan solusi numerik seperti metode elemen hingga. Metode elemen hingga telah berkembang semenjak awal tahun 1990 sebagai suatu pendekatan numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan analisis dan desain geoteknik. Dengan berkembangnya teknologi dan komputer, perhitungan numerik tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan program berbasis elemen hingga seperti PLAXIS.

Pemodelan yang dilakukan harus merepresentasikan kondisi yang sesungguhnya di lapangan seperti penentuan parameter tanah dan fondasi, dimensi, *flow condition*, tahapan konstruksi, sampai dengan penentuan *boundary condition*. *Boundary* dikatakan sudah cukup disaat sudah melebihi mekanisme tegangan dari fondasi yang dimodelkan. Menurut Vermeer dan Wehnert (2005) *vertical boundary* harus dimodelkan sampai kedalaman dimana perubahan tegangan kurang dari 10%.

Menurut Dong (2017), aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam menentukan daya dukung lateral fondasi tiang meliputi: (a) modulus Young tanah lempung, E_s ; (b) kuat geser tanah tak teralir tanah lempung, S_u ; (c) kondisi tegangan geostatis, K_0 ; (d) modulus Young tiang, E_p ; (e) *Poisson's* rasio tiang, ν_p ; (f) koefisien *interface* tiang dan tanah, α ; (g) geometri dari model uji. Dong (2017) menyatakan bahwa *horizontal boundary* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya dukung tiang, maka dari itu untuk meminimalkan pengaruh dari *boundary* diperlukan jarak sepanjang lebih dari 15 kali diameter tiang.

Korelasi yang sangat minim dalam penentuan jarak *horizontal* dan *vertical boundary* pada pembebanan aksial mengharuskan melakukan pemodelan berulang kali (*trial and error*) untuk mendapatkan lebar yang memadai dan hal tersebut membuat proses pemodelan menjadi tidak efisien. Sehingga memunculkan suatu

ide pokok untuk melakukan simulasi uji *boundary condition* fondasi tiang dengan menggunakan program berbasis elemen hingga dua dimensi yaitu PLAXIS 2D CE V20. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan diameter tiang dan panjang tiang untuk mendapatkan nilai *horizontal* dan *vertical boundary* yang tepat. Pada pemodelan digunakan material model *elastic linear* untuk fondasi tiang dan untuk material model tanah menggunakan *Mohr-Coulomb* untuk mendapatkan hasil yang akurat.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dalam penelitian ini adalah pengaruh dari *boundary condition* dalam pemodelan fondasi dalam khususnya pada fondasi tiang secara numerik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan simulasi uji *boundary condition* terhadap pembebanan statik tiang dengan variasi diameter dan panjang tiang secara numerik,
2. Mengetahui hasil yang ditunjukkan oleh Program PLAXIS 2D untuk pengaruh *boundary condition* pada fondasi tiang,
3. Mengetahui panjang *horizontal* dan *vertical boundary* yang diperlukan dalam pemodelan fondasi tiang

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan uji dilakukan pada tanah homogen dan isotropik,
2. Parameter tanah mengacu pada parameter yang terpublikasi,
3. Material model tanah yang digunakan adalah *Mohr-Coulomb*,
4. Variasi diameter dan panjang tiang,
5. Variasi *horizontal* dan *vertical boundary*,
6. Analisis dilakukan secara numerik menggunakan Program PLAXIS 2D CE V20 (Versi 20.0.0.119).

1.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan memahami literatur yang berkaitan dengan topik penelitian ini.
2. Pengumpulan data
Data parameter tanah dan fondasi yang digunakan diadopsi dari penelitian yang terdahulu (Fitra, 2021).
3. Pengolahan dan analisis data
Pengolahan dan analisis data dilakukan melakukan simulasi *boundary condition* dengan menggunakan program PLAXIS 2D CEV20.

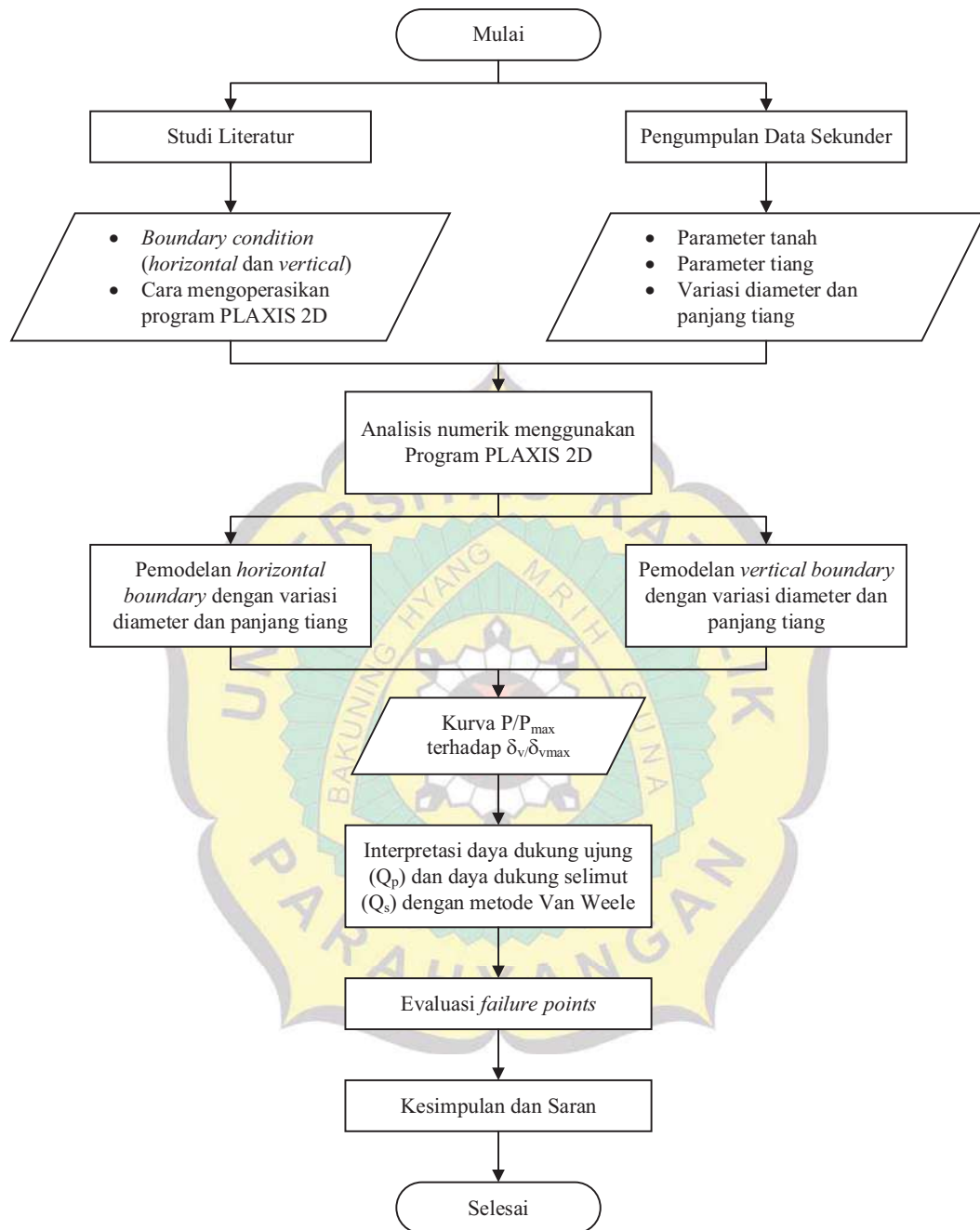
1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibagi ke dalam 5 bab, yaitu:

1. Bab 1 Pendahuluan
Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.
2. Bab 2 Studi Pustaka
Pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang menjadi pedoman dari literatur yang mendukung dalam penelitian ini.
3. Bab 3 Metodologi Penelitian
Pada bab ini akan dibahas mengenai metode kerja yang dilakukan dalam penelitian. Prosedur umum pemodelan dengan menggunakan program PLAXIS 2D CE V20.
4. Bab 4 Data dan Analisis Data
Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dan analisis hasil dari penggunaan program PLAXIS 2D CE V20.
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran
Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dan saran-saran agar mendapat hasil yang lebih baik kedepannya.

1.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir

SKRIPSI

**PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN
UJI BEBAN TIANG**



**KYRIE ELEISIA
NPM : 2017410218**

PEMBIMBING: Aswin Lim, 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: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021**

SKRIPSI

**PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN
UJI BEBAN TIANG**



KYRIE ELEISIA
NPM : 2017410218

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

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

PENGUJI 1: Budijanto Widjaja, Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Siska Rustiani, MT.






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

PERNYATAAN

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

Nama : Kyrie Eleisia

NPM : 2017410218

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN UJI BEBAN TIANG

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 : 2 Agustus 2021



Kyrie Eleisia

2017410218

PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN UJI BEBAN TIANG

Kyrie Eleisia
NPM: 2017410218

Pembimbing: Aswin Lim, 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: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021

ABSTRAK

PLAXIS adalah program komputer berbasis elemen hingga yang merupakan alat bantu analisis dan sering digunakan oleh ahli geoteknik maupun mahasiswa teknik sipil. Simulasi yang dilakukan pada program ini dimaksudkan untuk mengetahui perilaku tanah melalui model yang merepresentasikan keadaan maupun permasalahan yang terjadi di lapangan. Tahap pertama dalam pemodelan yaitu menentukan geometri seperti batas lebar (*horizontal boundary*) dan kedalaman tanah (*vertical boundary*) yang akan dianalisis. Namun, korelasi-korelasi ataupun persamaan-persamaan yang sudah terpublikasi untuk menentukan *boundary condition* tersebut sangatlah minim. Sehingga, seringkali diharuskan untuk melakukan pemodelan berulang kali untuk mendapatkan nilai batas yang memadai. Pada penelitian ini, fondasi tiang dengan variasi panjang, diameter, dan *boundary condition* dimodelkan pada PLAXIS 2D dengan pembebanan diterapkan pada kepala tiang guna mengetahui pengaruh *boundary condition* serta menentukan nilai *vertical* dan *horizontal boundary* yang diperlukan. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa untuk semua pemodelan L/d diperlukan *horizontal boundary*, $x/d = 25$ dan *vertical boundary*, $y/L = 2$. Kecuali, pada $L/d = 3,3$ diperlukan *horizontal boundary*, $x/d = 15$ dan *vertical boundary*, $y/L = 3$; pada $L/d = 4,2$ dan $L/d = 5$ diperlukan *horizontal boundary*, $x/d = 25$ dan *vertical boundary*, $y/L = 3$.

Kata Kunci: Metode Elemen Hingga, PLAXIS 2D, *Boundary Condition*, Fondasi Tiang, *Horizontal Boundary*, dan *Vertical Boundary*.

EFFECT OF BOUNDARY CONDITION ON PILE LOAD TEST MODELING

Kyrie Eleisia
NPM: 2017410218

Advisor: Aswin Lim, Ph.D.
Co-Advisor: Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S.

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
AUGUST 2021

ABSTRACT

PLAXIS is a finite element-based computer program which is an analytical tool and often used by geotechnical engineers and civil engineering students. The simulation carried out in this program is intended to determine the behavior of the soil through a model that represents the conditions and problems that occur in the field. The first stage in modeling is to determine the geometry such as the horizontal boundary and the vertical boundary to be analyzed. However, the correlations or equations that have been published to determine these boundary conditions are minimal. Thus, it is often required to do modeling repeatedly to get an adequate limit value. In this study, pile foundations with variations in length, diameter, and boundary conditions were modeled on PLAXIS 2D with a load applied to the pile head to determine the effect of boundary conditions and determine the required vertical and horizontal boundary values. Based on the analysis that has been done, it is concluded that for all L/d modeling a required horizontal boundary is $x/d = 25$ and a required vertical boundary is $y/L = 2$. Except, for $L/d = 3,3$ a required horizontal boundary is $x/d = 15$ and a required vertical boundary is $y/L = 3$; for $L/d = 4,2$ and $L/d = 5$ a required horizontal boundary is $x/d = 25$ and a required vertical boundary is $y/L = 3$.

Keywords: Finite Element Method, PLAXIS 2D, Boundary Condition, Pile Foundation, Horizontal Boundary, and Vertical Boundary.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul PENGARUH KONDISI BATAS PADA PEMODELAN UJI BEBAN TIANG dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan skripsi merupakan salah satu syarat akademik wajib untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses pembuatan serta penyusunan skripsi ini, penulis mengalami kendala dan hambatan, namun penulis mendapatkan semangat, kritik serta masukan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini yang senantiasa telah memberikan masukan, kritik, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S. selaku dosen ko-pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini yang senantiasa telah memberikan masukan, kritik, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
3. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Eric Ng Yin Kuan, Ir., M.T., Bapak Soerjadedi Sastraatmadja, Ir., Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Bapak Stefanus Diaz, S.T., M.T., Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Andra Andriana, S.T., Bapak Yudi selaku para dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan masukan serta saran dan membantu dan membimbing saya selama menempuh Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.

4. Seluruh dosen maupun asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu dan membimbing saya selama saya menempuh pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
5. Rantonirio Simangunsong, Mawarni Sihombing, Jeanette Viade Christy, dan Louisa Pricetililea selaku keluarga yang telah memberikan dukungan moral, waktu, dan semangat terutama doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Angela Dewi, Oktavianus Arvin, Rizqi Iskandar, Albert Wanandi, Febryanto Darmawan, Ivan Gautama, dan Yonathan Wijaya, selaku teman seperjuangan anak bimbingan Pak Aswin Lim, Ph.D.
7. Holy Felicia, Kineta Imanuela, Haifa Tsaniya, dan Pawestri Cendani selaku sahabat yang telah menghibur dan mendukung secara moral serta memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
8. Seluruh teman-teman dari Angkatan 2017, kakak tingkat, adik tingkat serta pihak-pihak lain yang tak saya sebutkan yang telah membantu saya selama menempuh pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
9. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya Program Studi Teknik Sipil.
10. *Last but not least, I wanna thank me for believing in me, for doing all this hard work, for having no days off, for never quitting, for just being me at all times.*

Bandung, 2 Agustus 2021




Kyrie Eleisia
2017410218

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Fondasi	2-1
2.1.1 Fondasi Dalam	2-1
2.2 Mekanisme Transfer Beban	2-4
2.3 Zona Pengaruh Tiang	2-7
2.4 Model Mohr-Coulomb	2-8
2.5 Metode Elemen Hingga	2-10
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Input Parameter	3-1
3.1.1 Parameter Tanah	3-1
3.1.2 Parameter Tiang	3-2
3.2 Analisis menggunakan Program PLAXIS 2D	3-2

3.2.1	Gambaran Umum.....	3-2
3.2.2	Variasi Pemodelan	3-2
3.2.3	<i>Project Properties</i>	3-3
3.2.4	Tahap Pemodelan Tanah (<i>Tab Soil</i>).....	3-6
3.2.5	Tahap Pemodelan Tiang (<i>Tab Structures</i>)	3-11
3.2.6	Tahap Diskretisasi (<i>Tab Mesh</i>)	3-15
3.2.7	Tahap <i>Flow Conditions</i> (<i>Tab Flow Conditions</i>)	3-15
3.2.8	Tahapan Konstruksi (<i>Tab Staged Construction</i>).....	3-17
3.2.9	<i>Output</i>	3-18
3.3	Interpretasi Hasil Uji dengan Kurva <i>Load-Settlement</i>	3-19
3.4	Interpretasi Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Menggunakan Metode Van Weele (1957)	3-20
3.5	Interpretasi Zona Pengaruh Menggunakan <i>Output Failure Points</i> ..	3-22
BAB 4	ANALISIS DATA	4-1
4.1	Hasil Kurva <i>Load-Settlement</i> dari Perhitungan PLAXIS	4-1
4.1.1	<i>Horizontal Boundary</i>	4-1
4.1.2	<i>Vertical Boundary</i>	4-5
4.2	Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p).....	4-8
4.2.1	Normalisasi ke Panjang Tiang (L) terhadap <i>Horizontal Boundary</i> ...	4-8
4.2.2	Normalisasi ke Diameter Tiang (d) terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	4-10
4.2.3	Normalisasi ke Panjang Tiang (L) terhadap <i>Vertical Boundary</i>	4-12
4.2.4	Normalisasi ke Diameter Tiang (d) terhadap <i>Vertical Boundary</i>	4-13
4.3	Evaluasi <i>Failure Points</i>	4-15
4.3.1	<i>Failure Points</i> Ideal	4-15
4.3.2	<i>Failure Points</i> yang Tidak Memadai	4-15
4.4	Evaluasi Diskretisasi (<i>Mesh</i>) Pemodelan.....	4-17
4.5	Hasil Analisis.....	4-20
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5-1	Kesimpulan	5-1
5-2	Saran	5-1
	DAFTAR PUSTAKA	xv

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



B	: Lebar Fondasi
c	: Kohesi
c'	: Kohesi Efektif
c_u	: Kohesi Tak Teralir
d	: Diameter Tiang
E'	: Modulus Elastisitas Tanah Efektif
E_{50}'	: Modulus Elastisitas saat 50% Kekuatannya Termobilisasi
E_u	: Modulus Elastisitas Tanah
H_{BD}	: Jarak Batas Wadah ke Pusat Tiang
$K_{0,x}$: Kondisi Tegangan Geostatis dalam Arah Sumbu-x
$K_{0,y}$: Kondisi Tegangan Geostatis dalam Arah Sumbu-y
L	: Panjang Fondasi
P	: Beban Garis
P_{max}	: Beban Garis Maksimum
Q_p	: Daya Dukung Ujung Tiang
Q_s	: Daya Dukung Selimut Tiang
Q_{ult}	: Daya Dukung Ultimit Tiang
R_{inter}	: Koefisien <i>Interfaces</i> Tiang dan Tanah
S_u	: Kuat Geser Tanah Tak Teralir
U_y	: Deformasi dalam Sumbu-x

U_y	: Deformasi dalam Sumbu-y
x	: <i>Horizontal Boundary</i>
y	: <i>Vertical Boundary</i>
δ_v	: Penurunan dalam Arah Vertikal
δ_{vmax}	: Penurunan Maksimum dalam Arah Vertikal
ε	: Regangan
ϕ	: Sudut Geser Dalam
ϕ'	: Sudut Geser Dalam Efektif
γ	: Berat Isi Tanah
γ_{sat}	: Berat Isi Tanah Jenuh
γ_{unsat}	: Berat Isi Tanah Tak Jenuh
ν	: <i>Poisson's Ratio</i>
ν'	: <i>Poisson's Ratio</i> Efektif
σ	: Tegangan Normal
τ_f	: Tegangan Geser <i>Failure</i> Tanah



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir.....	1-4
Gambar 2.1 Penggunaan Fondasi Dalam (Vesic, 1977).....	2-2
Gambar 2.2 Jenis Fondasi Tiang. (a) Tiang Pancang Kayu. (b) Tiang Pancang Baja Profil H. (c) Tiang Beton Pracetak. (d) Tiang Beton Prategang. (FHWA, 2016)	2-3
Gambar 2.3 Macam-Macam Fondasi Sumuran (Teng, 1962).....	2-4
Gambar 2.4 Mekanisme Transfer Beban Fondasi Tiang (Salgado, 2008).....	2-5
Gambar 2.5 Kurva Hubungan Beban Terhadap Penurunan (Manual Pondasi Tiang, 2017).....	2-6
Gambar 2.6 Ilustrasi Distribusi Transfer Beban pada Fondasi Tiang. (a) Titik A. (b) Titik B. (c) Titik D. (Manual Pondasi Tiang, 2017).....	2-6
Gambar 2.7 Zona Pengaruh Fondasi Tiang (Bowles, 1997).....	2-7
Gambar 2.8 Skema Pemodelan Tiang dengan Lapisan <i>Clay</i> Seragam.....	2-8
Gambar 2.9 Model Linear Elastoplastik (<i>Mohr-Coulomb Model</i>).....	2-8
Gambar 2.10 Kurva Keruntuhan <i>Mohr-Coulomb</i> (Das, 1983).....	2-9
Gambar 2.11 Diskretisasi dengan Berbagai Elemen Distribusi (Miliziano, 2017).....	2-11
Gambar 2.12 Regangan Bidang: Fondasi Menerus (Rahardjo, 2021).....	2-11
Gambar 2.13 Tegangan Bidang: Balok (Rahardjo, 2021).....	2-12
Gambar 2.14 Sumbu Simetri. (a) Fondasi Tangki. (b) Sampe Triaksial. (c) <i>Hollow Pile</i> (Rahardjo, 2021).....	2-12
Gambar 3.1 Window Quick Select.....	3-4
Gambar 3.2 <i>Project Properties (Project Tab)</i>	3-4
Gambar 3.3 <i>Project Properties (Model Tab)</i>	3-5
Gambar 3.4 <i>Project Properties (Constants Tab)</i>	3-5
Gambar 3.5 Layout PLAXIS 2D.....	3-6
Gambar 3.6 Material Tanah (<i>Tab General</i>).....	3-7
Gambar 3.7 Material Tanah (<i>Tab Parameters</i>).....	3-7
Gambar 3.8 Material Tanah (<i>Tab Groundwater</i>).....	3-8
Gambar 3.9 Material Tanah (<i>Tab Thermal</i>).....	3-8
Gambar 3.10 Material Tanah (<i>Tab Interfaces</i>).....	3-9

Gambar 3.11 Material Tanah (<i>Tab Initial</i>)	3-9
Gambar 3.12 <i>Boreholes</i>	3-10
Gambar 3.13 Pemodelan Tanah Medium Clay	3-10
Gambar 3.14 Material Tiang (<i>Tab General</i>)	3-11
Gambar 3.15 Material Tiang (<i>Tab Parameters</i>).....	3-12
Gambar 3.16 Material Tiang (<i>Tab Groundwater</i>).....	3-12
Gambar 3.17 Material Tiang (<i>Tab Thermal</i>).....	3-13
Gambar 3.18 Material Tiang (<i>Tab Interfaces</i>)	3-13
Gambar 3.19 Material Tiang (<i>Tab Initial</i>).....	3-14
Gambar 3.20 Pembebanan pada Kepala Tiang.....	3-14
Gambar 3.21 Pemodelan Tiang	3-15
Gambar 3.22 <i>Output Meshing</i>	3-16
Gambar 3.23 Muka Air Tanah (<i>Flow Conditions</i>)	3-16
Gambar 3.24 <i>Staged Construction</i>	3-17
Gambar 3.25 <i>Curve Manager</i>	3-18
Gambar 3.26 Hasil Output Kurva ΣM_{stage} dengan U_y (m).....	3-19
Gambar 3.27 Kurva Beban (kN) dengan Penurunan (mm).....	3-19
Gambar 3.28 Kurva $P/P_{\text{max}} - \delta_v/\delta_{v\text{max}}$	3-20
Gambar 3.29 Interpretasi Q_s dan Q_p Menggunakan Metode Van Weele (Bowles, 1997)	3-21
Gambar 3.30 <i>Failure Points</i>	3-22
Gambar 4.1 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-2
Gambar 4.2 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-2
Gambar 4.3 Kurva $P/P_{\text{max}} - \delta_v/\delta_{v\text{max}}$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-3
Gambar 4.4 Kurva $P/P_{\text{max}} - \delta_v/\delta_{v\text{max}}$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-3
Gambar 4.5 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-5

Gambar 4.6 Kurva $P - \delta_v$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-7
Gambar 4.7 Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v\max}$ pada Tiang $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-7
Gambar 4.8 Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v\max}$ pada Tiang $L = 15$ m dan $d = 1,0$ m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-8
Gambar 4.9 Normalisasi ke Panjang Tiang (L) = 15 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-9
Gambar 4.10 Normalisasi ke Panjang Tiang (L) = 7,5 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-10
Gambar 4.11 Normalisasi ke Diameter Tiang (d) = 0,5 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-11
Gambar 4.12 Normalisasi ke Diameter Tiang (d) = 1,0 m untuk <i>Horizontal Boundary</i>	4-12
Gambar 4.13 Normalisasi ke Panjang Tiang (L) = 15 m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-13
Gambar 4.14 Normalisasi ke Diameter Tiang (d) = 1,0 m untuk <i>Vertical Boundary</i>	4-14
Gambar 4.15 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 15$ m dan $d = 1,0$	4-15
Gambar 4.16 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 5$ m dan $d = 1,0$ m	4-16
Gambar 4.17 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 7,5$ m dan $d = 1,2$ m	4-16
Gambar 4.18 <i>Failure Points</i> Pemodelan $L = 7,5$ m dan $d = 1,5$ m	4-17

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Parameter Tanah untuk Pemodelan di PLAXIS.....	2-10
Tabel 3.1 Parameter Tanah.....	3-1
Tabel 3.2 Parameter Tiang	3-2
Tabel 3.3 Skema Penelitian untuk <i>Horizontal Boundary</i>	3-3
Tabel 3.4 Skema Penelitian untuk <i>Vertical Boundary</i>	3-3
Tabel 3.5 Batasan Deformasi Menurut SNI 8460:2017 untuk Metode Van Weele	3-22
Tabel 4.1 Rekapitulasi <i>Boundary</i> Konvergen pada <i>Horizontal Boundary</i>	4-4
Tabel 4.2 Rekapitulasi <i>Boundary</i> Konvergen pada <i>Vertical Boundary</i>	4-6
Tabel 4.3 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Panjang Tiang (L) = 15 m	4-9
Tabel 4.4 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Diameter Tiang (d) = 0,5 m	4-11
Tabel 4.5 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Panjang Tiang (L) = 15 m	4-13
Tabel 4.6 Daya Dukung Selimut (Q_s) dan Daya Dukung Ujung (Q_p) Tiang Metode Van Weele untuk Diameter Tiang (d) = 1,0 m	4-14
Tabel 4.7 Rekapitulasi <i>Failure Points</i> pada <i>Horizontal Boundary</i>	4-18
Tabel 4.8 Rekapitulasi <i>Failure Points</i> pada <i>Vertical Boundary</i>	4-19
Tabel 4.9 Rekapitulasi dan Rekomendasi Hasil.....	4-20

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L1-1
LAMPIRAN 2	Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v_{\max}}$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L2-1
LAMPIRAN 3	Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L3-1
LAMPIRAN 4	Kurva $P/P_{\max} - \delta_v/\delta_{v_{\max}}$ Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L4-1
LAMPIRAN 5	Kurva Normalisasi ke Panjang Tiang Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L5-1
LAMPIRAN 6	Kurva Normalisasi ke Diameter Tiang Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L6-1
LAMPIRAN 7	Kurva Normalisasi ke Panjang Tiang Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L7-1
LAMPIRAN 8	Kurva Normalisasi ke Diameter Tiang Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L8-1
LAMPIRAN 9	Daya Dukung Ujung (Q_p) dan Daya Dukung Selimut (Q_s) dengan Metode Van Weele Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L9-1
LAMPIRAN 10	Daya Dukung Ujung (Q_p) dan Daya Dukung Selimut (Q_s) dengan Metode Van Weele Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L10-1
LAMPIRAN 11	Evaluasi <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L11-1
LAMPIRAN 12	Evaluasi <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L12-1
LAMPIRAN 13	Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L13-1
LAMPIRAN 14	Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Vertical Boundary</i>	L14-1

LAMPIRAN 15 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P/P_{max} - \delta_v/\delta_{v_{max}}$ Terhadap <i>Horizontal Boundary</i>	L15-1
LAMPIRAN 16 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan Kurva $P - \delta_v$ Terhadap <i>Vertical</i> <i>Boundary</i>	L16-1
LAMPIRAN 17 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Horizontal</i> <i>Boundary</i>	L17-1
LAMPIRAN 18 Evaluasi <i>Mesh</i> Dengan <i>Failure Points</i> Terhadap <i>Vertical</i> <i>Boundary</i>	L18-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan yang seringkali harus dihadapi dalam pengerjaan sebuah proyek konstruksi adalah geometri dan pembebanan yang terlalu kompleks untuk diperoleh *closed form solution*, sehingga alternatif yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan solusi numerik seperti metode elemen hingga. Metode elemen hingga telah berkembang semenjak awal tahun 1990 sebagai suatu pendekatan numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan analisis dan desain geoteknik. Dengan berkembangnya teknologi dan komputer, perhitungan numerik tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan bantuan program berbasis elemen hingga seperti PLAXIS.

Pemodelan yang dilakukan harus merepresentasikan kondisi yang sesungguhnya di lapangan seperti penentuan parameter tanah dan fondasi, dimensi, *flow condition*, tahapan konstruksi, sampai dengan penentuan *boundary condition*. *Boundary* dikatakan sudah cukup disaat sudah melebihi mekanisme tegangan dari fondasi yang dimodelkan. Menurut Vermeer dan Wehnert (2005) *vertical boundary* harus dimodelkan sampai kedalaman dimana perubahan tegangan kurang dari 10%.

Menurut Dong (2017), aspek-aspek yang perlu diperhatikan dalam menentukan daya dukung lateral fondasi tiang meliputi: (a) modulus Young tanah lempung, E_s ; (b) kuat geser tanah tak teralir tanah lempung, S_u ; (c) kondisi tegangan geostatis, K_0 ; (d) modulus Young tiang, E_p ; (e) *Poisson's* rasio tiang, ν_p ; (f) koefisien *interface* tiang dan tanah, α ; (g) geometri dari model uji. Dong (2017) menyatakan bahwa *horizontal boundary* memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya dukung tiang, maka dari itu untuk meminimalkan pengaruh dari *boundary* diperlukan jarak sepanjang lebih dari 15 kali diameter tiang.

Korelasi yang sangat minim dalam penentuan jarak *horizontal* dan *vertical boundary* pada pembebanan aksial mengharuskan melakukan pemodelan berulang kali (*trial and error*) untuk mendapatkan lebar yang memadai dan hal tersebut membuat proses pemodelan menjadi tidak efisien. Sehingga memunculkan suatu

ide pokok untuk melakukan simulasi uji *boundary condition* fondasi tiang dengan menggunakan program berbasis elemen hingga dua dimensi yaitu PLAXIS 2D CE V20. Penelitian ini dilakukan dengan memvariasikan diameter tiang dan panjang tiang untuk mendapatkan nilai *horizontal* dan *vertical boundary* yang tepat. Pada pemodelan digunakan material model *elastic linear* untuk fondasi tiang dan untuk material model tanah menggunakan *Mohr-Coulomb* untuk mendapatkan hasil yang akurat.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dalam penelitian ini adalah pengaruh dari *boundary condition* dalam pemodelan fondasi dalam khususnya pada fondasi tiang secara numerik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan simulasi uji *boundary condition* terhadap pembebanan statik tiang dengan variasi diameter dan panjang tiang secara numerik,
2. Mengetahui hasil yang ditunjukkan oleh Program PLAXIS 2D untuk pengaruh *boundary condition* pada fondasi tiang,
3. Mengetahui panjang *horizontal* dan *vertical boundary* yang diperlukan dalam pemodelan fondasi tiang

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan uji dilakukan pada tanah homogen dan isotropik,
2. Parameter tanah mengacu pada parameter yang terpublikasi,
3. Material model tanah yang digunakan adalah *Mohr-Coulomb*,
4. Variasi diameter dan panjang tiang,
5. Variasi *horizontal* dan *vertical boundary*,
6. Analisis dilakukan secara numerik menggunakan Program PLAXIS 2D CE V20 (Versi 20.0.0.119).

1.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan dan memahami literatur yang berkaitan dengan topik penelitian ini.
2. Pengumpulan data
Data parameter tanah dan fondasi yang digunakan diadopsi dari penelitian yang terdahulu (Fitra, 2021).
3. Pengolahan dan analisis data
Pengolahan dan analisis data dilakukan melakukan simulasi *boundary condition* dengan menggunakan program PLAXIS 2D CEV20.

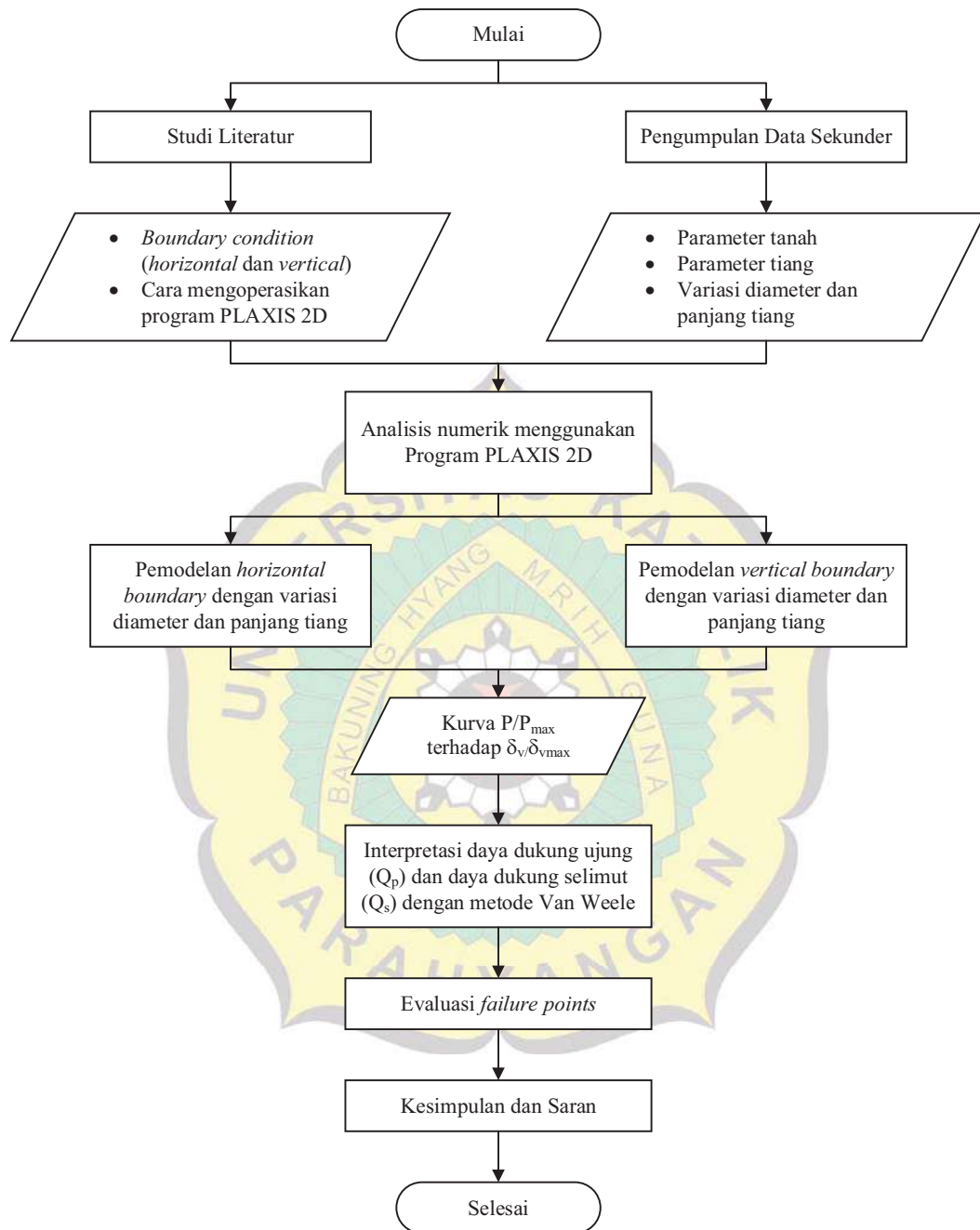
1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibagi ke dalam 5 bab, yaitu:

1. Bab 1 Pendahuluan
Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.
2. Bab 2 Studi Pustaka
Pada bab ini akan dibahas mengenai teori-teori yang menjadi pedoman dari literatur yang mendukung dalam penelitian ini.
3. Bab 3 Metodologi Penelitian
Pada bab ini akan dibahas mengenai metode kerja yang dilakukan dalam penelitian. Prosedur umum pemodelan dengan menggunakan program PLAXIS 2D CE V20.
4. Bab 4 Data dan Analisis Data
Pada bab ini akan dibahas mengenai hasil dan analisis hasil dari penggunaan program PLAXIS 2D CE V20.
5. Bab 5 Kesimpulan dan Saran
Pada bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan yang didapatkan berdasarkan hasil analisis yang diperoleh dan saran-saran agar mendapat hasil yang lebih baik kedepannya.

1.7 Diagram Alir

Diagram alir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir