

SKRIPSI

**ANALISIS GALIAN SIRKULAR DALAM DENGAN
METODE ELEMEN HINGGA. STUDI KASUS :
SHANGHAI TOWER, TIONGKOK**



MICHAEL GIDEON TRISTANDINATA

NPM: 6101801186

PEMBIMBING : Aswin Lim, Ph.D.

KO-PEMBIMBING : Ryan Alexander Lyman, 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

MARET 2022

SKRIPSI

**DEEP CIRCULAR EXCAVATION ANALYSIS WITH
FINITE ELEMENT METHOD. CASE STUDY :
SHANGHAI TOWER, CHINA**



MICHAEL GIDEON TRISTANDINATA

NPM: 6101801186

ADVISOR : Aswin Lim, Ph.D.

CO-ADVISOR : Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

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

BANDUNG

MARET 2022

SKRIPSI
ANALISIS GALIAN SIRKULAR DALAM DENGAN
METODE ELEMEN HINGGA, STUDI KASUS :
SHANGHAI TOWER, TIONGGOK



NAMA: MICHAEL GIDEON TRISTANDINATA
NPM: 6101801186

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

PENGUJI 1: Budijanto Widjaja, Ph.D.

PENGUJI 2: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No.1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JULI
2022

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini, dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Michael Gideon Tristandinata
NPM : 6101801186
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**“ANALISIS GALIAN SIRKULAR DALAM DENGAN METODE
ELEMEN HINGGA. STUDI KASUS : SHANGHAI TOWER,
TIONGKOK.”**

Adalah benar karya saya sendiri dibawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran yang berkaitan dengan keaslian karya saya, saya bersedia menerima segala sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 4 Juli 2022



Michael Gideon Tristandinata

6101801186

ANALISIS GALIAN SIRKULAR DALAM DENGAN METODE ELEMEN HINGGA. STUDI KASUS : SHANGHAI TOWER, TIONGGOK

**Michael Gideon Tristandinata
NPM : 6101801186**

**Pembimbing : Aswin Lim, Ph.D.
Ko-Pembimbing : Ryan Alexander Lyman, 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
JUNI 2021**

ABSTRAK

Seiring dengan berkembangnya pembangunan infrastruktur yang relatif pesat, para penduduk pada kota-kota metropolitan di dunia dihadapi dengan permasalahan ketersediaan lahan. Menyikapi kondisi dan situasi demikian, diperlukan upaya pemanfaatan lahan yang efisien yaitu dengan melakukan pembangunan struktur bawah tanah. Pembangunan struktur bawah tanah tidak luput dari pekerjaan galian yang mana harus direncanakan dengan baik dan aman. Tujuan dari penelitian ini adalah memodelkan galian sirkular yang memiliki diameter sangat besar. Dan memprediksi besarnya deformasi lateral pada dinding dengan metode lemen hingga tiga dimensi menggunakan program computer PLAXIS 3D. Studi parametrik juga dilakukan dengan memvariasikan beberapa parameter untuk mengetahui pengaruhnya terhadap defleksi dinding. Model dapat digunakan setelah dilakukan analisis balik dan hasil keluaran PLAXIS 3D sudah mendekati hasil pembacaan inklinometer di lapangan. Adanya *ringbeam* tidak memberikan pengaruh yang besar terhadap defleksi dinding. Penurunan muka air tanah memperkecil defleksi dinding. Ketebalan dinding juga sangat berpengaruh terhadap defleksi dinding.

Kata Kunci: Galian Dalam, Galian Dalam Sirkular, Deformasi Lateral, Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi, Studi Parametri

DEEP CIRCULAR EXCAVATION ANALYSIS WITH FINITE ELEMENT METHOD. CASE STUDY : SHANGHAI TOWER, CHINA

**Michael Gideon Tristandinata
NPM : 6101801186**

**Advisor : Aswin Lim, Ph.D.
Co-Advisor : Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1788/SK-BAN PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2021**

ABSTRACT

The increase of infrastructure development and construction, a problem for the limited free-land has also increasing. In order to solve these limited land limitation problem, the efficiency for some infrastructure need to be developed, one way to increase the efficiency of infrastructure is to build underground structure. In order to build underground structure, there will be work for excavation process which need to be carefully planned. The purpose of this study is to model a deep circular excavation which has a very large diameter and to predict the lateral deformation on the diaphragm wall using three-dimensional finite element method using PLAXIS 3D computer program. Parametric study is also need to be done by varying several parameters to determine the effect on the lateral deformation on the diaphragm wall. The model which is created on the program need to be compared to the inclinometer in the field, if the output from the PLAXIS 3D already close to the inclinometer in the field, the model can be used. The existence of the ringbeams do not have a significant effect on the lateral deformation on the diaphragm wall. The lowering of the water level make the lateral deformation on the diaphragm wall smaller. The thickness of diaphragm wall also have a significant effect on the lateral deformation on diaphragm wall.

Key Words : Deep Excavation, Circular Deep Excavation, Lateral Deformation, Three Dimensional Finite Element Method, Parametric Studies.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi dengan judul Analisis Galian Sirkular Dalam Dengan Metode Elemen Hingga. Studi Kasus : Shanghai Tower, China penulis selesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Skripsi ini dilakukan sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan jenjang studi Sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknis Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak dukungan, saran, kritik, dan masukan yang diterima dari berbagai pihak. Berkat dukungan dan motivasi tersebut segala hambatan dan permasalahan dapat terselesaikan. Untuk itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan memberikan ilmu, masukan, saran, kritik, serta motivasi selama proses penulisan skripsi yang penulis lakukan sehingga dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T., selaku ko-pembimbing yang telah memberikan ilmu, dorongan, dan motivasi selama proses penulisan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik.
3. Seluruh dosen dan asistem dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu dan membimbing selama penulis menempuh Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
4. Kedua Orang tua, The Hentri dan Tjen Juliantri serta kedua adik kandung penulis Marshella Tristandinata dan Marshanda Tristandinata yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses penulisan skripsi ini.
5. Yoghi Jo Verguson, Shandy Putra Nursanthyasto, Pentaleon Refsan Mahaga Kaban, Yonathan Prasetya, dan Renaldi Christian Gomel selaku teman seperjuangan bimbingan Bapak Aswin Lim, Ph.D.
6. Yonathan Prasetya selaku teman seperjuangan bimbingan Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T., sebagai ko-pembimbing.

7. Teman-teman terdekat penulis Johan Adi Wiguna, William Daniel, Jonathan So, Stevanus Vincent, Albert Daniel Irawan, Brillianto Muhamad Refan yang telah menemani, memberikan semangat, dan dukungan doa selama proses penyusunan skripsi ini.
8. Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu penulis selama menempuh Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
9. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan dukungan selama proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima apabila ada saran, masukan, dan kritik yang membangun dari berbagai pihak. Skripsi ini diharapkan dapat berguna bagi pembaca dan dapat menambah wawasan dalam perkembangan ilmu khususnya di bidang Teknik Sipil.

Bandung, 4 Juli 2022



Michael Gideon Tristandinata

6101801186

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.5 Metode Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
1.7 Diagram Alir Penelitian.....	5
BAB 2 DASAR TEORI	1
2.1 Galian Dalam.....	1
2.2 Metode Galian Dalam.....	1
2.2.1 <i>Full Open Cut Method</i>	1
2.2.2 <i>Braced Excavation Method</i>	2
2.2.3 <i>Anchored Excavation Method</i>	3
2.2.4 <i>Island Excavation Method</i>	6
2.2.5 <i>Top-Down Construction Method</i>	6
2.2.6 <i>Zoned Excavation Method</i>	8
2.3 Metode Pemasangan <i>Shaft</i>	9
2.3.1 <i>King Post Wall</i>	9
2.3.2 <i>Sheet Piling</i>	9
2.3.3 <i>Caisson Sinking</i>	10
2.3.4 <i>Segmental Linings</i>	11

2.3.5	<i>Shotcreting</i>	11
2.3.6	<i>Contiguous Piling</i>	12
2.3.7	<i>Secant Piling</i>	12
2.4	Dinding Diafragma	13
2.5	Tahap Desain Galian Sirkular	14
2.5.1	Instalasi Dinding Penahan Tanah	14
2.5.2	Pemodelan Tanah	15
2.5.3	Kekakuan Dinding Penahan Tanah	15
2.6	Metode Elemen Hingga (FEM)	15
2.7	Plaxis 3D	16
2.8	Model Konstitutif <i>Hardening Soil</i>	16
2.9	Alat Instrumentasi Inklinometer	18
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	1
3.1	Pengumpulan Data	1
3.2	Penentuan Jenis dan Parameter Tanah	1
3.3	Prosedur Analisa dengan Program PLAXIS 3D	2
3.3.1	Pemodelan Tanah dan Pemasukan Parameter	2
3.3.2	Pemodelan Struktur	8
3.3.3	Diskretisasi Elemen	21
3.3.4	<i>Staged Construction</i>	21
3.3.5	<i>Output</i>	22
BAB IV	DATA DAN ANALISIS DATA	1
4.1	Proyek Galian Dalam Shanghai Tower, China	1
4.2	Analisis Defleksi Dinding Diafragma Menggunakan PLAXIS 3D	2
4.2.1	Parameter Tanah Desain	3
4.2.2	Elemen Struktur	6
4.2.3	Pemodelan <i>Dewatering</i>	7
4.2.4	Tahapan Konstruksi dan Model Proteksi Galian	8
4.2.5	Hasil Analisis Gaya Dalam Dinding Diafragma Dengan Menggunakan Program Komputer PLAXIS 3D	11
4.2.6	Hasil Analisis Deformasi Dinding Diafragma dan Penurunan Muka Tanah	16

4.3 Studi Parametrik.....	20
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	1
5.1 Kesimpulan.....	1
5.2 Saran.....	2
DAFTAR PUSTAKA.....	xvi



DAFTAR NOTASI

DWs	=	<i>Diaphragm Walls</i> (Dinding Diafragma)
γ_t	=	Berat Jenis Tanah (kN/m^3)
γ_{umat}	=	Berat Jenis Tanah <i>Unsaturated</i> (kN/m^3)
γ_w	=	Berat Jenis Tanah (kN/m^3)
h	=	Tebal Lapisan Tanah (m)
FEM	=	<i>Finite Element Method</i>
E	=	Modulus Young's (kN/m^2)
$E_{s\text{Dref}}$	=	<i>Secant Stiffness in Standard Drained Triaxial Test</i> (kN/m^2)
$E_{o\text{Dref}}$	=	<i>Tangent Stiffness for Primary Oedometer Loading</i> (kN/m^2)
$E_{ur\text{ref}}$	=	<i>Unloading / Reloading Stiffness</i> (kN/m^2)
m	=	<i>Power for Stress-level Dependency of Stiffness</i>
ν	=	Angka Poisson's
c	=	Kekuatan Geser Tanah (kN/m^2)
c'	=	Kekuatan Geser Tanah Efektif (kN/m^2)
ϕ	=	Sudut Geser Dalam ($^\circ$)
ϕ'	=	Sudut Geser Dalam Efektif ($^\circ$)
e	=	Angka Pori
I	=	Momen Inersia (m^4)
A	=	Luas Penampang (m^2)
f_c'	=	Mutu Kuat Tekan Beton (MPa)
f_y	=	Tegangan Leleh Baja Tulangan (MPa)
E_s	=	Modulus Elastisitas Baja Tulangan (MPa)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Galian Terbuka dengan Kemiringan.....	2-2
Gambar 2.2	Galian Terbuka Kantilever (Ou, 2006).....	2-2
Gambar 2.3	<i>Bracing Excavation Method</i> . (a) Potongan Melintang; (b) Tampak Atas.....	2-3
Gambar 2.4	Galian Dalam dengan Sistem Angkur	2-3
Gambar 2.5	Konfigurasi Angkur	2-4
Gambar 2.6	Profil Metode Proteksi Galian Dengan Angkur	2-5
Gambar 2.7	Permasalahan Pemasangan Angkur pada Tanah Granular dengan Muka Air Tinggi.....	2-5
Gambar 2.8	<i>Island Excavation Method</i>	2-6
Gambar 2.9	Metode Konstruksi <i>Top-Down</i>	2-8
Gambar 2.10	Perencanaan Metode Konstruksi <i>Zone Excavation</i>	2-8
Gambar 2.11	Konstruksi <i>King Post Wall</i>	2-9
Gambar 2.12	Konstruksi <i>Steel Sheet Pile</i>	2-10
Gambar 2.13	Ilustrasi Metode <i>Caisson Sinking</i>	2-10
Gambar 2.14	Pemasangan <i>Segmental Shaft Lining</i>	2-11
Gambar 2.15	Penyemprotan <i>shotcrete</i>	2-11
Gambar 2.16	<i>Contiguous Piling</i>	2-12
Gambar 2.17	<i>Secant Piling</i>	2-12
Gambar 2.18	Prosedur Konstruksi Dinding Diafragma.....	2-13
Gambar 2.19	Arah Sumbu Kartesian pada Elemen 3D	2-16
Gambar 2.20	Arah Tegangan pada Elemen 3D	2-16
Gambar 2.21	Penentuan Modulus Elastisitas pada Model Hiperbolik.....	2-17
Gambar 2.22	<i>Loading Modulus</i> dan <i>Unloading Modulus</i> pada Model Hiperbolik	2-17
Gambar 2.23	Hubungan Tegangan dan Regangan pada Model Hiperbolik	2-18
Gambar 3.1	Input Project Properties PLAXIS 3D	3-2
Gambar 3.2	Pembuatan borehole pada PLAXIS 3D	3-3
Gambar 3.3	Modify soil layers	3-3

Gambar 3.4	Material Sets.....	3-4
Gambar 3.5	Material Sets Model <i>Hardening Soil</i> , dengan <i>Undrained</i> dan (<i>Undrained A</i>).....	3-4
Gambar 3.6	Material Sets dengan <i>Set Type : Plate</i>	3-5
Gambar 3.7	Material Sets dengan <i>Set Type : Beams</i>	3-5
Gambar 3.8	Menambah Lapisan Tanah.....	3-6
Gambar 3.9	Pemasukkan Seluruh Lapisan Tanah.....	3-6
Gambar 3.10	Memasukkan Ketinggian Muka Air Tanah.....	3-7
Gambar 3.11	Geometri Lapisan Tanah	3-7
Gambar 3.12	Membuat <i>Polycurve</i>	3-8
Gambar 3.13	Membuat <i>Polycurve</i> Lingkaran.....	3-9
Gambar 3.14	Layout <i>Polycurve</i> Lingkaran.....	3-9
Gambar 3.15	<i>Extrude Object</i>	3-10
Gambar 3.16	<i>Create Surface</i>	3-10
Gambar 3.17	<i>Decompose into surfaces</i>	3-11
Gambar 3.18	Pemodelan Galian	3-12
Gambar 3.19	Membuat <i>Plate</i>	3-12
Gambar 3.20	<i>Assign material</i> dengan <i>plates</i>	3-13
Gambar 3.21	Membuat <i>positive interface</i> dan <i>negative interface</i>	3-13
Gambar 3.22	<i>Create array</i> untuk pemodelan <i>ringbeam</i>	3-14
Gambar 3.23	Pengaturan <i>shape Create array</i>	3-14
Gambar 3.24	Pengaturan <i>Distance between columns</i>	3-15
Gambar 3.25	Pembuatan 6 buah <i>polycurve</i> dengan <i>array</i>	3-15
Gambar 3.26	Pembuatan <i>ringbeam</i>	3-16
Gambar 3.27	<i>Assign material ringbeam</i>	3-16
Gambar 3.28	Pemodelan struktur <i>plate</i> dan <i>ringbeam</i>	3-17
Gambar 3.29	<i>Create line prescribed displacement</i>	3-17
Gambar 3.30	<i>Fixed displacement</i>	3-18
Gambar 3.31	Pilih <i>create surface</i>	3-18
Gambar 3.32	Pengaturan sumbu x dan y <i>surface point</i>	3-19
Gambar 3.33	<i>Intersect and Recluster</i>	3-19
Gambar 3.34	<i>Create surface load</i>	3-20

Gambar 3.35 Mengubah <i>surface load</i>	3-20
Gambar 3.36 Hasil Diskretisasi Elemen.....	3-21
Gambar 3.37 Tahapan Konstruksi PLAXIS 3D.....	3-22
Gambar 4.1 <i>Layout</i> Proyek Galian Dalam Shanghai Tower.....	4-1
Gambar 4.2 Potongan Geoteknik Galian Dalam Shanghai Tower.....	4-2
Gambar 4.3 Dimensi Model PLAXIS 3D.....	4-3
Gambar 4.4 Instalasi Dinding Diafragma.....	4-8
Gambar 4.5 Penggalian Pertama dengan Galian 9,5 m dan Konstruksi <i>Ringbeam</i> Pertama dan Kedua.....	4-8
Gambar 4.6 Penggalian Kedua dengan Galian 16,5 m dan Konstruksi <i>Ringbeam</i> Ketiga.....	4-9
Gambar 4.7 Penggalian Ketiga dengan Galian 21,5 m dan Konstruksi <i>Ringbeam</i> Keempat.....	4-9
Gambar 4.8 Penggalian Keempat dengan Galian 25,5 m dan Konstruksi <i>Ringbeam</i> Kelima.....	4-10
Gambar 4.9 Penggalian Kelima dengan Galian 29,5 m dan Konstruksi <i>Ringbeam</i> Keenam.....	4-10
Gambar 4.10 Penggalian Keenam dengan Galian 31,1 m.....	4-11
Gambar 4.11 Bidang Momen Lentur.....	4-12
Gambar 4.12 Bidang Momen Lentur.....	4-14
Gambar 4.13 Bidang Gaya Normal.....	4-15
Gambar 4.14 Grafik Defleksi Dinding terhadap Kedalaman pada Tahap Galian 1 dan Tahap Galian 2.....	4-16
Gambar 4.15 Grafik Defleksi Dinding terhadap Kedalaman pada Tahap Galian 3 dan Tahap Galian 4.....	4-16
Gambar 4.16 Grafik Defleksi Dinding terhadap Kedalaman pada Tahap Galian 5 dan Tahap Galian 6.....	4-17
Gambar 4.17 Gambaran Alat Instrumentasi pada Proyek Shanghai Tower....	4-17
Gambar 4.18 Profil Kontur Penurunan Tanah Galian dengan <i>Surface Load</i> ..	4-18
Gambar 4.19 Profil Kontur Penurunan Tanah Galian Tanpa <i>Surface Load</i>	4-19
Gambar 4.20 Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Keberadaan <i>Ringbeam</i> Tahap C1.....	4-21

Gambar 4.21	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Keberadaan <i>Ringbeam</i> Tahap C3.....	4-21
Gambar 4.22	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Keberadaan <i>Ringbeam</i> Tahap C6.....	4-22
Gambar 4.23	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Ketebalan Dinding Diafragma Tahap C1.....	4-22
Gambar 4.24	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Ketebalan Dinding Diafragma Tahap C3.....	4-23
Gambar 4.25	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Ketebalan Dinding Diafragma Tahap C6.....	4-23
Gambar 4.26	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Muka Air Tanah Tahap C1.....	4-24
Gambar 4.27	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Muka Air Tanah Tahap C3.....	4-24
Gambar 4.28	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi Muka Air Tanah Tahap C6.....	4-25
Gambar 4.29	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi <i>Surface Load</i> Tahap C1.....	4-25
Gambar 4.30	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi <i>Surface Load</i> Tahap C3.....	4-26
Gambar 4.31	Grafik Deformasi Lateral terhadap Kedalaman dengan Variasi <i>Surface Load</i> Tahap C6.....	4-26

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Parameter Input Program PLAXIS 3D	4-4
Tabel 4.2	Parameter Input Program PLAXIS 3D	4-5
Tabel 4.3	Parameter Input Dinding Diafragma.....	4-6
Tabel 4.4	Parameter Input <i>Ringbeam</i>	4-6
Tabel 4.5	Input pada Program Komputer SpColumn.....	4-13
Tabel 4.6	Perbandingan Momen Lentur pada Dinding Diafragma dengan Kapasitas Penampang Persegi Panjang.....	4-13
Tabel 4.7	Variasi Parameter.....	4-20
Tabel 4.8	Parameter Input Tetap.....	4-20



DAFTAR LAMPIRAN

- LAMPIRAN 1.** GAYA DALAM DINDING DIAFRAGMA L1-1
LAMPIRAN 2. DIAGRAM INTERAKSI PENAMPANG PERSEGI PANJANG
DINDING DIAFRAGMA..... L2-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya pembangunan infrastruktur yang relatif pesat, para penduduk pada kota-kota metropolitan di dunia dihadapi dengan permasalahan ketersediaan lahan. Menyikapi kondisi dan situasi demikian, diperlukan upaya pemanfaatan lahan yang efisien yaitu dengan melakukan pembangunan struktur bawah tanah. Struktur bawah tanah dapat dimanfaatkan sebagai *basement* tempat parkir kendaraan, stasiun kereta bawah tanah, dan tempat-tempat umum lainnya. Pembangunan struktur bawah tanah tidak luput dari pekerjaan galian yang mana harus direncanakan dengan baik dan aman.

Pekerjaan galian merupakan salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan konstruksi. Secara umum galian dapat dibagi menjadi dua, yaitu galian dangkal dan galian dalam. Terzaghi dan Peck mendefinisikan galian dalam mempunyai kedalaman lebih dari 6 m (Terzaghi & Peck, 1967). Pada pekerjaan galian dalam diperlukan konstruksi dinding penahan tanah untuk mencegah terjadinya longoran saat pekerjaan galian dilakukan. Salah satu jenis dinding penahan tanah yang digunakan pada proyek galian dalam adalah dinding diafragma. Dinding diafragma memiliki kekakuan yang tinggi dan kemampuan mengisolasi air yang baik (Ou, 2006).

Pekerjaan galian dalam dapat berbentuk persegi panjang dan berbentuk sirkular. Galian dalam berbentuk sirkular seringkali dipilih karena memiliki kekakuan struktural yang lebih besar jika dibandingkan dengan galian dalam berbentuk persegi panjang (Schwamb, 2014). Selain itu, galian dalam berbentuk sirkular juga dapat menghemat penggunaan *tie back anchors* dan *internal struts* karena galian dalam sirkular memiliki efek melengkung yang dapat menyeimbangkan strukturnya sendiri (Jia *et al*, 2019).

Pada penelitian ini, pekerjaan galian yang dibahas yaitu pekerjaan galian dalam pada konstruksi gedung Shanghai Tower. Shanghai Tower sendiri mempunyai lima tingkat *basement* dengan rencana galian sedalam 31.1 meter dan dengan diameter dalam sebesar 121 meter. Lokasi proyek berada di Shanghai,

China yang didominasi oleh jenis tanah lempung lunak. Karena masih jaranganya analisis mengenai galian dalam sirkular dengan diameter yang relatif besar, maka dari itu dalam penelitian ini, penulis memodelkan galian dalam sirkular dengan metode elemen hingga yaitu PLAXIS 3D.

1.2 Inti Permasalahan

Pekerjaan galian tanah akan menyebabkan deformasi lateral pada dinding diafragma sehingga penulis akan memodelkan dengan metode elemen hingga dua dimensi dan tiga dimensi, serta mengevaluasinya terhadap data yang diukur menggunakan inklinometer di daerah penelitian. Penulis juga akan meninjau apabila di galian dalam sirkular ini *ringbeam* tidak dapat bekerja secara maksimal, hal yang dapat terjadi kepada keseluruhan struktur dinding diafragma.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu:

1. Memodelkan galian sirkular menggunakan metode elemen hingga 3D serta memprediksi besarnya defleksi dinding, penurunan tanah, gaya normal, gaya geser, dan momen lentur yang terjadi pada dinding penahan tanah.
2. Mengetahui pengaruh *surface load*, muka air tanah, ketebalan dinding, dan *ringbeam* terhadap galian sirkular.
3. Mengetahui seberapa besar pengaruh kinerja *ringbeam* terhadap galian sirkular.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian galian dalam pada studi ini terdiri dari:

1. Studi kasus dilakukan pada proyek Shanghai Tower
2. Data sekunder berupa jenis tanah dan parameter tanah berdasarkan hasil uji lapangan dan hasil uji laboratorium pada lokasi proyek Shanghai Tower.
3. Pemodelan galian dalam dan analisis menggunakan metode elemen hingga dengan bantuan program komputer PLAXIS 3D.
4. Pemodelan tanah menggunakan model konstitutif *hardening soil*.
5. Pemodelan dinding diafragma menggunakan elemen *plate*.
6. Metode galian menggunakan metode *bottom-up*.
7. Penelitian mengacu pada data inklinometer P03.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari:

1. Studi Literatur

Pengumpulan teori-teori yang berkaitan tentang metode elemen hingga dua dimensi, galian dalam sirkular, penurunan parameter tanah, dinding diafragma, dan teori-teori yang berkaitan dalam penelitian ini. Dimana referensi dari studi literatur tersebut dapat diambil dari *e-book*, jurnal penelitian, makalah/tulisan ilmiah, *text book*, maupun materi yang didapat pada saat kuliah

2. Pengumpulan data

Data yang digunakan untuk analisis adalah data parameter tanah, profil tanah, dimensi galian, dimensi dinding penahan tanah, potongan melintang galian, parameter struktur, dan tahapan konstruksi galian.

3. Analisis Data

Analisa yang dilakukan pada skripsi ini menggunakan program PLAXIS 3D berdasarkan data yang didapat untuk mengetahui defleksi dinding, gaya normal, gaya geser, dan momen lentur yang terjadi pada dinding penahan tanah.

1.6 Sistematika Penulisan

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, serta diagram alir penelitian.

2. BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini menjelaskan teori-teori yang menjadi dasar dalam analisis seperti teori-teori elemen tiga dimensi, galian dalam, dinding diafragma (*diaphragm wall*).

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai metodologi penelitian yang digunakan seperti mengolah tinjauan pustaka, mengumpulkan data-data dan parameter yang diperlukan untuk penelitian, metode elemen hingga 3D prosedur umum penggunaan program PLAXIS.

4. BAB 4 DATA DAN ANALISIS

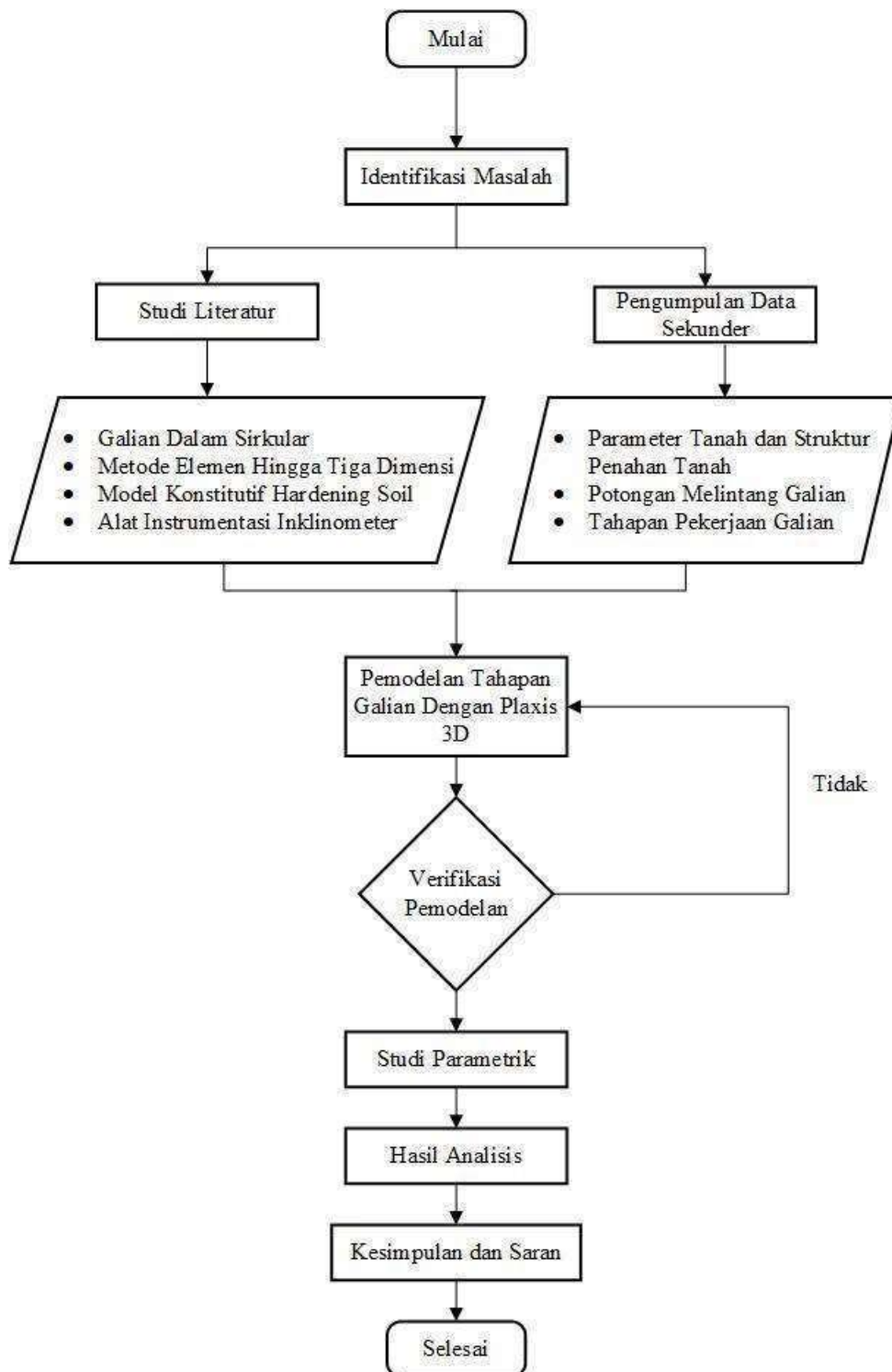
Bab ini berisikan deskripsi proyek yang diteliti, data parameter yang digunakan, melakukan analisis model dan hasil yang didapat dengan metode elemen hingga.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, dan saran yang bisa diberikan untuk proses penelitian lebih lanjut.



1.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian