

SKRIPSI

**STUDI PENENTUAN EFISIENSI KELOMPOK TIANG
AKSIAL DENGAN PLAXIS 3D (STUDI KASUS:
APARTEMEN DI FATMAWATI, JAKARTA
SELATAN)**



**KELVIN AGUSTINUS BUDIANTO
NPM : 6101801050**

PEMBIMBING: Budijanto Widjaja, S.T., M.T., 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 EFISIENSI KELOMPOK TIANG
AKSIAL DENGAN PLAXIS 3D (STUDI KASUS:
APARTEMEN DI FATMAWATI, JAKARTA
SELATAN)**



**KELVIN AGUSTINUS BUDIANTO
NPM : 6101801050**

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 : Kelvin Agustinus Budianto
NPM : 6101801050
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Studi Penentuan Efisiensi Kelompok Tiang Aksial dengan PLAXIS 3D (Studi Kasus: Apartemen di Fatmawati, Jakarta Selatan)

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: 5 Januari 2022



(Kelvin Agustinus Budianto)
6101801050

STUDI PENENTUAN EFISIENSI KELOMPOK TIANG AKSIAL DENGAN PLAXIS 3D (STUDI KASUS: APARTEMEN DI FATMAWATI, JAKARTA SELATAN)

Kelvin Agustinus Budianto
NPM: 6101801050

Pembimbing: Budijanto Widjaja, S.T., M.T., 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

Fondasi tiang merupakan jenis fondasi yang banyak digunakan khususnya pada bangunan-bangunan tinggi. Agar kapasitas daya dukung terpenuhi tidak jarang digunakan kelompok fondasi tiang. Dalam penggunaan kelompok fondasi tiang perlu diperhitungkan faktor efisiensi kelompok fondasi tiang. Banyak rumus efisiensi kelompok fondasi tiang aksial yang terpublikasi namun masih sedikit penelitian yang dilakukan mengenai efisiensi kelompok fondasi tiang aksial berbasis numerik. Maka, dilakukan studi penentuan efisiensi kelompok tiang aksial dengan pendekatan numerik PLAXIS 3D. Penelitian dilakukan dengan menggunakan data pembangunan apartemen yang terletak di Fatmawati, Jakarta Selatan. Studi parametrik pada kelompok fondasi tiang aksial dengan memvariasikan konfigurasi dan jumlah kelompok tiang, serta jarak antar tiang. Dari studi ini didapatkan bahwa efisiensi kelompok tiang aksial pada tanah kohesif akan bernilai kurang dari sama dengan satu, pada tanah non-kohesif akan bernilai lebih dari sama dengan satu, dan pada tanah asli akan bernilai lebih dari satu pada jarak lebih dari tiga kali diameter tiangnya.

Kata kunci: fondasi tiang, fondasi tiang aksial, kelompok fondasi tiang aksial, efisiensi kelompok fondasi tiang, metode elemen hingga, PLAXIS 3D

STUDY ON DETERMINATION OF AXIAL PILE GROUP EFFICIENCY USING PLAXIS 3D (CASE STUDY: APARTMENT IN FATMAWATI, SOUTH JAKARTA)

Kelvin Agustinus Budianto
NPM: 6101801050

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

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

ABSTRACT

Pile foundation is a type of foundation that is widely used especially on high-rise buildings. Pile groups are often used to fulfil the bearing capacity. When using pile groups, it is necessary to calculate pile group efficiency. Many pile group efficiency formulas have been published but there is still little research on axial pile group efficiency using numerical approach. Therefore, a numerical study on determination of axial pile group efficiency was carried out using PLAXIS 3D. The research was conducted using data on the construction of an apartment located in Fatmawati, South Jakarta. The outcome shows that axial pile group efficiency on cohesive soils will be less than or equal to one, in non-cohesive soils will be more than or equal to one, and in site soil will be more than or equal to one at spacing more than three times the diameter of the pile.

Keywords: pile foundation, axial pile foundation, axial pile group, pile group efficiency, finite element method, PLAXIS 3D

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Penentuan Efisiensi Kelompok Tiang Aksial dengan Pendekatan Numerik PLAXIS 3D.” Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari bahwa sangat banyak rintangan yang dihadapi dalam proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat kritik, saran, bantuan, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin berterima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberi kritik, saran, dan dorongan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., selaku ko-pembimbing yang telah meluangkan waktu, memberi kritik, saran, dan dorongan 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 Aswin Lim, 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 Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Andra Andriana, S.T., Bapak Yudi selaku para dosen Pusat Studi Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah mengajar, membimbing, membantu, memberi masukan serta saran kepada saya selama menjalani Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
4. Seluruh dosen dan asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah mengajar, membimbing, membantu, memberi masukan serta saran kepada saya selama menjalani Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.

5. Seluruh teman dari Angkatan 2018, kakak, dan adik tingkat, serta pihak lain yang tidak dapat ditulis satu persatu yang telah membantu dan mendukung saya selama penulisan skripsi ini dan selama menjalani Pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan, pengalaman, dan waktu yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan masukan yang dapat membangun dari berbagai pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat membawa manfaat bagi semua pihak yang membaca.

Bandung, 12 Januari 2022



Kelvin Agustinus Budianto

6101801050



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
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 Tiang	2-1
2.2 Daya Dukung Fondasi Tiang Tunggal	2-1
2.3 Daya Dukung Kelompok Fondasi Tiang	2-2
2.4 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Fondasi Tiang Davisson (1972)	2-3
2.5 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Fondasi Tiang Metode Chin (1970)	2-4
2.6 Efisiensi Kelompok Fondasi Tiang	2-5
2.7 Kuat Geser Maksimum dan Termobilisasi pada PLAXIS 3D	2-7

BAB 3	METODE PENELITIAN	3-1
3.1	Analisis Balik dengan PLAXIS 3D	3-1
3.2	Analisis dengan PLAXIS 3D	3-3
3.2.1	<i>Project Properties</i>	3-3
3.2.2	<i>Material Input</i>	3-4
3.2.3	<i>Input</i>	3-8
3.2.4	<i>Prescribed Displacement</i>	3-9
3.2.5	<i>Meshing</i>	3-9
3.2.6	<i>Flow Condition</i>	3-10
3.2.7	<i>Staged Construction</i>	3-11
3.2.8	<i>Output</i>	3-12
3.2.9	<i>Curve</i>	3-13
3.3	Pengolahan Hasil Analisis dengan <i>Microsoft Excel</i>	3-13
3.3.1	Interpretasi Daya Dukung Ultimit	3-13
3.3.2	Efisiensi Kelompok Fondasi Tiang	3-13
BAB 4	ANALISIS DATA	4-1
4.1	Deskripsi Proyek	4-1
4.2	Deskripsi Proyek	4-3
4.2.1	Lapisan Tanah dan N_{SPT} Desain	4-3
4.2.2	Berat Isi Tanah (γ) dan Berat Isi Tanah Jenuh Air (γ_{sat})	4-4
4.2.3	Indeks Plastisitas	4-4
4.2.4	Over-Consolidation Ratio (OCR)	4-5
4.2.5	Sudut Geser Dalam Efektif (ϕ')	4-6
4.2.6	Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir (s_u)	4-6
4.2.7	Angka Poisson Efektif (μ')	4-7
4.2.8	Modulus Elastisitas Tanah Efektif (E')	4-7

4.2.9	Koefisien Tekanan Tanah Lateral dalam Kondisi Diam.....	4-8
4.2.10	<i>Interface</i>	4-8
4.3	Parameter Desain Tanah.....	4-9
4.4	Parameter Desain Struktur.....	4-11
4.5	Analisis Balik	4-11
4.6	Fondasi Tiang Aksial Tunggal	4-12
4.6.1	Tiang Aksial Tunggal di Tanah Asli.....	4-12
4.6.2	Tiang Aksial Tunggal di Tanah Kohesif.....	4-13
4.6.3	Tiang Aksial Tunggal di Tanah Non-Kohesif.....	4-13
4.7	Kelompok Fondasi Tiang Aksial.....	4-13
4.7.1	Kelompok Fondasi Tiang Aksial di Tanah Asli.....	4-13
4.7.2	Kelompok Fondasi Tiang Aksial di Tanah Kohesif.....	4-15
4.7.3	Kelompok Fondasi Tiang Aksial di Tanah Non-Kohesif	4-16
4.8	Hasil Analisis dan Pembahasan.....	4-17
4.8.1	Efisiensi Kelompok Fondasi Tiang Aksial di Tanah Asli.....	4-17
4.8.2	Perilaku Kuat Geser di Tanah Kohesif.....	4-19
4.8.3	Efisiensi Kelompok Fondasi Tiang Aksial di Tanah Kohesif.....	4-21
4.8.4	Perilaku Kuat Geser di Tanah Non-Kohesif	4-24
4.8.5	Efisiensi Kelompok Fondasi Tiang Aksial di Tanah Non-Kohesif .	4-26
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA		xvii
LAMPIRAN.....		L1-1
Lampiran 1	Data Hasil Uji Laboratorium pada Beberapa Soil Boring	L1-1

Lampiran 2	Hasil Uji Pembebanan Tiang Lapangan dan Analisis Balik.....	L2-1
Lampiran 3	Metode Davisson (1972) dan Metode Chin (1970) untuk Tiang Aksial Tunggal	L3-1
Lampiran 4	Metode Davisson (1972) dan Metode Chin (1970) untuk Kelompok Tiang Aksial	L4-1



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

μ	:	Angka Poisson
μ'	:	Angka Poisson Efektif
ϕ	:	Sudut Geser Dalam
γ	:	Berat Isi Tanah
ϕ'	:	Sudut Geser Dalam Efektif
γ_{sat}	:	Berat Isi Tanah Jenuh
A	:	Luas Penampang Tiang
BH	:	<i>Borehole</i>
c	:	Kohesi Tanah
D	:	Diameter
E'	:	Modulus Elastisitas Efektif Tanah
E _s	:	Modulus Elastisitas Tanah
E _g	:	Efisiensi Kelompok Tiang
f_c'	:	Mutu Beton
K ₀	:	Koefisien Tanah Lateral
L	:	Panjang Tiang
MC	:	<i>Mohr-Coulomb</i>

N _{SPT}	:	Nilai SPT
OCR	:	<i>Overconsolidation Ratio</i>
P	:	Beban yang Bekerja pada Sistem Fondasi Tiang-Rakit
p	:	Keliling Penampang Tiang
PI	:	<i>Plasticity Index</i>
PL	:	<i>Plastic Limit</i>
Q _u	:	Daya Dukung Ultimit Tiang
R _{inter}	:	<i>Interface</i>
S	:	Penurunan Fondasi Tiang
SPT	:	<i>Standard Penetration Test</i>
s _u	:	Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir
MD	:	Metode Davisson (1972)
MC	:	Metode Chin (1970)
KTA	:	Kelompok Tiang Aksial

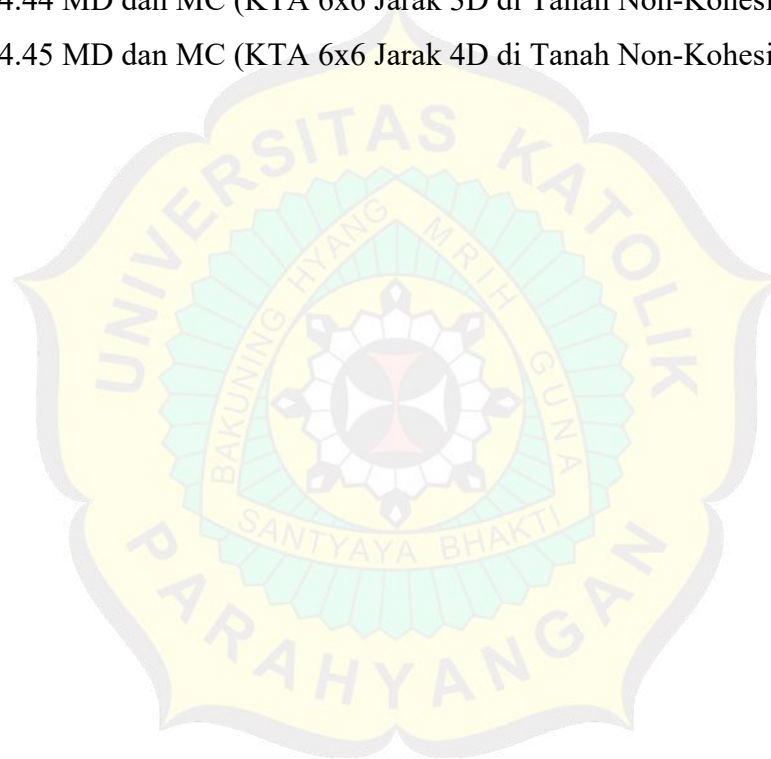
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Daya Dukung Ultimit Tiang Tunggal (Budhu, 2011).....	2-2
Gambar 2.2 Overlapping Tegangan pada Kelompok Fondasi Tiang (Bowles, 1997)	2-3
Gambar 2.3 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Tiang dengan Metode Davisson (Manual Pondasi Tiang Edisi 5, 2017).....	2-4
Gambar 2.4 Rule Efisiensi Kelompok Tiang Feld.....	2-6
Gambar 3.1 (a) Model Uji Pembebanan Tiang dan (b) Meshing Uji Pembebanan Tiang dengan PLAXIS 3D.....	3-1
Gambar 3.2 Project Properties (Project Tab).....	3-3
Gambar 3.3 Project Properties (Model Tab).....	3-4
Gambar 3.4 Material Input (Create Borehole).....	3-5
Gambar 3.5 Material Input (General Tab).....	3-5
Gambar 3.6 Material Input (Parameter Tab).....	3-6
Gambar 3.7 Material Input (Groundwater Tab).....	3-6
Gambar 3.8 Material Input (Interfaces Tab).....	3-7
Gambar 3.9 Material Input (Initial Tab).....	3-7
Gambar 3.10 Material Properties Tiang.....	3-8
Gambar 3.11 Pile cap Material Properties.....	3-9
Gambar 3.12 Meshing (Medium).....	3-10
Gambar 3.13 Flow Condition (Tanah Asli).....	3-10
Gambar 3.14 Staged Construction (Tanah Asli).....	3-12
Gambar 3.15 Penurunan Tiang.....	3-12
Gambar 3.16 Curve.....	3-13
Gambar 4.1 Denah Proyek dan Titik Uji Lapangan.....	4-1
Gambar 4.2 Potongan Profil Tanah Penentuan Parameter Tanah.....	4-2
Gambar 4.3 NSPT dan Lapisan Tanah pada BH-5.....	4-3
Gambar 4.4 (a) Berat Isi Tanah (γ) dan Berat Isi Tanah Jenuh Air (γ_{sat}).....	4-4
Gambar 4.5 (a) PI (Clay) Desain dan (b) PI (Silt) Desain Terhadap Kedalaman	4-5
Gambar 4.6 Over-Consolidation Ratio (OCR) Desain.....	4-5
Gambar 4.7 Korelasi antara NSPT dengan s_u (Terzaghi dan Peck, 1967).....	4-6

Gambar 4.8 Analisis Balik Uji Pembebanan Aksial Tiang Tunggal	4-12
Gambar 4.9 (a) MD dan (b) MC (Tiang Aksial Tunggal di Tanah Asli).....	4-12
Gambar 4.10 (a) KTA 2x2 Jarak 2D dan (b) Meshing KTA 2x2 Jarak 2D (Tanah Asli).....	4-15
Gambar 4.11 Efisiensi KTA 2x2 (Tanah Asli)	4-17
Gambar 4.12 Efisiensi KTA 3x3 (Tanah Asli)	4-18
Gambar 4.13 Efisiensi KTA 4x4 (Tanah Asli)	4-18
Gambar 4.14 Efisiensi KTA 5x5 (Tanah Asli)	4-18
Gambar 4.15 Efisiensi KTA 6x6 (Tanah Asli)	4-19
Gambar 4.16 Efisiensi KTA di Tanah Asli.....	4-19
Gambar 4.17 τ_{mob} pada Tiang Tunggal di Tanah Kohesif.....	4-20
Gambar 4.18 τ_{mob} pada KTA 6x6 di Tanah Kohesif untuk Jarak Antar Sumbu Tiang (a) 2D, (b) 3D, dan (c) 4D.....	4-21
Gambar 4.19 Efisiensi KTA 2x2 (Tanah Kohesif)	4-22
Gambar 4.20 Efisiensi KTA 3x3 (Tanah Kohesif)	4-22
Gambar 4.21 Efisiensi KTA 4x4 (Tanah Kohesif)	4-23
Gambar 4.22 Efisiensi KTA 5x5 (Tanah Kohesif)	4-23
Gambar 4.23 Efisiensi KTA 6x6 (Tanah Kohesif)	4-23
Gambar 4.24 Efisiensi KTA di Tanah Kohesif.....	4-24
Gambar 4.25 τ_{mob} pada Tiang Tunggal di Tanah Non-Kohesif	4-24
Gambar 4.26 τ_{mob} pada KTA 6x6 di Tanah Non-Kohesif untuk Jarak Antar Sumbu Tiang (a) 2D, (b) 3D, dan (c) 4D	4-25
Gambar 4.27 Efisiensi KTA 2x2 (Tanah Non-Kohesif)	4-26
Gambar 4.28 Efisiensi KTA 3x3 (Tanah Non-Kohesif)	4-26
Gambar 4.29 Efisiensi KTA 4x4 (Tanah Non-Kohesif)	4-27
Gambar 4.30 Efisiensi KTA 5x5 (Tanah Non-Kohesif)	4-27
Gambar 4.31 Efisiensi KTA 6x6 (Tanah Non-Kohesif)	4-27
Gambar 4.32 Efisiensi KTA di Tanah Non-Kohesif.....	4-28
Gambar L3.1 MD dan MC (Tiang Aksial Tunggal di Tanah Kohesif)	L3-1
Gambar L3.2 MD dan MC (Tiang Aksial Tunggal di Tanah Non-Kohesif)	L3-1
Gambar L4.1 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 2D di Tanah Asli)	L4-1
Gambar L4.2 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 3D di Tanah Asli)	L4-1

Gambar L4.3 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 4D di Tanah Asli).....	L4-1
Gambar L4.4 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 2D di Tanah Asli).....	L4-2
Gambar L4.5 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 3D di Tanah Asli).....	L4-2
Gambar L4.6 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 4D di Tanah Asli).....	L4-2
Gambar L4.7 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 2D di Tanah Asli).....	L4-2
Gambar L4.8 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 3D di Tanah Asli).....	L4-3
Gambar L4.9 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 4D di Tanah Asli).....	L4-3
Gambar L4.10 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 2D di Tanah Asli).....	L4-3
Gambar L4.11 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 3D di Tanah Asli).....	L4-3
Gambar L4.12 K MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 4D di Tanah Asli).....	L4-4
Gambar L4.13 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 2D di Tanah Asli).....	L4-4
Gambar L4.14 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 3D di Tanah Asli).....	L4-4
Gambar L4.15 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 4D di Tanah Asli).....	L4-4
Gambar L4.16 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 2D di Tanah Kohesif).....	L4-5
Gambar L4.17 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 3D di Tanah Kohesif).....	L4-5
Gambar L4.18 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 4D di Tanah Kohesif).....	L4-5
Gambar L4.19 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 2D di Tanah Kohesif).....	L4-5
Gambar L4.20 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 3D di Tanah Kohesif).....	L4-6
Gambar L4.21 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 4D di Tanah Kohesif).....	L4-6
Gambar L4.22 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 2D di Tanah Kohesif).....	L4-6
Gambar L4.23 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 3D di Tanah Kohesif).....	L4-6
Gambar L4.24 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 4D di Tanah Kohesif).....	L4-7
Gambar L4.25 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 2D di Tanah Kohesif).....	L4-7
Gambar L4.26 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 3D di Tanah Kohesif).....	L4-7
Gambar L4.27 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 4D di Tanah Kohesif).....	L4-7
Gambar L4.28 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 2D di Tanah Kohesif).....	L4-8
Gambar L4.29 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 3D di Tanah Kohesif).....	L4-8
Gambar L4.30 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 4D di Tanah Kohesif).....	L4-8
Gambar L4.31 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 2D di Tanah Non-Kohesif).....	L4-8
Gambar L4.32 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 3D di Tanah Non-Kohesif).....	L4-9
Gambar L4.33 MD dan MC (KTA 2x2 Jarak 4D di Tanah Non-Kohesif).....	L4-9
Gambar L4.34 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 2D di Tanah Non-Kohesif).....	L4-9

Gambar L4.35 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 3D di Tanah Non-Kohesif).....L4-9
Gambar L4.36 MD dan MC (KTA 3x3 Jarak 4D di Tanah Non-Kohesif).....L4-10
Gambar L4.37 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 2D di Tanah Non-Kohesif).....L4-10
Gambar L4.38 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 3D di Tanah Non-Kohesif).....L4-10
Gambar L4.39 MD dan MC (KTA 4x4 Jarak 4D di Tanah Non-Kohesif).....L4-10
Gambar L4.40 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 2D di Tanah Non-Kohesif).....L4-11
Gambar L4.41 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 3D di Tanah Non-Kohesif).....L4-11
Gambar L4.42 MD dan MC (KTA 5x5 Jarak 4D di Tanah Non-Kohesif).....L4-11
Gambar L4.43 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 2D di Tanah Non-Kohesif).....L4-11
Gambar L4.44 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 3D di Tanah Non-Kohesif).....L4-12
Gambar L4.45 MD dan MC (KTA 6x6 Jarak 4D di Tanah Non-Kohesif).....L4-12



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data Uji Pembebanan Tiang Aksial.....	3-2
Tabel 4.1 Korelasi Antara Jenis dan Konsistensi Tanah dengan Angka Poisson Efektif (μ') (Das, 1995).....	4-7
Tabel 4.2 Nilai Interface (R_{inter}) (Brinkgreve dan Shen, 2011).....	4-8
Tabel 4.3 Parameter Desain Tanah Kohesif untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D	4-9
Tabel 4.4 Parameter Desain Tanah Non-Kohesif untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D.....	4-9
Tabel 4.5 Parameter Desain Tanah Asli untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D ..	4-10
Tabel 4.6 Parameter Desain Pile cap untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D	4-11
Tabel 4.7 Parameter Desain Tiang untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D.....	4-11
Tabel 4.8 Daya Dukung Ultimit KTA di Tanah Asli.....	4-14
Tabel 4.9 Daya Dukung Ultimit KTA di Tanah Kohesif.....	4-15
Tabel 4.10 Daya Dukung Ultimit KTA di Tanah Kohesif.....	4-16
Tabel L1.1 Hasil Oedometer Test pada Beberapa Titik Bor.....	L1-1
Tabel L1.2 Data Hasil Uji Lab BH-3	L1-1
Tabel L1.3 Data Hasil Uji Lab BH-4	L1-2
Tabel L1.4 Data Hasil Uji Lab BH-5	L1-3
Tabel L1.5 Data Hasil Uji Lab BH-6	L1-4
Tabel L1.6 Data Hasil Uji Lab BH-7	L1-5
Tabel L1.7 Data Hasil Uji Lab BH-8	L1-6
Tabel L2.1 Perbandingan Hasil Uji Pembebanan Tiang dengan Hasil Analisis Balik	L2-1

DAFTAR LAMPIRAN

- L1 Data Hasil Uji Laboratorium pada Beberapa Soil Boring.....L1-1
- L2 Hasil Uji Pembebanan Tiang Lapangan dan Analisis BalikL2-1
- L3 Metode Davisson dan Metode Chin untuk Tiang Aksial TunggalL3-1
- L4 Metode Davisson dan Metode Chin untuk Kelompok Tiang Aksial ..L4-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fondasi tiang merupakan jenis fondasi yang banyak digunakan. Pada perencanaan bangunan dengan beban besar, umumnya digunakan kelompok fondasi tiang agar kapasitas daya dukung memenuhi kebutuhan. Pada kelompok tiang, adanya *overlapping* zona tegangan menyebabkan daya dukung kelompok tiang tidak sama dengan jumlah daya dukung tiang tunggal. Dalam beberapa dekade terakhir, sudah banyak penelitian yang dilakukan untuk memperoleh efisiensi daya dukung aksial kelompok tiang seperti oleh Feld (1943), Whitaker (1957), Vesic (1969), Poulos & Davis (1980), dan O'Neill (1983). Namun, masih sedikit penelitian terkait efisiensi kelompok tiang berbasis analisis numerik. Padahal, analisis numerik memiliki kelebihan dapat mensimulasikan kondisi yang bervariasi dan kompleks dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi. Ferchat (2020) menunjukkan bahwa formula efisiensi kelompok tiang yang paling mendekati analisis numerik dengan FLAC3D adalah formula Los Angeles dan Converse-Labarre.

Dalam penelitian ini, dilakukan analisis menggunakan *software* berbasis Metode Elemen Hingga (MEH) yaitu PLAXIS 3D. Analisis menggunakan data proyek pembangunan apartemen yang terletak di Fatmawati, Jakarta Selatan. Bangunan berada pada tanah lempung-kelauan kaku dan pasir-kelauan sangat padat dengan nilai N_{SPT} tinggi. Jenis fondasi tiang yang digunakan adalah *bored-pile* berdiameter 1,2 m dengan panjang tiang 17 m. Analisis dilakukan untuk mengetahui efisiensi kelompok fondasi tiang pada tanah asli, kohesif, dan non-kohesif pada beberapa konfigurasi kelompok tiang.

1.2 Inti Permasalahan

Dalam perencanaan kelompok fondasi tiang, banyak formula efisiensi kelompok tiang terpublikasi yang menghasilkan beragam nilai efisiensi. Selain itu, studi tentang formula efisiensi dengan analisis numerik masih sedikit dilakukan. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk memperoleh efisiensi kelompok tiang berbasis analisis numerik sebagai pembandingan nilai efisiensi dari formula terpublikasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui daya dukung aksial tekan tiang tunggal pada tanah asli, kohesif, dan non-kohesif;
2. Mengetahui daya dukung aksial tekan kelompok tiang dengan beberapa konfigurasi pada tanah asli, kohesif, dan non-kohesif;
3. Mengetahui perilaku kuat geser di tanah kohesif dan non-kohesif;
4. Mendapatkan nilai efisiensi daya dukung aksial tekan kelompok tiang;
5. Membandingkan hasil analisis terhadap formula efisiensi terpublikasi.

1.4 Lingkup Penelitian

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini terdiri dari:

1. Penelitian dilakukan menggunakan data proyek pembangunan apartemen yang berlokasi di Fatmawati, Jakarta Selatan;
2. Data yang digunakan berupa data pemboran teknis, uji penetrasi standar (SPT), uji sondir (CPT), uji pembebanan tiang aksial, dan uji laboratorium;
3. Pemodelan dilakukan untuk fondasi tiang bor (*bored pile*);
4. Pemodelan dilakukan dengan model material tanah Mohr-Coulomb;
5. Pemodelan fondasi tiang menggunakan *volume-pile* dengan diameter tiang 1,2 m dan panjang tiang efektif (bagian tiang yang terbenam ke dalam tanah) 17 m;
6. *Pile cap* dimodelkan melayang setinggi 1 m dari permukaan tanah;
7. Pemodelan dilakukan dengan studi parametrik;

8. Pemodelan dilakukan pada variasi konfigurasi jumlah tiang 2x2, 3x3, 4x4, 5x5, dan 6x6;
9. Pemodelan dilakukan pada variasi jarak antar sumbu tiang sebesar 2D, 3D, dan 4D (D merupakan diameter tiang);
10. *Boundary* pada pemodelan ini adalah 20D untuk sumbu x dan y serta 3L untuk sumbu z (D merupakan diameter tiang dan L merupakan panjang tiang);
11. Pemodelan dilakukan dengan *software* PLAXIS 3D.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Studi Literatur
Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan berbagai informasi yang diperlukan melalui jurnal, buku teks, dan beberapa skripsi terdahulu yang relevan dan dapat mendukung untuk memahami konsep dasar serta acuan untuk melakukan analisis, pemodelan, dan interpretasi hasil penelitian.
2. Pengumpulan Data
Pengumpulan data dimensi fondasi dan data pemboran teknis, uji penetrasi standar (SPT), uji sondir, uji pembebanan tiang aksial, dan uji laboratorium sebagai dasar dalam melakukan analisis dan pemodelan.
3. Pengolahan dan Analisis Data
Data yang dikumpulkan akan diolah dan dianalisis dengan menggunakan *software* PLAXIS 3D.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini dibagi ke dalam 5 bab yaitu:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, ruang lingkup, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian yang akan digunakan.

2. BAB 2 STUDI PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai teori dasar yang digunakan untuk pedoman dalam menunjang dalam penelitian.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan membahas mengenai metode penelitian yang digunakan untuk melakukan analisis efisiensi kelompok fondasi tiang.

4. BAB 4 DATA DAN ANALISIS DATA

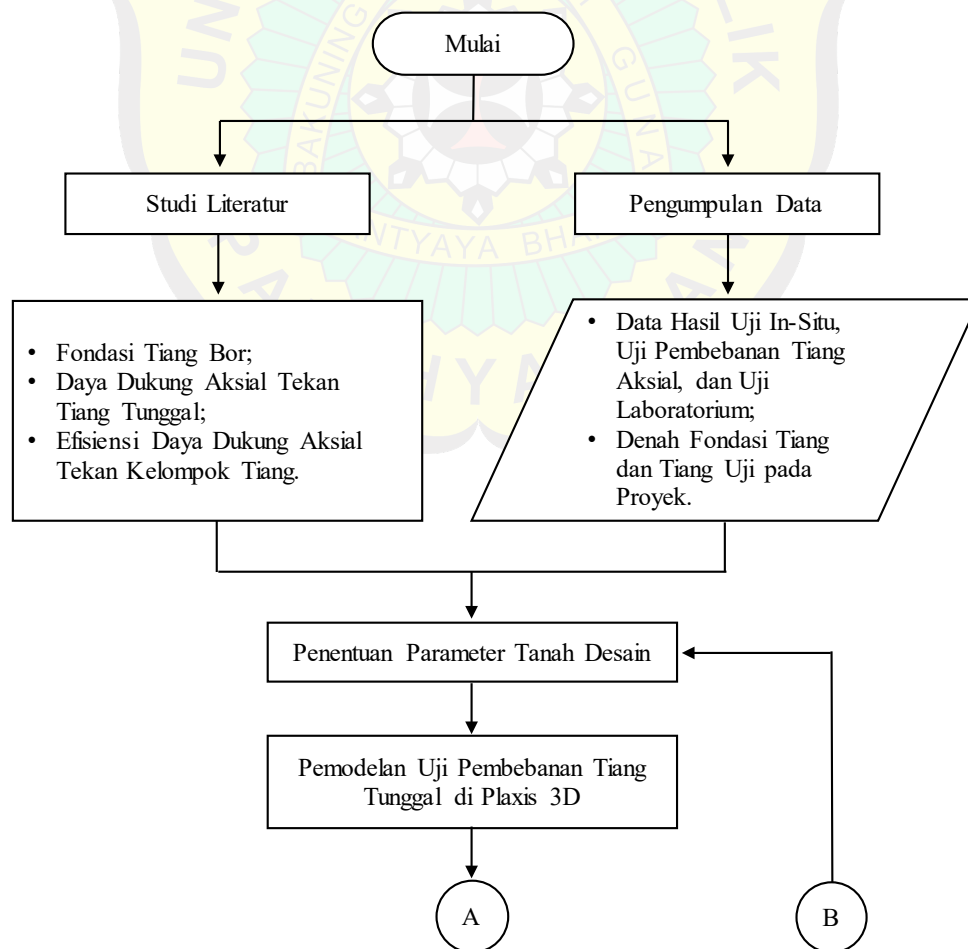
Bab ini akan membahas mengenai pengolahan data dari hasil penggunaan program PLAXIS 3D.

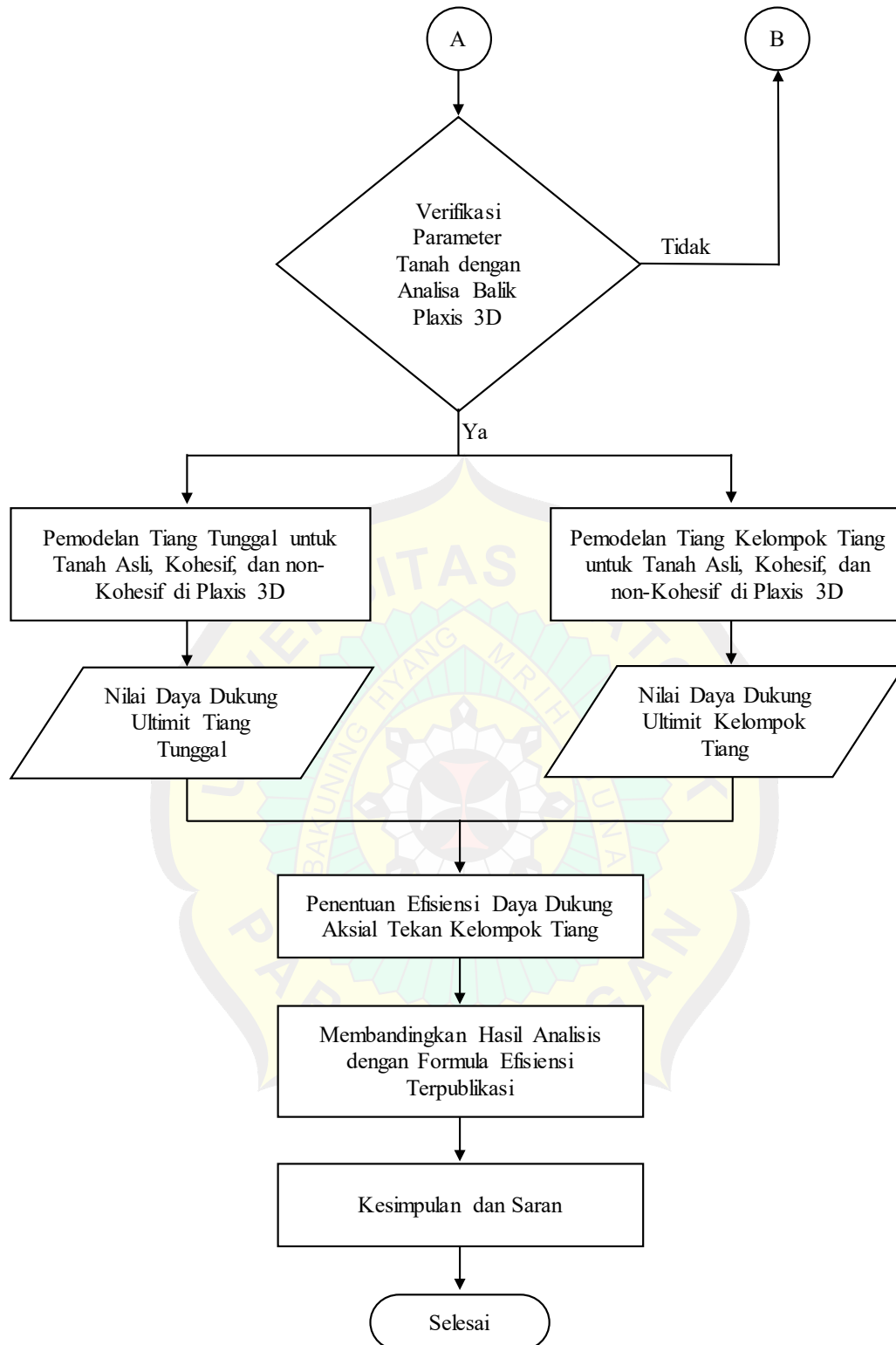
5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas mengenai kesimpulan hasil analisis yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir

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





Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian