

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI KELOMPOK TIANG BOR (STUDI
KASUS: PEMBANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN DI
KUNINGAN, JAKARTA SELATAN)**



**RIYAN ANGGONO
NPM : 6101801158**

PEMBIMBING: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ir. 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
JULI 2022**

SKRIPSI

**ANALISIS EFISIENSI KELOMPOK TIANG BOR (STUDI
KASUS: PEMBANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN DI
KUNINGAN, JAKARTA SELATAN)**



**RIYAN ANGGONO
NPM : 6101801158**

PEMBIMBING: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.

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

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

PENGUJI 2: Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.

.....
.....
.....
.....

**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
JULI 2022**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : RIYAN ANGGONO

Tempat, tanggal lahir : Medan, 30 Desember 2000

NPM : 6101801158

Judul skripsi : **ANALISIS EFISIENSI KELOMPOK TIANG BOR**

(STUDI KASUS: PEMBANGUNAN PUSAT

PERBELANJAAN DI KUNINGAN, JAKARTA SELATAN)

Dengan ini Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah benar hasil karya tulis saya sendiri dan bebas plagiat. Adapun kutipan yang tertuang sebagian atau seluruh bagian pada karya tulis ini yang merupakan karya orang lain (buku, makalah, karya tulis, materi perkuliahan, internet, dan sumber lain) telah selayaknya saya kutip, sadur, atau tafsir dan dengan jelas telah melampirkan sumbernya. Bahwa tindakan melanggar hak cipta dan yang disebut plagiat merupakan pelanggaran akademik yang sanksinya dapat berupa peniadaan pengakuan atas karya ilmiah ini dan kehilangan hak keserjanaan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bandung, 15 Juli 2022



Riyan Anggono

6101801158

ANALISIS EFISIENSI KELOMPOK TIANG BOR (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN DI KUNINGAN, JAKARTA SELATAN)

Riyan Anggono
NPM: 6101801158

Pembimbing: Ir. Budijanto Widjaja, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Ir. 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
JULI 2022

ABSTRAK

Dalam perencanaannya, efisiensi kelompok tiang perlu diperhatikan agar kelompok tiang yang digunakan merupakan kelompok tiang yang paling efektif dalam menghasilkan daya dukung. Efisiensi kelompok tiang dapat dipengaruhi oleh kondisi tanah, spasi antar tiang, dimensi tiang, dan konfigurasi tiang. Penelitian ini menggunakan metode elemen hingga tiga dimensi dalam mencari efisiensi kelompok tiang. Pemodelan dilakukan dengan menggunakan tanah yang berada di Kuningan, Jakarta Selatan dengan beban yang diberikan pada *pile cap* merupakan beban Axial. Tanah yang berada di Kuningan, Jakarta Selatan merupakan tanah lempung dan lanau. Studi ini memvariasikan konfigurasi tiang, spasi antar tiang, dan panjang tiang dalam menentukan efisiensinya dengan tiang yang digunakan merupakan tiang bor. Penelitian pada studi ini menunjukkan bahwa walaupun daya dukung kelompok tiang meningkat, efisiensi belum tentu meningkat. Hasil yang didapatkan akan dibandingkan dengan formula terpublikasi maupun penelitian-penelitian serupa.

Kata Kunci: Tiang Bor, Lempung, Efisiensi Kelompok Tiang, Beban Axial, Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi.

EFFICIENCY ANALYSIS OF GROUP BOR PILE (CASE STUDY: SHOPPING CENTER ESTABLISHMENT IN KUNINGAN, SOUTH JAKARTA)

Riyan Anggono
NPM: 6101801158

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

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

ABSTRACT

In planning, it is necessary to pay attention to the efficiency of the pile group so that the used pile group is the most effective in producing bearing capacity. Pile group efficiency can be affected by soil conditions, spacing between piles, pile dimensions, and pile configuration. This study uses a three-dimensional finite element method in finding the pile group efficiency. The modeling is carried out using soil located in Kuningan, South Jakarta with the load applied to the pile cap is axial load. The characteristic of soil in Kuningan, South Jakarta is clay and silt. This study varies the pile configuration, spacing between piles, and pile length in determining the efficiency with the used pile is bore pile. The research in this study shows that although the bearing capacity of pile group increases, the efficiency does not necessarily increase. The results obtained will be compared with published formulas and similar studies.

Keywords: Bore Pile, Clay, Group Pile Efficiency, Axial Load, Three-Dimensional Finite Element Method.

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Efisiensi Kelompok Tiang Bor.” 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 Ir. 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 Ir. 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 Ir. Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Bapak Stefanus Diaz, S.T., M.T., Bapak Ir. Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Andra Andriana, S.T., 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, 22 Juli 2022



Riyan Anggono

6101801158



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-1
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian.....	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-3
1.7 Diagram Alir.....	1-1
BAB 2 STUDI PUSTAKA.....	2-1
2.1 Fondasi Tiang.....	2-1
2.2 Daya dukung Kelompok Tiang.....	2-1
2.3 Interpretasi Daya Dukung Ultimit Fondasi Tiang Davisson (1970).....	2-2
2.4 Efisiensi Kelompok Tiang.....	2-3
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	3-1
3.1 Parameter Tanah.....	3-1
3.1.1 Penentuan Berat isi tanah.....	3-1

3.1.2	Penentuan Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir (s_u).....	3-2
3.1.3	Penentuan Sudut Geser dalam (ϕ).....	3-3
3.1.4	Penentuan Modulus Elastisitas Tanah (E_s).....	3-4
3.1.5	Penentuan Angka Poisson's.....	3-4
3.1.6	Koefisien Tekanan Tanah Lateral dalam Kondisi Diam.....	3-5
3.2	Analisis Balik.....	3-5
3.3	Analisis dengan metode Elemen Hingga tiga dimensi.....	3-7
3.3.1	Soil.....	3-7
3.3.2	Structures.....	3-10
3.3.3	Mesh.....	3-11
3.3.4	Flow Condition.....	3-12
3.3.5	Staged Construction.....	3-13
3.3.6	Output.....	3-13
3.4	Pengolahan hasil dengan Microsoft Excel.....	3-14
BAB 4 ANALISIS DATA.....		4-1
4.1	Deskripsi Proyek.....	4-1
4.2	Lapisan Tanah.....	4-2
4.3	Parameter Tanah.....	4-2
4.4	Parameter Desain Struktur.....	4-4
4.5	Analisis Balik.....	4-4
4.6	Fondasi Tiang Aksial Tunggal.....	4-5
4.6.1	Tiang Aksial Tunggal di Tanah Asli.....	4-5
4.6.2	Tiang Aksial Tunggal di Tanah Kohesif.....	4-6
4.7	Kelompok Tiang Aksial.....	4-6
4.7.1	Kelompok Tiang Aksial di Tanah Asli.....	4-7
4.7.2	Kelompok Tiang Aksial di Tanah Kohesif.....	4-7
4.8	Hasil Analisis dan Pembahasan.....	4-8

4.8.1	Efisiensi Kelompok Tiang Aksial di Tanah Asli	4-8
4.8.2	Efisiensi Kelompok Tiang Aksial di Tanah Kohesif	4-11
4.8.3	Perilaku Kuat Geser di Tanah Kohesif.....	4-13
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-1
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN.....		1
Lampiran 1	Data Uji N_{SPT}	L1-1
Lampiran 2	Hasil Uji Pembebanan Tiang Lapangan dan Analisis Balik	L2-1
Lampiran 3	Metode Davisson untuk Tiang Aksial Tunggal di Tanah Kohesif.....	L3-1
Lampiran 4	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-48.3 di Tanah Asli ...	L4-1
Lampiran 5	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-32 di Tanah Asli	L5-1
Lampiran 6	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-17 di Tanah Asli	L6-1
Lampiran 7	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-48.3 di Tanah Kohesif	L7-1
Lampiran 8	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-32 di Tanah Kohesif	L8-1
Lampiran 9	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-17 di Tanah Kohesif	L9-1
Lampiran 10	Efisiensi KTA di Tanah Asli.....	L10-1
Lampiran 11	Efisiensi KTA di Tanah Kohesif.....	L11-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas Penampang Tiang
CH	: <i>Clay High Plasticity</i>
D	: Diameter Tiang Bor
E	: Modulus Tiang
Eg	: Efisiensi Kelompok Tiang
Es	: Modulus Elastis Tanah
fc'	: Kuat Tekan Beton
KTA	: Kelompok Tiang Aksial
Ko	: Koefisien Tanah Lateral
L	: Panjang Tiang
m	: Jumlah Baris pada Kelompok Tiang
ML	: <i>Silt Low Plasticity</i>
n	: Jumlah Kolom pada Kelompok Tiang
NC	: <i>Normally Consolidated</i>
p	: Keliling Penampang Tiang
Q	: Beban Uji yang Diberikan
Qg	: Daya Dukung Kelompok Tiang
ΣQp	: Penjumlahan Daya Dukung Tiang Tunggal
Qult	: Daya Dukung Ultimit
s	: Jarak antar Tiang
S	: <i>Settlement</i>
Se	: Penurunan Elastis

SP : Poorly Graded Sand
SPT : *Standar Penetration Test*
 s_u : Kuat Geser Tak Teralir
 ν : Angka Poisson's
 ϕ : Sudut Geser Dalam
 γ : Berat Isi Tanah
 τ_{mob} : Kuat Geser Tanah Termobilisasi

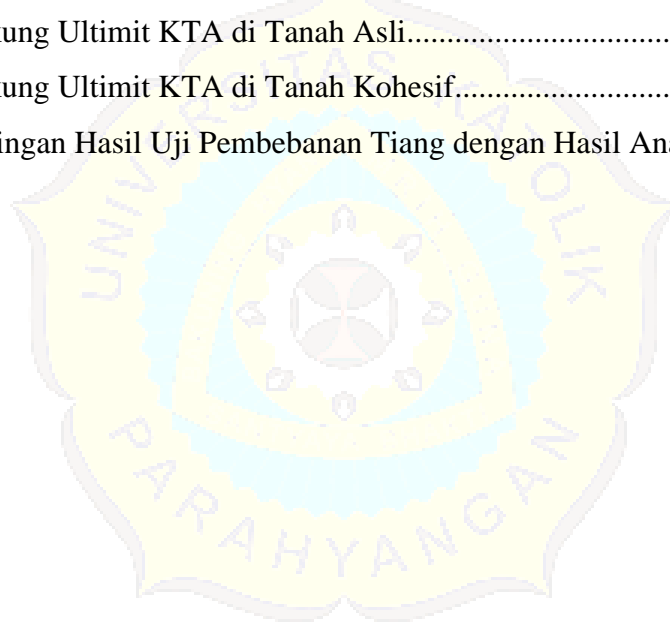


DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-2
Gambar 2.1 <i>Overlapping</i> Tegangan pada Kelompok Tiang (Bowles, 1997)	2-2
Gambar 2.2 Interpretasi beban ultimit metode Davisson (Rahardjo et al., 2017)	2-3
Gambar 2.3 Efisiensi Kelompok Tiang Feld	2-5
Gambar 3.1 Korelasi antara N-SPT terhadap s_u (Terzaghi dan Peck, 1967)	3-3
Gambar 3.2 <i>Material Input (Create Borehole)</i>	3-8
Gambar 3.3 <i>Material Input (General Tab)</i>	3-8
Gambar 3.4 <i>Material Input (Parameter Tab)</i>	3-9
Gambar 3.5 <i>Material Input (Groundwater Tab)</i>	3-9
Gambar 3.6 <i>Material Input (Interfaces Tab)</i>	3-9
Gambar 3.7 <i>Material Input (Initial Tab)</i>	3-10
Gambar 3.8 Material Tiang	3-10
Gambar 3.9 Material <i>Pile Cap</i>	3-11
Gambar 3.10 <i>Mesh (Medium)</i>	3-12
Gambar 3.11 <i>Flow Condition</i> (Tanah Asli)	3-12
Gambar 4.1 Denah lokasi fondasi dan lokasi data tanah	4-1
Gambar 4.2 Analisis Balik Uji Pembebanan Aksial Tiang Tunggal	4-5
Gambar 4.3 (a) L-48.3, (b) L-32, dan (c) L-17 (Tiang Aksial Tunggal di Tanah Asli)	4-6
Gambar 4.4 Efisiensi KTA (a) 2x2, (b) 3x3, (c) 4x4, dan (d) 5x5 L-48.3 di Tanah Asli	4-10
Gambar 4.5 Efisiensi KTA pada Tanah Asli	4-10
Gambar 4.6 Efisiensi KTA (a) 2x2, (b) 3x3, (c) 4x4, dan (d) 5x5 L-48.3 di Tanah Kohesif..	4-12
Gambar 4.7 Efisiensi KTA pada Tanah Kohesif	4-12
Gambar 4.8 τ_{mob} pada KTA 5x5 spasi 4D di Tanah Kohesif untuk Panjang Tiang (a) 48.3 m, (b) 32 m, dan (c) 17 m	4-14

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Ukuran Partikel (ASTM D2847).....	3-1
Tabel 3.2 Nilai Tipikal Berat Isi Tanah (γ) (Coduto, 2001)	3-2
Tabel 3.3 Korelasi jenis tanah dengan sudut geser dalam (US Navy 1982 dan AASTHO T99, BS B77 1975).....	3-3
Tabel 3.4 Korelasi angka poisson's terhadap berbagai jenis Tanah (Meyerhof 1956).....	3-4
Tabel 3.5 Data Uji Pembebanan Tiang Aksial.....	3-5
Tabel 4.1 Parameter Desain Tanah Kohesif untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D	4-2
Tabel 4.2 Parameter Desain Tanah Asli untuk Pemodelan pada PLAXIS 3D	4-3
Tabel 4.3 Parameter Desain <i>Pile cap</i> untuk Pemodelan	4-4
Tabel 4.4 Parameter Desain Tiang untuk Pemodelan.....	4-4
Tabel 4.5 Daya Dukung Ultimit KTA di Tanah Asli.....	4-7
Tabel 4.6 Daya Dukung Ultimit KTA di Tanah Kohesif.....	4-8
Tabel L2.1 Perbandingan Hasil Uji Pembebanan Tiang dengan Hasil Analisis Balik	L2-1



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Uji N_{SPT}	L1-1
Lampiran 2	Hasil Uji Pembebanan Tiang Lapangan dan Analisis Balik	L2-1
Lampiran 3	Metode Davisson untuk Tiang Aksial Tunggal di Tanah Kohesif.....	L3-1
Lampiran 4	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-48.3 di Tanah Asli ...	L4-1
Lampiran 5	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-32 di Tanah Asli	L5-1
Lampiran 6	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-17 di Tanah Asli	L6-1
Lampiran 7	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-48.3 di Tanah Kohesif	L7-1
Lampiran 8	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-32 di Tanah Kohesif	L8-1
Lampiran 9	Metode Davisson untuk Kelompok Tiang Aksial L-17 di Tanah Kohesif	L9-1
Lampiran 10	Efisiensi KTA di Tanah Asli.....	L10-1
Lampiran 11	Efisiensi KTA di Tanah Kohesif.....	L11-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada bangunan dengan beban yang besar umumnya digunakan fondasi kelompok tiang agar dapat menahan beban yang besar. Kelompok tiang memiliki perbedaan daya dukung dengan tiang tunggal yang disebabkan oleh perbedaan *overlapping zone*. Perbedaan ini menyebabkan perubahan pada daya dukung kelompok tiang yang menghasilkan efisiensi kelompok tiang yang beragam. Efisiensi kelompok tiang telah banyak dilakukan dalam beberapa dekade terakhir seperti oleh Feld (1943), Whitaker (1957), Chellis (1969), Poulos and David (1980), dan O' Neill (1983). Namun, perhitungan efisiensi kelompok tiang metode analitik memiliki keterbatasan yaitu tidak dapat memodelkan permasalahan rumit seperti metode konstruksi. Sehingga dilakukan analisis numerik yang memiliki kelebihan dapat mensimulasikan berbagai kondisi dengan cepat dan dengan akurasi yang tinggi. Asif (2022) menunjukkan bahwa efisiensi kelompok tiang sangat berpengaruh terhadap spasi antar tiang.

Studi ini berfokus pada efisiensi kelompok tiang di mana daya dukung kelompok tiang tunggal dan kelompok tiang ditentukan berdasarkan kurva *load-settlement* dalam beberapa konfigurasi jumlah tiang. Pada penelitian ini, digunakan analisis berbasis metode elemen hingga tiga dimensi. Analisis menggunakan data proyek pembangunan pusat perbelanjaan di Kuningan, Jakarta Selatan sebagai analisa balik untuk mendapatkan kurva *load-settlement* tiang tunggal sebagai verifikasi untuk penelitian ini. Analisis dilakukan untuk memverifikasi nilai efisiensi kelompok tiang pada tanah asli dan tanah lempung homogen.

1.2 Inti Permasalahan

Studi mengenai keberagaman nilai efisiensi kelompok tiang berbasis analisis numerik masih sedikit dilakukan dan banyak studi mengenai formula efisiensi kelompok tiang yang menghasilkan berbagai macam nilai efisiensi. Sehingga, dilakukan studi lanjutan untuk mengetahui efisiensi kelompok tiang berbasis analisis numerik pada tanah lempung.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui daya dukung aksial tekan kelompok tiang dengan beberapa konfigurasi pada tanah asli dan tanah kohesif.
2. Mendapatkan nilai efisiensi daya dukung aksial tekan kelompok tiang dengan menggunakan *software* PLAXIS 3D.
3. Membandingkan nilai efisiensi dengan formula terpublikasi.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada penelitian ini terdiri dari:

1. Penelitian dilakukan menggunakan data proyek pembangunan pusat perbelanjaan di Kuningan, Jakarta Selatan;
2. Data yang digunakan berupa data N_{SPT} data hasil uji Laboratorium dan data uji *loading test*;
3. Pemodelan dilakukan pada tanah asli dan tanah kohesif;
4. Pemodelan dilakukan dengan model material tanah Mohr-Coulomb;
5. Pemodelan fondasi tiang menggunakan *volume-pile* dengan diameter tiang 1 m dan panjang tiang efektif (bagian tiang yang terbenam ke dalam tanah) 48.3 m, 32 m, dan 17 m;
6. Pemodelan dilakukan pada variasi konfigurasi jumlah tiang 2x2, 3x3, 4x4, 5x5;
7. Pemodelan dilakukan pada variasi jarak antar sumbu tiang sebesar 2D, 3D dan 4D (D merupakan diameter tiang);
8. Batasan (*Boundary*) pada pemodelan ini adalah 20D untuk sumbu x dan y serta 2L untuk sumbu z (D merupakan diameter tiang dan L merupakan panjang tiang);
9. 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 berdasarkan informasi yang diperlukan melalui jurnal, buku teks, dan beberapa skripsi terdahulu yang relevan.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dimensi fondasi dan N_{SPT} , dan data uji *loading test* sebagai dasar dalam melakukan analisis dan pemodelan.

3. Pengolahan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan akan diolah dan dianalisis.

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 tiang.

4. BAB 4 DATA DAN ANALISIS DATA

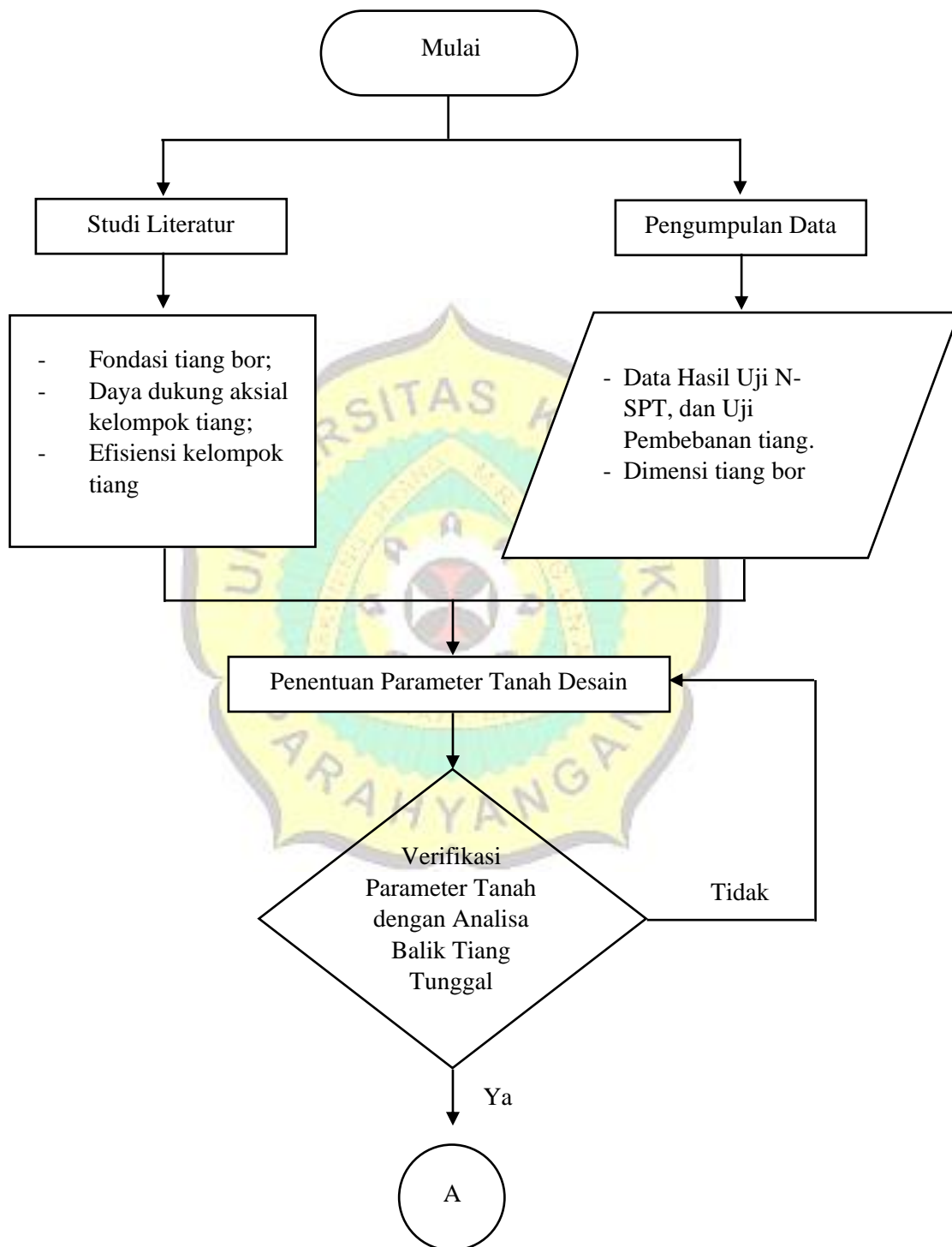
Bab ini akan membahas mengenai pengolahan data dari hasil kurva *load-settlement*.

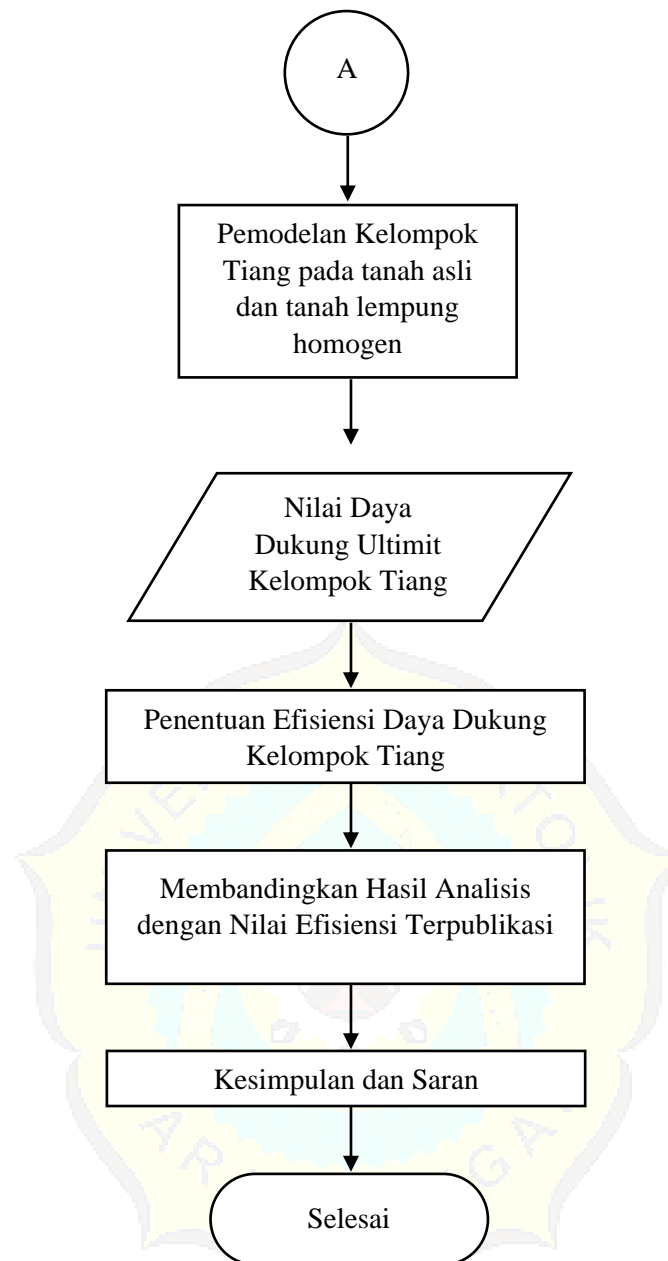
5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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