

**SKRIPSI**

**ANALISIS PONDASI TOGA MENGGUNAKAN  
METODE ELEMEN HINGGA AXIAL SIMETRI**



**IVAN  
NPM : 2015410158**

**PEMBIMBING: Prof. PAULUS PRAMONO RAHARDJO , Ir.,  
MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PONDASI TOGA MENGGUNAKAN  
METODE ELEMEN HINGGA AXIAL SIMETRI**



**IVAN  
NPM : 2015410158**

**PEMBIMBING: Prof. PAULUS PRAMONO RAHARDJO , Ir.,  
MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

**SKRIPSI**

**ANALISIS PONDASI TOGA MENGGUNAKAN METODE  
ELEMEN HINGGA AXIAL SIMETRI**



**IVAN  
NPM : 2015410158**

**BANDUNG, DESEMBER 2019**

**PEMBIMBING:**

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Pramono'.

**Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Ivan

NPM : 2015410158

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: ANALISIS PONDASI TOGA MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA AXIAL SSIMETRI adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019



Ivan

2015410158

# **ANALISIS PONDASI TOGA MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA AXIAL SIMETRI**

ivan  
NPM: 2015410158

Pembimbing : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DESEMBER 2018**

---

## **ABSTRAK**

Pondasi adalah elemen penting di dalam pekerjaan bangunan. Pondasi merupakan sebuah dasar yang menentukan apakah bangunan akan bisa berdiri atau gagal. Hal ini dikarenakan pondasi akan mendistribusikan dan menahan beban struktur bangunan ke atas lapisan tanah setiap pekerjaan bangunan dan berhubungan langsung dengan lapisan tanah agar bangunan dapat berdiri dalam keadaan yang aman. Dalam prakteknya, salah satu kendala dalam konstruksi pondasi adalah tanah lunak. Pada kondisi tanah lunak, pondasi dangkal mengalami Settlement yang besar. Skripsi ini akan meninjau inovasi pondasi dangkal baru bernama Pondasi Toga yang bertujuan untuk mengatasi masalah tanah lunak. Pemodelan pondasi menggunakan Metode Elemen Hingga Axial Simetri untuk melihat besarnya Total Displacement yang terjadi dengan pembebanan tertentu. Penambahan toga dalam desain pondasi ini bertujuan untuk menambah daya dukung pondasi akibat gesekan tanah dengan toga itu sendiri. Hasil Analisis dengan pembebanan merata, untuk mencapai total displacement sebesar 2,5 cm pondasi toga mampu menahan  $q_{all}$  sebesar  $110 \text{ kN/m}^2$

Kata Kunci: Pondasi Toga, Daya Dukung, Metode Elemen Hingga, Axial Simetri.

# **TOGA FOUNDATION ANALYSIS USING FINITE ELEMENT METHOD AXIAL SYMETRY**

ivan  
NPM: 2015410158

Advisor : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING - DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT No. 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
DECEMBER 2019**

---

## **ABSTRACT**

Foundations are important elements in building work. The foundation is a basis that determines whether the building will stand or fail. This is because the foundation will distribute and hold the burden of the structure of the building to the topsoil of each building work so that the building can stand in a safe condition. In practice, one of the obstacles in foundation construction is soft soil. In soft soil conditions, shallow foundations undergo a large settlement. This thesis will review the innovation of a new shallow foundation called Toga Foundation which aims to overcome the problem of soft soils. Foundation modeling uses the Axial Symmetrical Finite Element Method to see the amount of Total Displacement that occurs with certain loading. The addition of toga in the design of the foundation aims to increase the load capacity of the foundation due to soil friction with the toga itself. Results of analysis with uniform loading, to achieve a total displacement of 2.5 cm the toga foundation is able to withstand 110 kN / m<sup>2</sup>

Keywords: Toga Foundation, Load Capacity, Finite Element Method, Axial Symetry.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “ANALISIS PONDASI TOGA MENGGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA AXIAL SIMETRI”. Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan program Strata-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini penulis merasa bersyukur dengan adanya bimbingan, saran, kritik, dan dorongan semangat dari banyak pihak sehingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Orang Tua yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, serta doa yang selalu diberikan kepada penulis.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan semangat dan penuh kasih sayang selama penyusunan skripsi ini
3. Bapak Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph.D., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T. dan Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T., sebagai dosen geoteknik yang telah memberikan banyak masukan dalam penyusunan skripsi ini
4. Stephen Lunardi , Neka Arnando , Andreas Benito , Cornelius George , Haditama Prabowo , Yohannes Suryadinata dan Gilbert Chandra yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini
5. Teman – teman pemuda GKI Kebonjati yang selalu memberikan dukungan moral selama proses pengerjaan skripsi ini
6. Teman – teman Teknik Sipil 2015 selaku keluarga kedua penulis dan yang selalu menjaga kebersamaan selama beberapa tahun menjalankan studi di Teknik Sipil Unpar

Dengan selesainya penyusunan skripsi ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang yang membacanya.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Maka dari itu penulis mengharapkan saran dan kritik untuk kebaikan di masa yang akan datang.

Bandung, Desember 2019



Iyan

2015410158



# DAFTAR ISI

PERNYATAAN .....	i
ABSTRAK .....	iii
ABSTRACT .....	iv
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4 Lingkup Penelitian .....	1-3
1.5 Metode Penelitian .....	1-3
1.6 Diagram Alir Penelitian .....	1-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	1-5
BAB 2 DASAR TEORI .....	2-1
2.1 Pondasi .....	2-1
2.1.2 Pondasi dangkal .....	2-4
2.1.3 Penyelidikan Geoteknik .....	2-5
2.1.4 Daya dukung pondasi .....	2-6
2.2 Pondasi Sumuran .....	2-6

2.2.2 Kelebihan Pondasi sumuran.....	2-8
2.2.3 Kekurangan pondasi sumuran.....	2-8
2.2.4 Kapasitas Daya Dukung Pondasi Sumuran Dari Hasil Sondir .....	2-9
2.3 tanah .....	2-10
2.3.1 Tanah Lunak .....	2-11
2.3.2 Tipe tanah lunak.....	2-12
2.3.3 Permasalahan Tanah Lunak.....	2-14
BAB 3 METODE PENELITIAN .....	3-1
3.1 Parameter Tanah .....	3-1
3.1.1 Penentuan berat isis tanah.....	3-1
3.1.2 Penentuan angka Poison .....	3-2
3.1.3 Penentuan Modulus Elastisitas Tanah.....	3-2
3.1.4 Kuat geser Tanah.....	3-3
3.1.5 Sudut Geser dalam .....	3-4
3.1.6 Penentuan Nilai Elemen antarmuka .....	3-5
3.2 Pondasi Toga .....	3-5
3.3 <i>Finite Element Method</i> .....	3-7
3.4 PLAXIS2D .....	3-8
3.4.1 General Setting.....	3-9
3.4.2 Geometri .....	3-10
3.4.3 Beban dan Kondisi batas .....	3-10
3.4.4 Karakteristik Material.....	3-12
3.4.5 Mesh Generator.....	3-12
3.4.6 Intial Condition .....	3-12
3.4.7 <i>Phreatic Levels</i> .....	3-12
3.4.8 Generate Water Preasure .....	3-13

3.4.9 Generate Initial Stress.....	3-13
BAB 4 ANALISIS DATA .....	4-1
4.1 Parameter Tanah Desain.....	4-1
4.1.1 Kolerasi angka berat isi tanah ( $\gamma$ ).....	4-1
4.1.2 Kolerasi angka poison .....	4-1
4.1.3 Kolerasi kuat geser tanah.....	4-1
4.1.4 Kolerasi Modulus Elastisitas tanah .....	4-1
4.1.5 Kolerasi Sudut geser dalam ( $\phi$ ).....	4-2
4.2 Metode Elemen Hingga.....	4-2
4.2.1 Analisis PLAXIS 2D.....	4-2
4.2.2 Perhitungan dengan Program PLAXIS 2D.....	10
4.3 Hasil Analisis Pemodelan dengan PLAXIS 2D.....	4-10
4.3.1 Total Displacement .....	4-13
4.3.2 Hubungan nilai $q_u$ terhadap <i>Displacement</i> .....	4-19
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	1
DAFTAR PUSTAKA.....	xv

## DAFTAR NOTASI

$\gamma$	=	Berat isi tanah
E	=	Modulus Elastisitas
$\nu$	=	Angka Poisson
$\phi$	=	Sudut geser tanah
A	=	Luas penampang <i>bored pile</i>
Cu	=	Kohesi tanah
E <sub>p</sub>	=	Modulus elastisitas beton
IP	=	Indeks Plastisitas
k	=	koefisien permeabilitas tanah
N <sub>SPT</sub>	=	Nilai SPT
S <sub>u</sub>	=	Kuat geser tanah <i>undrained</i>
W <sub>p</sub>	=	Berat <i>BorePile</i>
SPT	=	Standard <i>Penetration Test</i>
Q <sub>u</sub>	=	Daya Dukung <i>Ultimate</i>
Q <sub>s</sub>	=	Daya Dukung Selimut
Q <sub>p</sub>	=	Daya Dukung Ujung tiang
S	=	<i>Settlement</i>
$\alpha$	=	Faktor Adhesi
LL	=	<i>Liquid Limit</i>
PL	=	<i>Plastic Limit</i>
SL	=	<i>Shrinkage Limit</i>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Ilustrasi Pondasi Toga .....	1- 2
<b>Gambar 1.2</b> Diagram alir .....	1-4
<b>Gambar 2.1</b> Pondasi telapak (Bowles , 1997 ).....	2-2
<b>Gambar 2.2</b> Pondasi Tiang (Bowles, 1997 ).....	2-3
<b>Gambar 2.3</b> Pondasi Sumuran (dokumen.tips/documents/pondasi-sumuran)....	2-7
<b>Gambar 3.1</b> kolerasi antara nilai N-spt dengan kuat geser tak teralir (Terzaghi & peck (1967) serta Sowers (1979)).....	3-4
<b>Gambar 3.2</b> Ilustrasi Pondasi toga .....	3-6
<b>Gambar 3.3</b> Tampak atas pondasi toga.....	3-7
<b>Gambar 4.1</b> <i>Geometry Line</i> .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b> Pemasangan <i>Cluster</i> Pondasi Toga .....	4-3
<b>Gambar 4.3</b> Pemasangan <i>Cluster Pile cap</i> .....	4-3
<b>Gambar 4.4</b> <i>Distributed Load</i> Pondasi toga .....	4-4
<b>Gambar 4.5</b> <i>Distributed Load Pile Cap</i> .....	4-4
<b>Gambar 4.6</b> <i>Generate mesh</i> Pondasi Toga .....	4-7
<b>Gambar 4.7</b> <i>Generate Mesh Pile Cap</i> .....	4-8
<b>Gambar 4.8</b> <i>Generate Phreatic level</i> .....	4-9
<b>Gambar 4.9</b> <i>Initial Stress</i> .....	4-9
<b>Gambar 4.10</b> Langkah menghitung consolidation .....	4-10
<b>Gambar 4.11</b> <i>Extreme total Displacement</i> Pondasi toga .....	4-13
<b>Gambar 4.12</b> <i>Extreme total Displacement pile cap</i> .....	4-14
<b>Gambar 4.13</b> <i>Shading vertical displacement</i> Pondasi Toga .....	4-15
<b>Gambar 4.14</b> <i>Shading Vertical Displacement Pile Cap</i> .....	4-16
<b>Gambar 4.15</b> <i>Vertical displacement pile cap</i> .....	4-17
<b>Gambar 4.16</b> <i>Vertical displacement pile</i> .....	4-17
<b>Gambar 4.17</b> <i>Gaya interface Pile</i> .....	4-18
<b>Gambar 4.18</b> Grafik $q_u$ terhadap <i>displacement</i> .....	4-19

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Facktor Empirik Fb.....	2-10
<b>Tabel 2.2</b> Tabel nilai kadar organic ( soetjiono,2008).....	2-12
<b>Tabel 3.1</b> Nilai Tipikal Berat Isi Tanah ( $\gamma$ ) .....	3-1
(Soil Mechanic, Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962).....	3-1
<b>Tabel 3.2</b> Tabel kolerasi angka Possion (Meyerhoff, 1956) .....	3-2
<b>Tabel 3.3</b> Nilai modulus Young untuk berbagai jenis tanah ( sumber : Bowles 1982) .....	3-3
<b>Tabel 3.4</b> Korelasi Jenis Tanah dengan Sudut Geser Dalam( $\phi$ ) (US Navy 1982 dan AASHTO T99, BS B77 1975).....	3-4
<b>Tabel 3.5</b> Rekomendasi nilai R <sub>inter</sub> (sumber: Brinkgreeve dan Shen, 2011) .....	3-5
<b>Tabel 4.1</b> Tabel Parameter beton .....	4-5
<b>Tabel 4.2</b> Kekuatan Pile cap .....	4-6
<b>Tabel 4.3</b> Kekuatan Pile .....	4-7
<b>Tabel 4.4</b> Parameter tanah yang dimodelkan.....	4-7
<b>Tabel 4.5</b> Nilai q <sub>u</sub> terhadap <i>Displacement</i> dan nilai FK.....	4-11
<b>Tabel 4.6</b> Nilai q <sub>u</sub> terhadap <i>Displacement</i> untuk <i>pile cap</i> .....	4-12

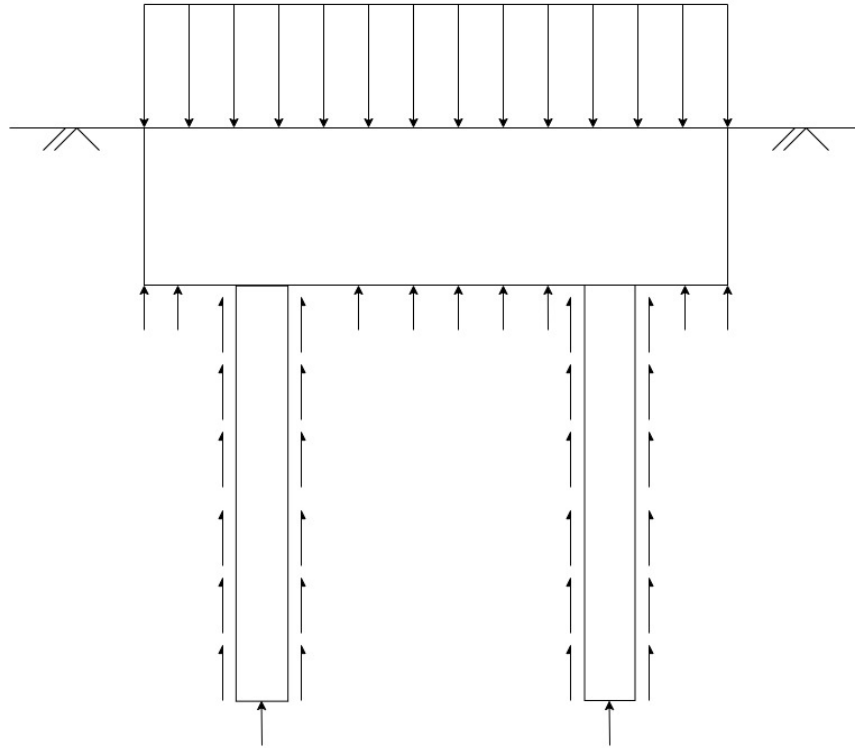
# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pondasi adalah sebuah komponen utama dalam membangun sebuah bangunan. Pondasi merupakan struktur bagian bawah dari bangunan yang berfungsi untuk menopang seluruh beban bangunan dan mengalirkan beban tersebut ke tanah. Pondasi pada umumnya terbagi menjadi dua jenis yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Untuk mendesain sebuah pondasi yang cocok dipakai dalam suatu bangunan diperlukan ilmu dan pengetahuan yang baik mengenai kondisi lapangan di lokasi tersebut karena setiap pondasi memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Kesalahan mendesain pondasi akan berakibat fatal terhadap hasil pembangunan tersebut.

Pembangunan konstruksi diatas tanah lunak merupakan suatu permasalahan yang cukup besar di bidang geoteknik. Hal ini dikarenakan rendahnya daya dukung tanah dan besarnya penurunan yang terjadi. Penggunaan pondasi dangkal pada tanah lunak tidak bisa dikerjakan, karena ada masalah dengan distorsi yang membuat lempengan pecah. Masalahan ini dapat diselesaikan dengan mempertebal lempengan, akan tetapi treatment ini akan menambah berat lempengan sehingga penurunannya akan semakin besar juga. Pondasi Toga ini merupakan sebuah alternative bentuk pondasi yang baru untuk masalah ini. Dinamakan pondasi toga karena pelat bagian atasnya tipis seperti toga dan nantinya akan didukung dengan bagian bawahnya seperti ilustrasi sebagai berikut:



**Gambar 1.1** Ilustrasi Pondasi Toga

Metode yang di pakai dalam menganalisa pondasi Toga ini menggunakan Metode Elemen Hingga. Banyak problem struktur yang tidak memiliki solusi eksak, sehingga Metode Elemen Hingga memiliki manfaat yang besar. Pada problem struktur yang memiliki solusi eksak, nilai peralihan dan tegangan menjadi pegangan untuk mengetahui saat melakukan diskritisasi struktur, yaitu bahwa semakin memperbanyak jumlah elemen, seharusnya memberikan hasil yang semakin mendekati solusi eksak. Sedangkan pada problem struktur yang tidak memiliki solusi eksak, maka Metode Elemen Hingga bermanfaat untuk mengetahui besarnya nilai peralihan dan tegangan dengan cara memperbanyak jumlah elemen (Aprilin, 2018) .

### 1.2 Inti Permasalahan

Konstruksi pondasi dangkal pada tanah lunak terdapat masalah dimana daya dukung tanah lunak rendah. solusinya dengan menggunakan cerucuk ,tiang dan preload akan tetapi solusi ini memakan biaya yang besar. Oleh karena itu perlu



dilakukan analisa daya dukung pondasi toga pada tanah lunak dengan Metode Elemen Hingga uji *axial simetri* menggunakan program PLAXIS 2D untuk mengetahui besar penurunan yang terjadi .

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Studi ini bertujuan untuk menemukan alternative terhadap solusi pondasi dangkal pada tanah lunak dengan membuat jenis pondasi dangkal baru bernama pondasi Toga..

### **1.4 Lingkup Penelitian**

Berikut beberapa hal yang menjadi lingkup permasalahan yang akan dikaji.

1. Tanah dasar yang merupakan tanah lunak dengan lapisan
2. Jenis pondasi yang dipakai adalah pondasi dangkal
3. Analisis daya dukung pondasi akibat pembebanan dilakukan melalui PLAXIS 2D.

### **1.5 Metode Penelitian**

Untuk melaksanakan penelitian ini beberapa metode yang digunakan adalah:

- **Studi Pustaka**

Pada tahapan ini dilakukan studi pustaka, yaitu menyusun dan merumuskan landasan-landasan teori yang berkaitan dengan penelitian ini melalui berbagai sumber. Sumber informasi yang digunakan berasal dari literatur, jurnal, artikel, manual, dan informasi yang berkaitan dari internet.

- **Pengumpulan Data**

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian yaitu:

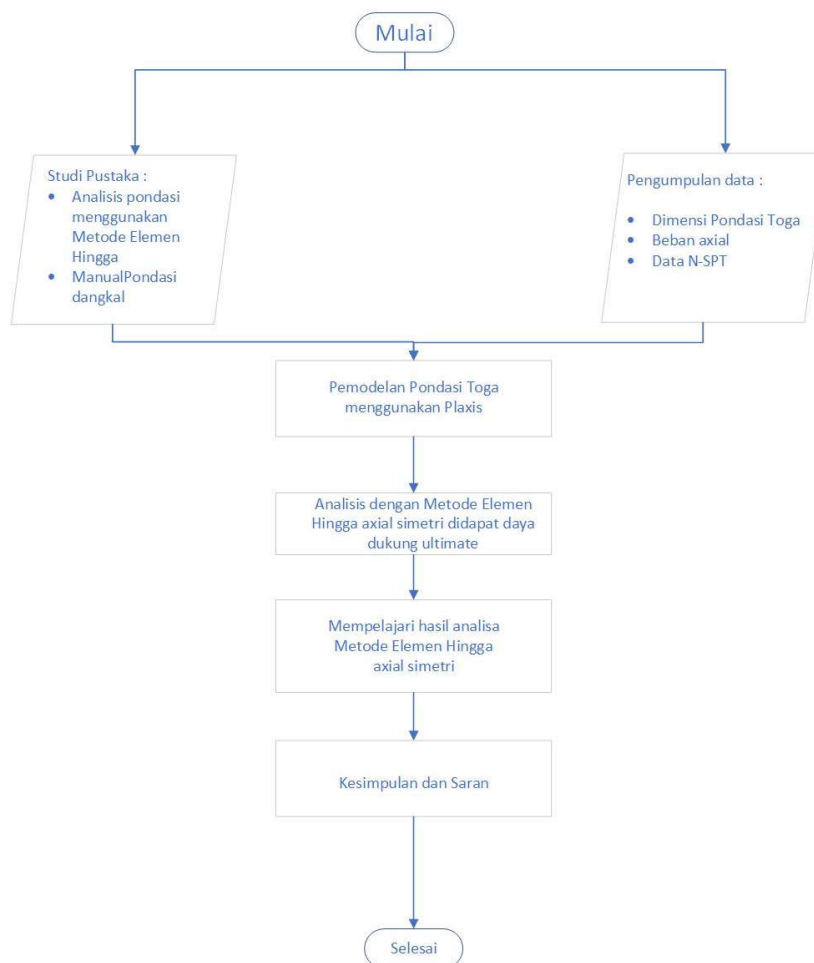
1. Data Tanah (N-SPT)
2. Data lapisan tanah
3. Dimensi Pondasi

### • Pengolahan Data dan Analisis

Analisa data yang dilakukan dengan Metode Elemen Hingga *Axial simetri* menggunakan program PLAXIS 2D untuk mengetahui stabilitas pondasi , konsolidasi dan daya dukung *ultimate*

### 1.6 Diagram Alir Penelitian

Proses penyusunan skripsi ini dapat digambarkan dengan diagram alir seperti pada Gambar 1.2. Proses analisis dimulai dengan pengumpulan data serta melakukan studi pustaka yang berkaitan dengan Penelitian. Setelah mengumpulkan data yang dibutuhkan, langkah berikutnya adalah melakukan analisis pondasi toga menggunakan Program PLAXIS untuk mengetahui *Displacement* yang terjadi



**Gambar 1.2** Diagram alir

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab yang disusun sebagai berikut:

- 1) **BAB 1 PENDAHULUAN**  
Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, sistematika penulisan, dan metodologi penelitian yang akan digunakan.
- 2) **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**  
Pada bab ini diuraikan mengenai landasan-landasan teori yang menjadi acuan dalam proses perhitungan dan penulisan skripsi ini.
- 3) **BAB 3 METODE PENELITIAN**  
Pada bab ini diuraikan tentang tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian untuk memperoleh hasil penelitian.
- 4) **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**  
Pada bab ini dideskripsikan mengenai Pondasi Toga yang menjadi objek analisis, dasar parameter yang diperlukan dalam menganalisis metode elemen hingga. Selain itu juga dilakukan analisis dalam metode elemen hingga.
- 5) **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**  
Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan hasil akhir penelitian skripsi serta saran berdasarkan kesimpulan yang diperoleh.