

SKRIPSI

**PENGARUH GALIAN TERHADAP PONDASI DALAM
PADA TANAH LUNAK
STUDI KASUS DI JAKARTA**



**CINDY ANGELINA
NPM: 2014410116**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE.,
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
JUNI 2018**

SKRIPSI

**PENGARUH GALIAN TERHADAP PONDASI DALAM
PADA TANAH LUNAK
STUDI KASUS DI JAKARTA**



**CINDY ANGELINA
NPM: 2014410116**

BANDUNG, 26 JUNI 2018

PEMBIMBING

**PEMBIMBING : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE.,
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
JUNI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Cindy Angelina

NPM : 2014410116

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: **PENGARUH GALIAN TERHADAP PONDASI DALAM PADA TANAH LUNAK STUDI KASUS DI JAKARTA** 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, 26 Juni 2018



Cindy Angelina

2014410116

PENGARUH GALIAN TERHADAP PONDASI DALAM PADA TANAH LUNAK STUDI KASUS DI JAKARTA

**Cindy Angelina
NPM: 2014410116**

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., 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
JUNI 2018**

ABSTRAK

Di lapangan, kerap terjadi kegagalan pondasi tiang yang telah dipancang disebabkan adanya galian pada sekitar area tersebut. Pada tanah lunak, deformasi tanah akibat galian akan cukup besar dan berpengaruh kepada pondasi tiang. Melalui studi kasus, penulis ingin mengetahui jarak yang aman antara galian terhadap pondasi tiang pancang yang telah dipasang. Studi dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan program Plaxis 2D. Dari hasil analisis, diketahui bahwa galian dengan kemiringan 1:4 yang aman terhadap pondasi tiang yang telah dipasang adalah sejauh 40 meter dari pondasi tiang. Untuk menjaga stabilitas pondasi tiang dari adanya pekerjaan galian pada tanah lunak, perlu dilakukan tahap konstruksi galian yang benar yaitu dimulai dari kedalaman yang dangkal dan bertahap ke arah horizontal agar deformasi tidak terlalu besar sehingga pondasi tiang yang telah dipasang tetap stabil.

Kata kunci: Galian, Pondasi Tiang, Tanah Lunak

THE EFFECT OF EXCAVATION TOWARDS DEEP FOUNDATION ON SOFT SOILS CASE STUDY AT JAKARTA

**Cindy Angelina
NPM: 2014410116**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XII/2013)
BANDUNG
JUNE 2018**

ABSTRACT

In the project site, there are often failures of pile foundation that have been driven due to the excavation around the area. In soft soils, the deformation of excavated soil will be quite large and can affect the stability of the soils. Through case study, the writer wants to study safe distance between the excavation and the pile foundation that have been installed. The study was conducted by finite element method using 2D Plaxis program. From the analysis results, it is known that the 1: 4 slope is safe against the foundation of the pile that has been installed is as far as 40 meters from the pile foundation. To maintain the stability of the pile foundation of the excavation work on soft soil, it is necessary to do the proper construction stage starting from shallow depth and gradually in horizontal direction so that the deformation is limited and the pile foundation that has been installed remains stable.

Keywords: Excavation, Pile, Soft Soils

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang telah memberkati penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi berjudul *Pengaruh Galian Terhadap Pondasi Dalam Pada Tanah Lunak Studi Kasus di Jakarta* dengan baik. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi syarat kelulusan dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Proses penyusunan skripsi ini memang tidak mudah dan penuh tantangan. Proses inilah yang telah dilalui penulis sehingga membuat penulis memiliki pengalaman yang lebih dalam bidang penelitian. Penulis menyadari bahwa penulis mendapat banyak dukungan dan bantuan untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Orangtua penulis yang telah memberikan cinta kasih, semangat, motivasi, dan hal teknis lainnya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo sebagai dosen pembimbing, panutan, sumber inspirasi bagi penulis untuk tetap semangat menyelesaikan skripsi ini. Banyak pengalaman, canda, dan kebersamaan yang diberikan selama proses membimbing penulis. Penulis sangat berterimakasih atas kesempatan yang diberikan oleh Bapak Prof. Paulus Pramono sehingga penulis bisa mendapatkan pengalaman berharga dan pelajaran hidup selain dalam bidang geoteknik.
3. Ibu Siska Rustiani sebagai dosen wali dan dosen geoteknik yang telah memberikan semangat, masukan, dan motivasi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Bapak Budijanto Widjaja, Ibu Anastasia Sri Lestari, Ibu Rinda, dan Bapak Aswin Lim sebagai dosen geoteknik yang telah berkontribusi memberikan ilmu selama perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
5. Garry Mahendra yang telah setia menemani, mendukung, menyemangati, mendoakan dan menjadi pacar yang selalu menghibur selama penulis menyusun skripsi ini.

6. Kak Aflizal Arafianto yang telah bersedia menuntun penulis dan membagi ilmunya kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
7. Ko Kirana yang telah dengan sabar membantu, memberikan waktunya, dan memberi arahan kepada penulis ketika penulis mengalami kendala.
8. Ko Michael Sutoyo yang telah memberikan waktu dan berbagi ilmu kepada penulis ketika penulis menghadapi kendala.
9. Teman – teman seperjuangan skripsi yang bersama-sama berjuang, saling mendukung hingga berbagi canda tawa.

Penulis menyadari banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini, penulis sangat mengapresiasi jika ada saran dan kritik untuk skripsi ini sehingga skripsi ini dapat lebih baik dan berguna bagi semua orang yang membaca.

Bandung, 24 Juni 2018



Cindy Angelina

2014410116

DAFTAR ISI

ABSTRAK	I
ABSTRACT	III
PRAKATA	V
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	IX
DAFTAR GAMBAR	XI
DAFTAR TABEL	XIII
DAFTAR LAMPIRAN	XV
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Galian	2-1
2.1.1 Pengaruh Galian	2-1
2.1.2 Kegagalan pada Galian	2-1
2.2 Pondasi Tiang	2-2
2.2.1 Faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Pondasi Tiang	2-3
2.3 Klasifikasi dan Parameter Tanah	2-3
2.3.1 Jenis Tanah	2-3
2.3.2 Klasifikasi tanah kohesif	2-5
2.3.3 Berat Volume Tanah	2-5
2.3.4 Modulus Tanah	2-6
2.3.5 Poisson's Ratio	2-9
2.3.6 Kohesi	2-9
2.3.7 Sudut Geser Dalam	2-11
2.3.8 Koefisien Permeabilitas Tanah	2-11

2.4 Tekanan Air Pori.....	2-12
2.4.1 Tekanan Air Pori Hidrostatik.....	2-12
2.4.2 Tekanan Air Pori Ekses	2-13
2.5 Teori Mohr - Coulomb.....	2-13
2.6 <i>Undrained</i> Analisis	2-14
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Pengumpulan Data.....	3-1
3.2 Tahap Penentuan Parameter Tanah.....	3-1
3.2.1 Penentuan Modeling <i>Undrained</i> Analisis.....	3-1
3.2.2 Elevasi Muka Air Tanah.....	3-1
3.3 Metode Analisis	3-2
3.4 Metode Elemen Hingga	3-2
3.5 Program Plaxis 2D Versi 8	3-3
3.6 Tahapan Pemodelan yang Digunakan pada Program Plaxis 2D	3-3
3.6.1 Pelat	3-3
3.6.2 Antarmuka	3-4
3.6.3 Model Mohr-Coulomb.....	3-5
3.6.4 Tekanan Air Pori.....	3-6
3.6.5 Tahapan Konstruksi.....	3-6
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1 Deskripsi Umum Lokasi Penelitian	4-1
4.2 Menentukan Jenis Tanah pada Setiap Lapisan	4-3
4.3 Data Uji Laboratorium.....	4-4
4.4 Korelasi Nilai Kohesi Terhadap N-SPT	4-4
4.5 Menentukan Modulus Elastisitas	4-6
4.6 Tahapan Input Program Plaxis.....	4-12
4.7 Hasil Analisis.....	4-16
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	XVII

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

c	: kohesi
E	: Modulus elastisitas
E_{50}	: Modulus <i>secant</i>
EA	: Kekakuan aksial
EI	: Kekakuan lentur
E_{ur}	: Modulus <i>unloading reloading</i>
i	: Gradien hidraulik
k	: Koefisien permeabilitas
q_u	: Kuat geser
S_u	: Kuat geser tak teralir
u	: Tekanan air pori
u_e	: Tekanan air pori eksres
u_h	: Tekanan air pori hidrostatik di suatu titik pada tanah
V	: Kecepatan (fluida)
w	: Berat
γ	: Berat isi tanah
Φ	: Sudut geser
Ψ	: Sudut dilantasi
γ_{dry}	: Berat isi tanah kering
γ_{sat}	: Berat isi tanah jenuh
σ	: Tegangan
σ_3	: Tegangan keliling
σ_h	: Tegangan keliling di lapangan
σ_v'	: Tegangan efektif
τ	: Tegangan
ν	: Angka Poisson

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	1-4
Gambar 2.1 <i>Tension crack</i> pada galian	2-2
Gambar 2.2 <i>Sliding</i> pada galian	2-2
Gambar 2.3 Definisi E_0 dan E_{50} untuk hasil uji triaxial terdrainase standar (manual PLAXIS)	2-6
Gambar 2.4 <i>Real soil behavior</i> (Gouw, 2014).....	2-7
Gambar 2.5 Pemodelan Mohr Coulomb (Gouw, 2014)	2-8
Gambar 2.6 E_{ur} lebih besar dari E_{50} (Gouw, 2014).....	2-8
Gambar 2.7 Grafik korelasi N-SPT dengan S_u (Terzaghi & Peck, 1967; Sowers, 1979).....	2-10
Gambar 2.8 Teori Mohr Coulomb (sumber: https://dokumen.tips/download/link/sudut-geser-dalam).....	2-14
Gambar 3.1 Pembagian Elemen pada Metode Elemen Hingga.....	3-2
Gambar 3.2 Pemodelan Pelat pada Program Plaxis 2D.....	3-4
Gambar 3.3 Pemodelan antarmuka pada program Plaxis 2D.....	3-5
Gambar 3.4 Parameter <i>input</i> Mohr-Coulomb.....	3-6
Gambar 4.1 Lokasi studi.....	4-1
Gambar 4.2 Kegagalan pondasi pada lokasi studi	4-1
Gambar 4.3 Denah lokasi galian, pondasi tiang <i>existing</i> , dan <i>bore hole</i> pada daerah proyek lokasi studi.....	4-2
Gambar 4.4 Grafik korelasi lokal S_u terhadap N-SPT	4-5
Gambar 4.5 Grafik sebaran nilai c_u	4-6
Gambar 4.6 Menentukan E_u dari data uji triaxial	4-7
Gambar 4.7 E_{50} vs σ_3 untuk BH0-1 kedalaman 23.5-24 m	4-8
Gambar 4.8 E_{50} vs σ_3 untuk BH0-1 kedalaman 40-40.5 m	4-9
Gambar 4.9 E_{50} vs σ_3 untuk BH0-5 kedalaman 22-22.5 m	4-9
Gambar 4.10 E_{50} vs σ_3 untuk BH0-5 kedalaman 40-40.5 m	4-10
Gambar 4.11 Empirical correlation between ϕ' and PI for NC Clay (U.S. Navy, 1971; Ladd, et al., 1977)	4-11
Gambar 4.12 Grafik korelasi lokal E_u terhadap NSPT	4-12

Gambar 4.13 <i>General Settings</i> pada Program <i>Plaxis</i>	4-12
Gambar 4.14 <i>General Settings</i> pada Program <i>Plaxis</i> (<i>Tab Kedua</i>)	4-13
Gambar 4.15 Pemodelan Lapisan Tanah dan Tiang Pancang pada Program <i>Plaxis</i>	4-13
Gambar 4.16 Input Jenis Material pada Program <i>Plaxis</i>	4-14
Gambar 4.17 Pemodelan Galian dan Tiang Pancang.....	4-14
Gambar 4.18 Pemodelan Galian	4-15
Gambar 4.19 Input Parameter Setiap Lapisan Tanah	4-16
Gambar 4.20 Bending Momen Tiang 1 Galian 1 Hingga 4 Kedalaman 1 Meter.....	4-18
Gambar 4.21 Bending Momen Tiang 2 Galian 1 Hingga 4 Kedalaman 1 Meter.....	4-18
Gambar 4.22 Bending Momen Tiang 3 Galian 1 Hingga 4 Kedalaman 1 Meter.....	4-18
Gambar 4.23 Deformasi Tanah Saat Dilakukan Galian 5.5 Meter Dengan Jarak 10 Meter Dari Pondasi.....	4-19
Gambar 4.24 Kurva Hubungan Momen Maksimum Tiang 1 Dengan Jarak Galian Ke Pondasi Tiang	4-19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Soil Type and Particle Size (Australian Standard AS1726 – 1993 on Site Investigations)</i>	2-4
Tabel 2.2 Korelasi <i>relative density</i> dengan nilai SPT (Terzaghi & Peck, 1948). 2-4	
Tabel 2.3 <i>Consistency of cohesive soils</i> (Burt Look)	2-5
Tabel 2.4 Nilai tipikal berat volume tanah (<i>Soil mechanics and foundation</i> , Jhon Wiley & Sons, 1962).....	2-6
Tabel 2.5 Kisaran berat volume tanah untuk jenis tanah kohesif (<i>Soil Mechanics</i> , Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962)	2-6
Tabel 2.6 <i>Modulus of Elasticity</i> (Coduto, 2002)	2-8
Tabel 2.7 Perkiraan Poisson's ratio tanah (Bowles, 1997)	2-9
Tabel 2.8 Korelasi nilai q_u dengan data N-SPT (Terzaghi & Peck, 1967)	2-10
Tabel 2.9 Perkiraan nilai sudut geser dalam ϕ (Bowles,1997)	2-11
Tabel 2.10 Nilai koefisien permeabilitas tanah (after Duncan, 2001).....	2-12
Tabel 2.11 Modeling Undrained Analysis (Gouw, 2014).....	2-14
Tabel 3.1 Kisaran nilai Rinter (Brinkgreve dan Shen, 2011)	3-5
Tabel 4.1 Koordinat dan jarak <i>bore hole</i> yang digunakan	4-3
Tabel 4.2 Jenis tanah dan konsistensinya berdasarkan BH0 - 5.....	4-3
Tabel 4.3 Jenis tanah dan konsistensinya berdasarkan BH0 - 3.....	4-3
Tabel 4.4 Jenis tanah dan konsistensinya berdasarkan BH0 - 8.....	4-4
Tabel 4.5 Nilai E_{50} , σ_3 , dan NSPT dari BH0-1 dan BH0-5.....	4-7
Tabel 4.6 Nilai σ_h' , E_u , dan NSPT	4-11
Tabel 4.7 Nilai Bending Momen dan Jarak Galian Ke Tiang Pancang untuk Kedalaman Galian 1 Meter	4-16
Tabel 4.8 Nilai Bending Momen dan Jarak Galian Ke Tiang Pancang untuk Kedalaman Galian 2.5 Meter	4-17
Tabel 4.9 Nilai Bending Momen dan Jarak Galian Ke Tiang Pancang untuk Kedalaman Galian 5.5 Meter	4-17

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA BOR LOG	L1
LAMPIRAN 2 INDEX PROPERTIES.....	L2
LAMPIRAN 3 UJI KUAT GESER TANAH	L3
LAMPIRAN 4 SPESIFIKASI TIANG PANCANG STANDAR JHS	L4
LAMPIRAN 5 GRAFIK NSPT DARI 3 BOR HOLE	L5
LAMPIRAN 6 PARAMETER TIAP LAPISAN TANAH.....	L6

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pekerjaan galian dapat menimbulkan permasalahan terhadap pondasi tiang di sekitarnya. Kestabilan dari pondasi tiang akan berkurang akibat dilakukan pekerjaan galian pada area sekitar pondasi tiang tersebut. Galian tanah yang cukup besar menyebabkan terjadinya perubahan tegangan dan regangan pada tanah sehingga menimbulkan deformasi. Deformasi tersebut dapat membuat pondasi di sekitar galian harus menahan momen yang besar sehingga dapat terjadi kegagalan atau patah pada pondasi tiang.

Pondasi tidak dapat menahan gaya momen dan gaya geser tambahan yang muncul akibat deformasi tanah sehingga membuat pondasi tersebut mengalami defleksi atau patah. Pondasi tiang yang *collapse* atau bahkan patah akan menyebabkan kerugian yang besar untuk pihak kontraktor ataupun *owner* dari proyek yang dikerjakan. Kerugian tersebut akan menjadi sangat besar karena dibutuhkan perencanaan kembali untuk memperbaiki pondasi tiang yang *collapse* dan patah. Bukan hanya kerugian material dan biaya, tapi juga kerugian dalam bentuk waktu akan sangat signifikan terjadi akibat adanya perbaikan untuk pondasi tiang tersebut ataupun perencanaan ulang. Akibat dari kerugian tersebut akan menimbulkan kerugian lainnya sehingga kegagalan pondasi tiang akibat dilakukannya galian pada area tersebut perlu dihindari.

1.2 Inti Permasalahan

Galian tanah yang cukup dalam pada tanah lunak akan membuat perubahan tegangan dan regangan pada tanah sekitarnya sehingga menimbulkan deformasi. Saat galian berlangsung, terjadi gerakan tanah yang dapat menimbulkan gaya momen yang melebihi kapasitas momen pondasi tiang yang telah dipasang.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini antara lain:

1. Menganalisis pengaruh galian pada tanah lunak terhadap pondasi tiang yang telah dipasang.
2. Menentukan jarak galian yang aman terhadap stabilitas pondasi tiang yang telah dipasang.
3. Mengorelasi besar momen akibat galian terhadap jarak galian dengan pondasi tiang yang telah dipasang.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian skripsi ini adalah:

1. Mengumpulkan data lapangan dan uji laboratorium untuk menentukan parameter tanah pada lokasi proyek yang ditinjau.
2. Analisis pengaruh dimensi galian (kemiringan 1:4) terhadap stabilitas pondasi tiang yang sudah dipasang.
3. Analisis data menggunakan metode elemen hingga.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Pustaka
Pengumpulan teori-teori yang digunakan dalam mengerjakan skripsi mengenai galian tanah, tanah lunak, analisis pondasi tiang, dan efek galian terhadap pondasi tiang berdasarkan studi literatur.
2. Pengumpulan data
Data yang digunakan untuk analisis adalah data parameter tanah, profil tanah, dimensi galian, dimensi pondasi tiang, kondisi lapangan, dan jarak galian terhadap pondasi tiang *existing*.
3. Analisis data
Analisis yang akan dilakukan dalam skripsi ini menggunakan metode elemen hingga untuk mengetahui deformasi dan gaya dalam yang timbul pada pondasi tiang *existing* akibat pekerjaan galian.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini melalui beberapa tahap, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode studi, sistematika penulisan, dan diagram alir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori yang akan digunakan dalam analisis.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Berisi data-data dan metode yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 ANALISIS DATA

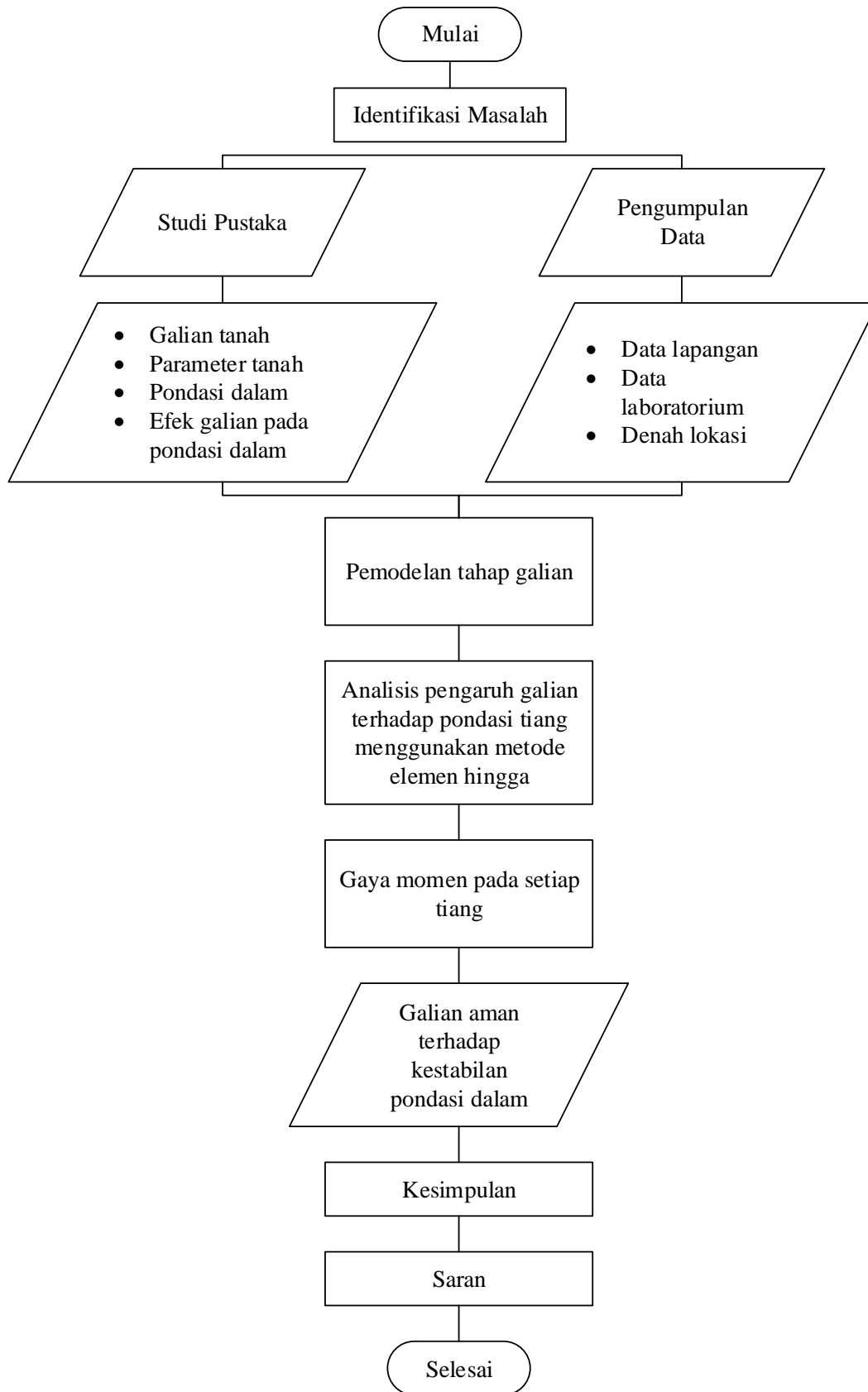
Berisi perhitungan kapasitas momen dan geser pada pondasi tiang dan deformasi pada galian.

BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dan saran untuk skripsi ini.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Skripsi ini dikerjakan dengan beberapa langkah yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data baik melalui studi pustaka maupun data lapangan. Kemudian dilakukan analisis pengaruh galian terhadap pondasi tiang pada tanah lunak sehingga didapat kesimpulan dan saran. Gambar 1.1 adalah diagram alir untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam skripsi ini.



Gambar 1.1 Diagram Alir