

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANCANGAN TERHADAP
GERAKAN LATERAL PADA TANAH LUNAK,
STUDI KASUS DI SURABAYA**



**JEREMY ANTONIO SUWONDO
NPM : 2014410131**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)
BANDUNG
JUNI 2018**

SKRIPSI

**PENGARUH PEMANCANGAN TERHADAP
GERAKAN LATERAL PADA TANAH LUNAK,
STUDI KASUS DI SURABAYA**



**JEREMY ANTONIO SUWONDO
NPM : 2014410131**

BANDUNG, 8 JUNI 2018

PEMBIMBING

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)**

**BANDUNG
JUNI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Jeremy Antonio Suwondo

NPM : 2014410131

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: Pengaruh Pemancangan Terhadap Gerakan Lateral Pada Tanah Lunak, Studi Kasus di Surabaya 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, Juni 2018



Jeremy Antonio

2014410131

**PENGARUH PEMANCANGAN TERHADAP
GERAKAN LATERAL PADA TANAH LUNAK,
STUDI KASUS DI SURABAYA**

**Jeremy Antonio
NPM: 2014410131**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)
BANDUNG
JUNI 2018**

ABSTRAK

Pemancangan tiang akan merubah struktur tanah dan mempengaruhi keadaan tanah disekitar lokasi pemancangan tersebut. Pada skripsi ini akan meninjau besar dari efek desakan tanah akibat pemancangan di tanah lunak. Penelitian ini dilakukan di daerah Surabaya dimana pada proyek tersebut dilakukan uji CPTu sebanyak 9 titik untuk penyelidikan tanah. Dalam penelitian ini akan dilakukan analisis metode elemen hingga dengan menggunakan program PLAXIS 2D. Berdasarkan hasil tanah dari uji CPTu didapatkan korelasi parameter dan stratifikasi tanah. Selama pemancangan telah terjadi pergerakan pada tanah terhadap displacement sehingga dapat diketahui seberapa jauh jarak yang berpengaruh terhadap suatu bangunan/struktur akibat pemancangan di tanah lunak. Hasil analisis menggunakan program PLAXIS menunjukkan daerah pada lapisan tanah yang memiliki tekanan air pori eksese yang maksimum dan dapat disimpulkan bahwa jarak yang berpengaruh akibat pemancangan ditentukan oleh kedalaman muka air tanah, jenis tanah, dan *displacement* yang diberikan.

Kata kunci : pemancangan tiang, pergerakan lateral, tanah lunak, tekanan air pori eksese

THE EFFECT OF PILE DRIVING TOWARDS LATERAL MOVEMENT ON THE SOFT SOILS, STUDY CASE IN SURABAYA

**Jeremy Antonio
NPM: 2014410131**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)
JUNE 2018**

ABSTRACT

The pile driving will change the soil structures and affect the condition of the soil around the site of the pile driving. In this thesis will review the great effect of soil pressure due to pile driving in soft soil. This research was conducted in Surabaya area where the project was conducted 9 point CPTU tests for land investigation. This research will be analyzed with finite element method by using PLAXIS 2D program. Based on the soil results from the CPTu test, the parameter correlation and soil stratification were obtained. During the pile driving there has been movement on the ground against displacement so that it can be known how far the distance affecting a building / structure due to pile driving in soft soil. The results of the analysis using the PLAXIS program show the area on the soil layer that has maximum excess pore pressures and it can be concluded that the distances that affecting due to the pile driving are determined by the depth of groundwater, soil type, and displacement given.

Keywords: pile driving, lateral movement, soft soil, excess pore pressure

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas cinta dan kasihNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Pengaruh Pemancangan Terhadap Gerakan Lateral Pada Tanah Lunak, Studi Kasus di Surabaya*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari hambatan dan rintangan yang penulis hadapi dalam proses menyelesaikannya. Namun dengan bantuan, saran, nasehat, semangat, dan kritik yang penulis terima dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh sebab itu, penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Papi, Mami, Ci Trixie, Ci Ola, dan Ko Gio yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta dukungan selama pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan perhatian, waktu, tenaga, dan ilmunya untuk penulis dalam proses penyelesaian penulisan skripsi ini.
3. Bapak Aswin Lim, Ph. D., Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., M.T., Bapak Budijanto Widjaja, S.T., M.T., Ph. D., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis.
4. Bapak Stefanus Diaz Alvi, S.T., dan Andreas Erdian Ahiap yang telah memberikan bantuan dan waktunya kepada penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Kepada seluruh staf kantor *Geotechnical Engineering Consultants* yang telah membantu penulis untuk lebih memahami dan membantu kelengkapan data yang diperlukan untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Bima Atmaja, Cindy Angelina, Tanti Muliati, Samuel, Alyvia Jacinda, Findlay Adelwin, dan Variant Giovanni sebagai kawan seperjuangan dalam penyelesaian skripsi Geoteknik.

7. Keluarga besar Paduan Suara St. Lucia yang telah membantu penulis untuk tetap semangat dan bahagia selama penulisan skripsi, terutama Vinny Rinaldi, S. AB., yang telah meminjamkan 'Winni B6866VOQ' untuk menemani penulis berpergian.
8. Keluarga Aikido Dojo UNPAR yang membantu penulis untuk bisa fokus dan semangat selama penulisan skripsi.
9. Keluarga Besar Teknik Sipil UNPAR yang telah membantu dan menyediakan fasilitas untuk penulis dari awal masa perkuliahan penulis tahun 2014 sampai dengan saat ini, baik dari akademis maupun non-akademis.
10. Semua pihak yang telah membantu, memberi semangat, dan menghibur penulis selama masa perkuliahan dan penulisan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna, dan sangat berterima kasih kepada saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini lebih baik lagi. Dibalik kekurangan yang ada, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi orang yang membacanya di kemudian hari.

Bandung, Juni 2018



Jeremy Antonio

2014410131

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Pembahasan	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-2
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Tanah Lunak	2-1
2.2 Pondasi Tiang Pancang	2-2
2.2.1 Metode Pemancangan <i>jack in</i>	2-4
2.3 Teori <i>cavity expansion</i>	2-8
2.3.1 Reaksi Elastis	2-9
2.3.2 Reaksi Elastis-plastis	2-10
2.3.3 Hasil	2-11
2.4 Tekanan air pori tanah	2-14
2.5 Uji Sondir	2-16
2.5.1 Piezocone	2-17
2.5.2 Interpretasi Hasil Uji	2-22
2.6 Interpretasi Hasil Pengeboran dan Pengujian Penetrasi Standard	2-30
2.6.1 Modulus Tanah	2-31

2.6.2 Kuat Geser Tanah.....	2-32
BAB 3 METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Metode Elemen Hingga.....	3-1
3.2 PLAXIS	3-2
3.2.1 Pemodelan Mohr Coulomb	3-4
3.2.2 Pemasukkan Data.....	3-6
3.2.3 Perhitungan Data.....	3-8
3.2.4 Hasil Perhitungan Data	3-8
3.3 Area Ratio.....	3-9
3.4 Metode Lo & Stemac (1965).....	3-10
3.5 Metode Poulos & Davis (1980).....	3-11
BAB 4 ANALISIS DATA.....	4-1
4.1 Deskripsi Proyek	4-1
4.2 Kondisi Tanah	4-2
4.3 Parameter Tanah Desain.....	4-3
4.4 Analisis Tiang Pancang Pada CPTu-09.....	4-4
4.4.1 Analisis Perhitungan <i>Displacement</i> dengan Program PLAXIS	4-4
4.4.2 Hasil Program PLAXIS	4-9
4.4.3 Perbandingan Hasil Program PLAXIS dengan Metode Poulos & Davis, 1980	4-18
BAB 5 SARAN DAN KESIMPULAN	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....	xix

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas Area
a_0	: Jari-jari rongga
A_c	: Luas Area dari pusat tiang ke titik tinjauan, Metode <i>Area Ratio</i>
A_f	: Parameter tekanan air pori Skempton
A_p	: Luas tiang pancang
B_q	: Parameter tekanan air pori
C	: Kohesi
CPT_u	: Uji <i>Piezocone</i>
E	: Modulus Young
f_s	: Gesekan selimut
FR	: <i>Friction Ratio</i>
H	: Kedalaman
K_0	: Koefisien tekanan tanah pada kondisi <i>at-rest</i>
P_0	: Tekanan hidrostatik
R	: Radius dari pusat tiang ke titik tinjauan, Metode <i>Area Ratio</i>
r	: radius tiang
S_u	: Kuat geser tak terdrainase
t	: Waktu
u	: Tekanan air pori
u_0	: Tekanan air pori in situ
u_2	: Tekanan air pori terukur di belakang konus
Δu	: Tekanan air pori eksres
α	: Sudut
φ	: Sudut geser dalam
σ_z	: Tenggangan vertikal
NT	: Titan Normal (Keroco)
NT	: Titan Normal (Keroco)
NT	: Titan Normal (Keroco)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir	1-4
Gambar 2. 1 Pondasi Tiang Pancang (http://www.iklanpraktis.com/pondasi-tiang-pancang.html)	2-4
Gambar 2. 2 Metode Pemancangan <i>jack in</i> (http://banjarmasinpancang.blogspot.com/p/hspd.html)	2-7
Gambar 2.3 Kurva ekspansi tekanan khas untuk rongga silinder (Hai-Sui Yu, 1990)	2-11
Gambar 2.4 Bagian awal dari kurva ekspansi tekanan khas untuk rongga silinder (Hai-Sui Yu, 1990).....	2-11
Gambar 2.5 Variasi tekanan batas dengan sudut dilasi (Hai-Sui Yu, 1990).....	2-12
Gambar 2.6 Distribusi tegangan untuk ekspansi rongga silinder dengan $\psi = 0^\circ$ (Hai-Sui Yu, 1990).....	2-12
Gambar 2.7 Kurva kontraksi tekanan tipikal untuk rongga silinder pada plot linier (Hai-Sui Yu, 1990).....	2-13
Gambar 2.8 Kurva kontraksi tekanan plastik tipikal untuk rongga silinder pada logaritmik (Hai-Sui Yu, 1990)	2-13
Gambar 2.9 Ringkasan pengukuran tekanan air pori (Poulos dan Davis, 1980)	2-15
Gambar 2.10 Beberapa jenis <i>Piezocone</i> dengan variasi lokasi elemen pori	2-18
Gambar 2.11 <i>Piezocone</i> (Zuidberg, 1988).....	2-19
Gambar 2.12 Klasifikasi tanah berdasarkan hasil CPTu (Robertson dkk, 1986).....	2-21
Gambar 2.13 Contoh sederhana Interpretasi Hasil Uji Sondir (Schmertmann, 1978)	2-23
Gambar 2.14 Evaluasi Hasil Uji Sondir dengan Kuat Geser Tanah Lempung Berdasarkan Hasil Uji Geser Baling (Begemann)	2-24
Gambar 2.15 Rasio kekakuan, E/S_u (Ladd et al., 1977).....	2-26
Gambar 2.16 Parameter koefisien konsolidasi (ch)	2-29
Gambar 2.17 Parameter permeabilitas (kh)	2-29

Gambar 2.18 Prosedur kerja dari uji penetrasi standard (Mayne et al, 2002)	2-30
Gambar 2. 19 Pemodelan modulus secant pada grafik tegangan – regangan.....	2-31
Gambar 2.20 Korelasi kuat geser tanah dan NSPT (Terzaghi and Peck,1967 & Sowers, 1979)	2-32
Gambar 3.1 Titik, garis, klaster dalam Plaxis (Plaxis b.v2. 2002)	3-3
Gambar 3.2 Pembagian Elemen-Elemen Segitiga pada Cluster (Plaxis b.v2. 2002)	3-4
Gambar 3.3 Titik Nodal pada Elemen (Plaxis b.v2. 2002).....	3-4
Gambar 3.4 Titik Tegangan pada Elemen (Plaxis b.v2. 2002).....	3-4
Gambar 3.5 Pemodelan Mohr-Coulomb (http://library.binus.ac.id/ecolls/ethesisdoc/bab2html/2011200283spbab2001/body.html).....	3-5
Gambar 3.6 <i>Area Ratio</i> (Rahardjo, 2013).....	3-9
Gambar 3.7 Hubungan antara <i>Area Ratio</i> dan peralihan lateral akibat pemancangan (Rahardjo, 2013).....	3-10
Gambar 3.8 Tekanan air pori eksese yang terjadi akibat pemancangan tiang (Poulos & Davis, 1980)	3-11
Gambar 4 .1 Lokasi penyelidikan tanah (Google Earth, 2016)	4-1
Gambar 4 .2 Lokasi titik sondir dan <i>deep boring</i>	4-2
Gambar 4 .3 Langkah 1	4-4
Gambar 4 .4 Langkah 2	4-5
Gambar 4 .5 Langkah 3	4-6
Gambar 4 .6 Langkah 4	4-6
Gambar 4 .7 Langkah 5	4-7
Gambar 4 .8 Langkah 6	4-7
Gambar 4 .9 Langkah 7	4-8
Gambar 4 .10 Langkah 8	4-8
Gambar 4 .11 <i>Deformed Mesh</i> dengan parameter tanah desain menggunakan program PLAXIS.....	4-9
Gambar 4 .12 <i>Time interval</i> 0 hari.....	4-9
Gambar 4 .13 <i>Time interval</i> 10 hari.....	4-10
Gambar 4 .14 <i>Time interval</i> 30 hari.....	4-10

Gambar 4 .15 <i>Time interval</i> 80 hari	4-11
Gambar 4 .16 <i>Time interval</i> 176 hari	4-11
Gambar 4 .17 Perbandingan Tekanan Air Pori Ekses pada potongan A-A* kedalaman 10 meter dengan <i>Time Interval</i> 0 hari, 30 hari, dan 176 hari.....	4-12
Gambar 4 . 18 Kurva Waktu VS Tekanan Air Pori Ekses pada titik A dengan jarak 2 meter dari pusat tiang dan kedalaman 10 meter.....	4-13
Gambar 4 . 19 Kurva Waktu VS Tekanan Air Pori Ekses pada titik A dengan jarak 1.25 meter dari pusat tiang dan kedalaman 18 meter.....	4-14
Gambar 4 . 20 <i>Displacement</i> yang terjadi pada jarak 6 meter antara pusat tiang dan inklinometer.....	4-15
Gambar 4 . 21 <i>Displacement</i> yang terjadi pada jarak 7.2 meter antara pusat tiang dan inclinometer.....	4-16
Gambar 4 . 22 Hasil Pembacaan Inklinometer ECC-02	4-17
Gambar 4 . 23 Perbandingan tekanan air pori ekses yang terjadi akibat pemancangan tiang (Poulos & Davis, 1980) dengan hasil perhitungan program PLAXIS.....	4-18

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai tipikal berat isi tanah (Budhu, 2000).....	2-25
Tabel 2.2 Nilai Perkiraan Berat Isi Tanah berdasarkan Gambar 2.12 (Larsson & Mulabdic, 1991)	2-26
Tabel 2.3 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Coduto, 2002)	2-27
Tabel 2.4 Nilai Perkiraan Modulus Elastisitas Tanah (Bowles, 1997)	2-27
Tabel 2.5 Nilai Perkiraan Poisson Ratio (Soil Mechanics Fundamental, Budhu)	2-28
Tabel 2.6 Nilai Perkiraan Poisson Ratio (Mayerhof, 1956).....	2-28
Tabel 4.1 Jenis Tanah berdasarkan korelasi hasil uji CPTu.....	4-3
Tabel 4.2 Parameter tanah desain.....	4-4

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hasil Uji CPTu.....	L1-1
Lampiran 2 Data Pengeboran dan Penetrasi Standard	L2-1
Lampiran 3 Denah Pondasi Tiang Pancang dan Hasil Pembacaan Inklinometer	L3-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Pemancangan merupakan salah satu metode untuk membangun pondasi dalam dunia konstruksi. Pemancangan yang dilakukan pada tanah lunak yang memiliki tingkat tekanan air pori yang tinggi dapat menyebabkan masalah. Masalah yang dapat terjadi antara lain terhadap tiang lain di sekitar titik yang akan dipancang dan infrastruktur yang terdapat di sekitar lokasi proyek.

Pemancangan yang dilakukan dengan metode *jack in* dimana tiang yang akan dipancang pada suatu titik menggunakan tekanan hidrolik sehingga bebas getaran. Metode pemancangan ini berwawasan lingkungan karena tidak menimbulkan kebisingan dan getaran yang timbul akibat pemancangan menggunakan palu. Pemancangan dengan metode ini menyebabkan naiknya tekanan air pori pada tanah lunak yang akan merambat secara lateral ke daerah sekitar pemancangan.

Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan dilakukan perhitungan *displacement* terhadap tanah lunak untuk mengukur tekanan air pori dengan menggunakan metode elemen hingga sehingga dapat diketahui seberapa besar tingkat keamanan terhadap lingkungan sekitar lokasi pemancangan.

1.2 Inti Permasalahan

Penelitian ini mengkaji Proyek bangunan *high rise* yang memiliki 32 lantai di Surabaya yang menggunakan metode pemancangan *jack in*, pada saat dilakukan pemancangan menyebabkan tekanan air pori terdorong dan merambat ke pemukiman penduduk sekitar yang mengakibatkan kenaikan rumah penduduk setinggi 15cm. Analisis yang dilakukan dengan cara perhitungan metode elemen hingga dan menggunakan program *Plaxis*.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian skripsi ini antara lain:

1. Mengkaji pengaruh pemancangan terhadap gerakan pada tanah lunak dengan menggunakan metode elemen hingga.
2. Melakukan kajian tentang teori *cavity expansion*.
3. Melakukan perhitungan efek *displacement* terhadap tanah lunak untuk mengukur tekanan air pori.
4. Melakukan analisis *axial symmetry* menggunakan program *Plaxis*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar efek dari pemancangan pada tanah lunak dan tingkat keamanan untuk masyarakat di sekitar proyek.

1.4 Lingkup Pembahasan

Lingkup pembahasan dalam penelitian ini adalah:

1. Melakukan kajian literatur mengenai teori-teori yang berkaitan dengan pemancangan pada tanah lunak dengan cara *jack-in* dan teori *cavity expansion*.
2. Mengkaji data tanah lunak yang diselidiki.
3. Menggunakan metode elemen hingga untuk melakukan perhitungan gerakan lateral yang terjadi akibat pemancangan pada tanah lunak.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu:

1. Melakukan studi pustaka dan literature mengenai teori yang berkaitan dengan penelitian.
2. Mengumpulkan data pergerakan lateral akibat pengaruh pemancangan dengan cara *jack-in* pada tanah lunak.
3. Melakukan analisis dan perhitungan data menggunakan metode elemen hingga
4. Melakukan pemodelan menggunakan program *Plaxis*.
5. Melakukan perhitungan rasio area pemancangan terhadap defleksi yang terjadi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Menguraikan dasar-dasar teori yang berkaitan dengan gerakan lateral akibat pemancangan pada tanah lunak, *cavity expansion*, perhitungan *displacement* terhadap tanah lunak.

BAB 3 METODE ANALISIS

Menjelaskan mengenai data yang dibutuhkan untuk penelitian. Mengolah data tersebut menggunakan perhitungan metode elemen hingga.

BAB 4 ANALISIS DATA

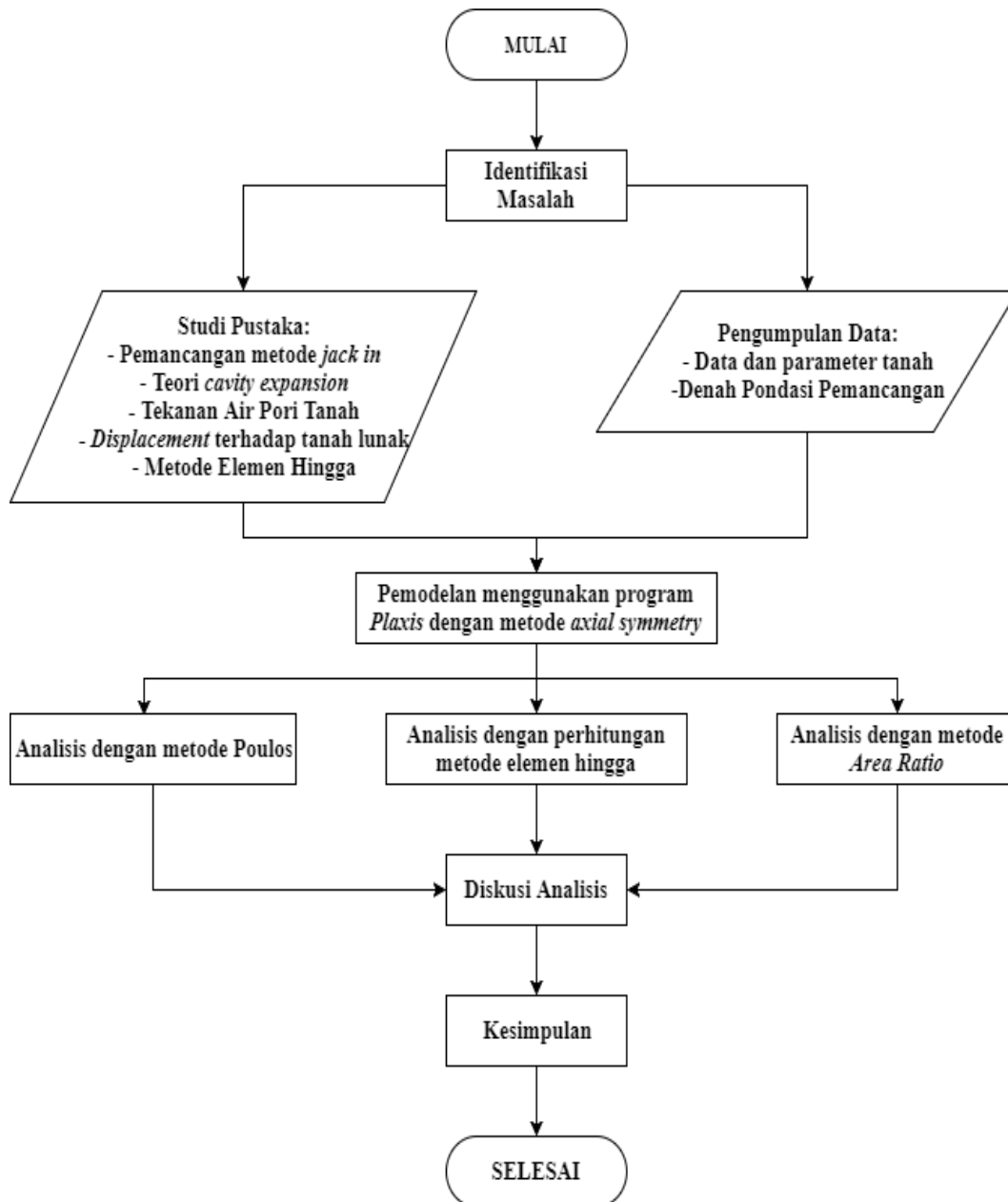
Menjelaskan data dan parameter tanah, melakukan perhitungan kepada *displacement* terhadap tanah lunak menggunakan metode elemen hingga untuk mengukur tekanan air pori, dan pemodelan dengan menggunakan program *Plaxis*.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Memberikan kesimpulan mengenai data yang telah dianalisis, dan memberikan saran terhadap proyek dalam pertimbangan menggunakan metode pemancangan pada tanah lunak.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan dalam penyelesaian karya tulis ilmiah ini maka dibuatlah diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram Alir