

SKRIPSI

**ANALISIS GALIAN DALAM UNTUK BASEMENT
BANGUNAN TINGGI DI JAKARTA MENGGUNAKAN
DINDING DIAFRAGMA**



**ANTHONY KRISTIAN ONG
NPM : 2015410157**

PEMBIMBING: 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**

SKRIPSI

**ANALISIS GALIAN DALAM UNTUK BASEMENT
BANGUNAN TINGGI DI JAKARTA MENGGUNAKAN
DINDING DIAFRAGMA**



**ANTHONY KRISTIAN ONG
NPM : 2015410157**

PEMBIMBING: 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**

SKRIPSI
**ANALISIS GALIAN DALAM UNTUK BASEMENT BANGUNAN
TINGGI DI JAKARTA MENGGUNAKAN DINDING
DIAFRAGMA**



ANTHONY KRISTIAN ONG
NPM : 2015410157

BANDUNG, DESEMBER 2019

PEMBIMBING:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'pramono', is written below the name of the supervisor.

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 bertandatangan dibawah ini,

Nama lengkap : Anthony Kristian Ong

NPM : 2015410157

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: ANALISIS GALIAN DALAM UNTUK BASEMENT BANGUNAN TINGGI DI JAKARTA MENGGUNAKAN DINDING DIAFRAGMA adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019



Anthony Kristian Ong
2015410157

**ANALISIS GALIAN DALAM UNTUK BASEMENT BANGUNAN
TINGGI DI JAKARTA MENGGUNAKAN DINDING
DIAFRAGMA**

Anthony Kristian Ong

NPM: 2015410157

Pembimbing : 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**

ABSTRAK

Analisis galian dalam sangat diperlukan dalam perencanaan desain konstruksi galian dalam. Besarnya momen yang terjadi akan menentukan desain dari dinding diafragma dan kolom yang ada. Defleksi yang terjadi pada dinding diafragma maupun kolom penting untuk dianalisis dikarenakan adanya batasan keamanan tertentu yang telah ditetapkan.

Analisis galian dalam dengan dinding diafragma sebagai dinding penahan tanah dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *plaxis 2D*. Permodelan yang dilakukan terbagi menjadi 2 metode permodelan. Data masukkan yang dibutuhkan untuk perangkat lunak didapatkan dari tabel korelasi empirik N-SPT, studi literatur dan uji laboratorium.

Hasil analisis berupa perbandingan kedua metode permodelan dalam menghitung defleksi, momen dan gaya aksial. Momen yang terjadi pada dinding diafragma dan

kolom menurut hasil analisis akan dibandingkan dengan kapasitasnya. Gaya aksial yang dibandingkan adalah gaya aksial pada pelat basement.

Kata kunci: Analisis Galian Dalam, Dinding Diafragma, *King Post*, *Plaxis 2D*

DEEP EXCAVATION ANALYSIS FOR BASEMENT TALL BUILDING IN JAKARTA USING DIAPHRAGM WALLS

Anthony Kristian Ong

NPM: 2015410157

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Ak/S/VII/2018)
BANDUNG
DECEMBER 2019**

ABSTRACT

Deep excavation analysis is very necessary in the deep excavation construction design. The bending moments that occurs will determine the design of the diaphragm wall and king post. Deflection that occurs in the diaphragm wall or king post is important to analyze due to certain safety restrictions that have been set.

The analysis of deep excavation with the diaphragm wall as a retaining wall is using software plaxis 2D. The modeling carried out is divided into 2 modeling methods. The input data needed for the software is obtained from N-SPT empirical correlation tables, literature studies and laboratory tests.

The results of the analysis are a comparison of the two modeling methods in calculating deflection, moment and axial forces. Moments that occur in the diaphragm wall and column according to the results of the analysis will be compared with their capacity. The axial force that is compared is the axial force on the basement plate.

Keywords: Deep Excavation Analysis, Diaphragm Wall, King Post, Plaxis 2D

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Galian Dalam untuk Basement Bangunan Tinggi di Jakarta Menggunakan Dinding Diafragma”. Skripsi ini dibuat dalam memenuhi persyaratan penyelesaian studi program tingkat S-1 Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penyusunan skripsi ini, banyak kendala yang dihadapi oleh penulis, namun bimbingan, motivasi dan bantuan dari banyak pihak, penulis dapat menghadapi kendala-kendala tersebut. Karenanya penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, membagikan ilmu dan memberi motivasi kepada penulis tanpa pamrih selama proses penyusunan skripsi.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Aswin Lim, Ph.D., Ibu Siska Rustiani, Ir., MT., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., MT., dan Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT., selaku dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan masukan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat menjadi lebih baik.
3. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, nasehat dan doa sejak awal kuliah penulis di Universitas Katolik Parahyangan hingga penulis menyelesaikan skripsi.
4. Kepada seluruh staf kantor PT. Geotechnical Engineering Consultant yang telah memberikan data yang diperlukan dalam penulis menyelesaikan skripsi ini dan memberikan referensi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
5. Rekan mahasiswa satu bimbingan: Stephen, Ivan, Alfred, Fanisa, Martin, Rocky dan Welly yang telah saling membantu selama proses penyusunan skripsi berlangsung.
6. Keluarga besar SIPIL UNPAR 2015, untuk semua suka dan duka sejak awal perkuliahan hingga penulis menyelesaikan skripsi.

7. Sahabat-sahabat penulis yang telah memberikan inspirasi dan motivasi selama proses penyusunan skripsi.

8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca

Bandung, 20 Desember 2019



Anthony Kristian Ong

2015410157

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Perumusan Masalah	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Ruang Lingkup Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.5.1 Sistematika Penulisan	1-3
1.5.2 Analisis	1-4
1.5.3 Diagram Alir	1-4
BAB 2 STUDI LITERATUR	2-1
2.1 Galian Dalam	2-1
2.2.1 Desain dan Analisis Galian Dalam	2-1
2.2.2 Metode Pembuatan Galian Dalam	2-2
2.2 Dinding Penahan Tanah	2-10
2.2.1 <i>Soldier Piles</i>	2-10

2.2.2.	<i>Sheet Piles</i>	2-11
2.2.3.	<i>Column Piles</i>	2-12
2.2.4.	<i>Diaphragm Walls</i>	2-14
2.2.5.	Penulangan Dinding Diafragma	2-15
2.2.6.	<i>Slurry Bentonite</i>	2-20
2.2.7.	<i>Guide Wall</i>	2-20
2.3	Instrumen Geoteknik	2-24
2.4	Penentuan Parameter Tanah	2-25
2.4.1.	Parameter Tanah Berdasarkan Korelasi Uji SPT (<i>Standard Penetration Test</i>)	2-25
2.4.2.	Permeabilitas Tanah	2-27
BAB 3 METODE ANALISIS		3-1
3.1	Metode Elemen Hingga	3-1
3.1.1.	Langkah Pengerjaan Metode Elemen Hingga	3-1
3.2	<i>Plaxis</i>	3-3
BAB 4 STUDI KASUS		4-1
4.1	Deskripsi Proyek	4-1
4.2	Data Tanah	4-2
4.3	Permodelan <i>Plaxis</i>	4-6
4.4	Hasil Analisis	4-19
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.1.1.	Model	5-1
5.1.2.	Defleksi pada Struktur	5-1

5.1.3. Gaya pada Struktur.....	5-2
5.2. Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xiv

DAFTAR NOTASI

Δ_i	: Perubahan Sumbu i (cm)
A	: Luas Penampang (m^2)
A_s	: Luas tulangan yang digunakan (mm^2)
b	: Lebar Penampang (m)
d	: Jarak tepi beton tertekan ke pusat tulangan tarik (mm)
E	: E Material (kN/m^2)
\hat{E}	: E Tereduksi (kN/m^2)
f_y	: Tegangan leleh baja (MPa)
h	: Tinggi Penampang (m)
h_{eff}	: Tinggi Efektif (m)
I	: Inersia (m^4)
i_0	: Panjang Awal Sumbu i (cm)
M_n	: Kapasitas momen beton (kNm)
r	: Jari-jari Penampang (m)
ε_i	: Regangan Sumbu i
ν	: Angka Poisson
Φ	: Faktor reduksi kekuatan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2.1 Sloped Open Cut Method	2-3
Gambar 2.2 Cantilevered Open Cut Method	2-3
Gambar 2.3 Braced Excavation Method tampak atas (Ou, 2006)	2-4
Gambar 2.4 Center Post (Ou, 2006)	2-4
Gambar 2.5 Konfigurasi Jangkar (Ou, 2006)	2-5
Gambar 2.6 Ilustrasi Bottom-Up Excavation Method	2-6
Gambar 2.7 Ilustrasi Top-Down Construction Method	2-8
Gambar 2.8 Island Excavation Method (Ou, 2006)	2-9
Gambar 2.9 Pembagian Area Zoned Excavation Method	2-10
Gambar 2.10 Ilustrasi Soldier Piles (Ou, 2006)	2-11
Gambar 2.11 Konfigurasi Soldier Piles (Ou, 2006)	2-11
Gambar 2.12 Konfigurasi Sheet Piles (Ou, 2006)	2-12
Gambar 2.13 Ilustrasi Sheet Piles (Ou, 2006)	2-12
Gambar 2.14 Independent Pattern (Ou, 2006)	2-13
Gambar 2.15 S Pattern (Ou, 2006)	2-13
Gambar 2.16 Line Pattern (Ou, 2006)	2-13
Gambar 2.17 Overlapping Pattern (Ou, 2006)	2-14
Gambar 2.18 Mixed Pattern (Ou, 2006)	2-14
Gambar 2.19 Concrete Roller Spacer	2-16
Gambar 2.20 Contoh Sambungan Dinding Diafragma Dengan Pelat Lantai (Xanthakos, 1979)	2-17
Gambar 2.21 Round Tube Connection Pipe Method (Xanthakos, 1979)	2-18
Gambar 2.22 Modified Round Tube Connection Pipe Method (Xanthakos, 1979)	2-18
Gambar 2.23 Bentuk Panel Round Tube Connection Pipe Method (Xanthakos, 1979)	2-19
Gambar 2.24 End Plate Method (Xanthakos, 1979)	2-19
Gambar 2.25 Beberapa Bentuk Guide Wall (Xanthakos, 1979)	2-21

Gambar 2.26 Urutan Pembuatan Panel Dinding Diafragma	2-22
Gambar 2.27 MHL method (Ou, 2006).....	2-22
Gambar 2.28 Proses Pengecoran (Ou, 2006).....	2-24
Gambar 3.1 Ilustrasi Elemen	3-2
Gambar 4.1 Peta Lokasi Menara Astra (Sumber : Google Maps).....	4-1
Gambar 4.2 Denah Pelat Basement Saat Konstruksi Galian Dalam	4-2
Gambar 4.3 Ilustrasi Sumbu Elemen	4-3
Gambar 4.4 Nilai $S_{undrained}$ Desain	4-4
Gambar 4.5 Nilai $E_{undrained}$ Desain	4-5
Gambar 4.6 Nilai ϕ' Desain.....	4-6
Gambar 4.7 Denah Potongan untuk Permodelan	4-7
Gambar 4.8 Dimensi Permodelan Plaxis.....	4-12
Gambar 4.9 Permodelan Struts Dengan Fixed End Anchor	4-13
Gambar 4.10 Permodelan Muka Air Tanah	4-14
Gambar 4.11 Active Pore Pressures	4-14
Gambar 4.12 Effective Stresses.....	4-15
Gambar 4.13 Effective Mean Stresses.....	4-16
Gambar 4.14 Tahapan Konstruksi Substructure.....	4-17
Gambar 4.15 Urutan Langkah Calculation Plaxis Model TD-01	4-18
Gambar 4.16 Urutan Langkah Calculation Plaxis Model TD-02.....	4-19
Gambar 4.17 Deformed Mesh	4-20
Gambar 4.18 Output Plaxis Deformed Mesh True Scale TD-01	4-21
Gambar 4.19 Defleksi Dinding Diafragma dan King Post.....	4-22
Gambar 4.20 Tulangan Dinding Diafragma Kedalaman 0m – 6,3m.....	4-23
Gambar 4.21 Momen dan Kapasitas Momen Dinding Diafragma	4-24
Gambar 4.22 Grafik Momen King Post	4-25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Korelasi Empiris Nilai N-SPT Dengan $\gamma_{\text{saturated}}$ Untuk Tanah Kohesif (Sumber : (Soil Mechanics, Lambe & Whitman 1969)	2-26
Tabel 2.2 Korelasi Empiris Nilai N-SPT Dengan $\gamma_{\text{saturated}}$ Untuk Tanah Non Kohesif (Sumber: Soil Mechanics, Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962)	2-26
Tabel 2.3 Korelasi Empiris Nilai N-SPT Dengan $\gamma_{\text{unsaturated}}$ Untuk Tanah Non Kohesif Dan Kohesif (Sumber: Soil Mechanics, Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962)	2-26
Tabel 2.4 Korelasi Permeabilitas Tanah Terhadap Jenis Konsistensi Tanah (Sumber: Braja M. Das 2004)	2-27
Tabel 4.1 Data Soil & Interfaces Input Plaxis	4-9
Tabel 4.2 Data Input Permodelan Plaxis	4-11
Tabel 4.3 Data Input Bore Pile dan King Post Setelah Reduksi	4-11
Tabel 4.4 Data Input Plaxis	4-12
Tabel 4.5 Deformasi Maximum Dan Momen Maximum.....	4-21
Tabel 4.6 Gaya Normal Maximum.....	4-22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Denah Soil Test
Lampiran 2	Potongan Geoteknik
Lampiran 3	Tabel Profil Baja
Lampiran 4	Perhitungan Kapasitas Momen Dinding Diafragma
Lampiran 5	Perhitungan Reduksi Kekakuan <i>King Post</i> dan <i>Bore Pile</i>
Lampiran 6	Tabel Defleksi Dinding Diafragma dan <i>King Post</i>
Lampiran 7	Tabel Momen Dinding Diafragma dan <i>King Post</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Salah satu masalah di kota dengan jumlah penduduk yang luar biasa padat seperti Jakarta adalah sulitnya memiliki lahan dan harganya yang relatif mahal. Salah satu cara penggunaan lahan yang efektif adalah dengan pembangunan vertikal ke atas (bangunan tinggi) dan ke bawah (basement), basement dapat dimanfaatkan untuk tempat parkir, *food court* dan lain sebagainya.

Pemilihan bangunan bertingkat tinggi dengan basement sangat efektif dalam mendapatkan luas bangunan yang lebih banyak dengan kondisi lahan yang terbatas. Menurut undang-undang no 28 tahun 2002 tentang bangunan gedung, penetapan ketinggian bangunan diatur oleh pemerintah daerah melalui rencana tata bangunan dan lingkungan (RTBL), maka ketinggian bangunan di Jakarta dibatasi sesuai kategori dari peraturan tersebut. Konstruksi basement merupakan alternatif untuk meningkatkan luas bangunan tanpa menambah ketinggian bangunan sehingga daya guna lahan yang ada dapat bertambah.

Dalam pembuatan basement dijumpai beberapa permasalahan. Salah satunya adalah pemilihan dinding penahan tanah yang baik. Terdapat banyak jenis dinding penahan tanah yang bisa digunakan diantaranya *soldier pile*, *sheet pile*, *diaphragm wall* dan lain-lain. Dalam pemilihan dinding penahan tanah perlu memperhatikan kondisi lingkungan dari lahan yang dikerjakan demi keamanan bangunan-bangunan yang berada di sekitar dinding penahan tanah yang dibuat. Pada pembuatan dinding penahan tanah, ada peluang bangunan-bangunan disekitar galian mengalami berdeformasi akibat pemompaan air tanah dalam proses konstruksi. Pemompaan air tanah menyebabkan menurunnya muka air tanah beserta tanah sekitar galian, hal tersebut berpotensi membuat bangunan-bangunan di sekitar galian menjadi ambles ataupun miring. Metode pengerjaan dinding penahan tanah yang bising berpotensi menerima protes dari warga sekitar yang terganggu dengan suara bising konstruksi galian.

Kondisi dari akses jalan untuk masuknya alat berat ke proyek juga menjadi pertimbangan bisa tidaknya dikonstruksi dinding penahan tanah tertentu, maka dari itu pertimbangan pemilihan dinding penahan tanah tidak selalu hanya tentang mencari yang termurah saja.

Dinding diafragma atau *diaphragm wall* sangat tepat dalam pembuatan basement di kota dengan kondisi harga tanah yang mahal. Dengan penggunaan dinding diafragma sebagai dinding penahan tanah, pembuatan basement bisa lebih dalam dibandingkan basement dengan dinding penahan tanah lainnya. Keunggulan dinding diafragma adalah dapat memaksimalkan pemanfaatan lahan, relatif tidak bising, tidak menimbulkan getaran-getaran dan dapat menyediakan kondisi penggalian yang kering (Xanthakos, Petros P. 1979). Dinding diafragma merupakan dinding penahan tanah yang memungkinkan dilakukannya metode pelaksanaan kerja *top-down, top-down* adalah metode pengerjaan yang memungkinkan pekerjaan struktur atas dilakukan tanpa menunggu struktur bawah untuk selesai sehingga konstruksi dapat dilakukan lebih cepat.

Analisis dinding diafragma dapat menjadi pengetahuan untuk mencari analisis yang sesuai dengan data aktual di lapangan ataupun memberikan koreksi untuk desain dinding diafragma yang dilakukan selanjutnya. Data lapangan didapatkan dengan instrumen geoteknik yang dipasang di lapangan. Data hasil *inclinometer* dapat menjadi acuan dalam membuktikan ketepatan sebuah metode desain yang sebelumnya telah dilakukan. Suatu metode desain tidak pasti tepat untuk setiap kasus. Metode desain yang baik memberikan nilai deformasi lebih dari nilai aktual di lapangan. Metode desain yang terbaik memberikan nilai deformasi mendekati nilai aktual di lapangan dan tetap lebih besar dari nilai aktual di lapangan.

Analisis pada *king post* dapat memperkirakan defleksi yang terjadi. Defleksi yang terjadi pada *king post* umumnya tidak diamati menggunakan instrumen geoteknik secara khusus. Tanpa adanya pengamatan dari instrumen geoteknik secara khusus maka pengamatan defleksi pada *king post* akan sulit diamati.

1.2 Perumusan Masalah

Menganalisis deformasi yang terjadi pada dinding diafragma maupun deformasi *king post*.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis deformasi dan gaya gaya yang terjadi pada dinding diafragma
2. Menganalisis deformasi dan gaya gaya dari *king post*
3. Membandingkan permodelan *plaxis 2D* dengan elemen *fixed end anchors* dan dengan elemen *plates*

1.4 Ruang Lingkup Masalah

Ruang Lingkup Masalah dalam analisis ini adalah:

1. Menentukan parameter tanah
2. Analisis dinding diafragma dan *king post* berdasarkan studi literatur
3. Analisis deformasi pada dinding diafragma dan *king post* menggunakan bantuan *software Plaxis*

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan analisis studi kasus.

1.5.1. Sistematika Penulisan

1. Bab 1 Pendahuluan
Bab ini membahas latar belakang, tujuan penelitian, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.
2. Bab 2 Studi Literatur
Bab ini membahas studi literatur dalam penelitian ini.
3. Bab 3 Metode Analisis
Bab ini membahas metode analisis dalam penelitian ini.

4. Bab 4 Analisis Data

Bab ini membahas analisis yang dilakukan.

5. Bab 5 Simpulan dan Saran

Bab ini membahas kesimpulan dan saran penulis mengenai penelitian ini.

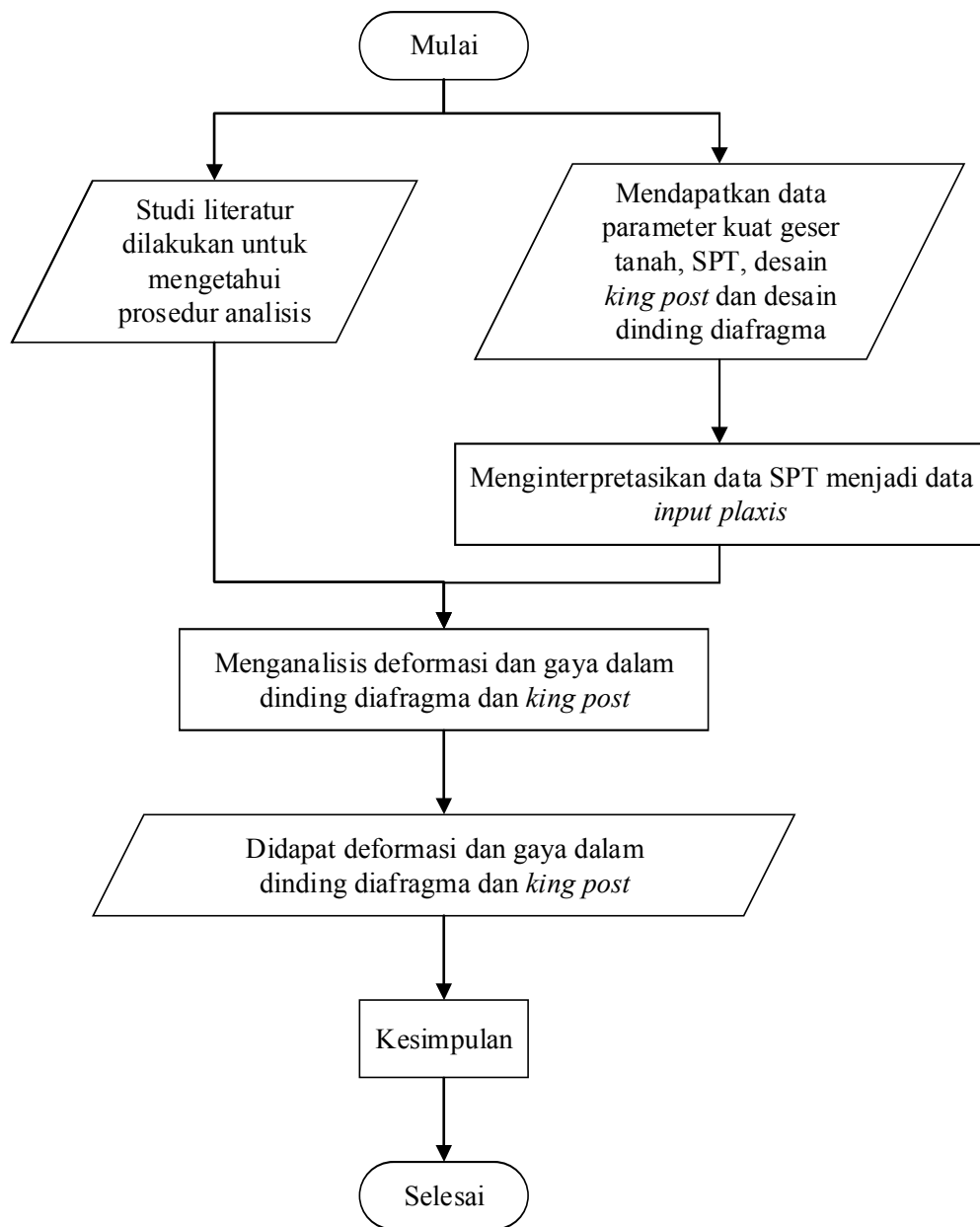
1.5.2. Analisis

Analisis dinding diafragma dilakukan dengan merujuk pada studi literatur. Analisis dinding diafragma didasarkan pada gaya lateral tanah yang terjadi pada dinding diafragma akibat beban tanah sendiri maupun akibat beban bangunan sekitar galian.

Analisis gaya dalam, deformasi dinding diafragma dan tanah sekitar galian dilakukan dengan bantuan *software plaxis*. Momen yang terjadi pada *king post* akan dicek terhadap tabel kapasitas momen dari baja profil I.

1.5.3. Diagram Alir

Studi diawali dengan studi literatur mengenai dinding diafragma, *input software plaxis* 2D dan korelasi empirik nilai SPT. Setelah data tanah dimiliki maka akan dilakukan interpretasi untuk data *input plaxis*. Hasil analisis berupa deformasi dan gaya dalam akan menjadi dasar kesimpulan dari studi ini.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian