

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK DEFLEKSI
DINDING GALIAN DALAM EKSISTING YANG
BERSEBELAHAN DENGAN TEROWONGAN PADA
TANAH PASIR**



**JUAN KEVIN
NPM : 2017410085**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
2021**

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK DEFLEKSI
DINDING GALIAN DALAM EKSISTING YANG
BERSEBELAHAN DENGAN TEROWONGAN PADA
TANAH PASIR**



**JUAN KEVIN
NPM : 2017410085**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
2021**

SKRIPSI

**STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK DEFLEKSI
DINDING GALIAN DALAM EKSISTING YANG
BERSEBELAHAN DENGAN TEROWONGAN PADA
TANAH PASIR**



**JUAN KEVIN
NPM : 2017410085**

BANDUNG, 2021

PEMBIMBING:

Aswin Lim, Ph.D.

KO-PEMBIMBING:

**Ryan Alexander Lyman, S.T.,
M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
2021**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Juan Kevin

NPM : 2017410085

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK DEFLEKSI DINDING GALIAN DALAM
EKSISTING YANG BERSEBELAHAN DENGAN TEROWONGAN PADA TANAH
PASIR**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 25 Januari 2021



(Juan Kevin - 2017410085)



STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK DEFLEKSI DINDING GALIAN DALAM EKSISTING YANG BERSEBELAHAN DENGAN TEROWONGAN PADA TANAH PASIR

Juan Kevin
NPM: 2017410085

Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
2021

ABSTRAK

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk, kebutuhan juga semakin meningkat salah satunya adalah kebutuhan lahan atau ruang. Lahan yang terbatas mengakibatkan diperlukannya pemanfaatan lahan yang optimal demi memenuhi kebutuhan masyarakat atas penggunaan lahan. Pemanfaatan lahan ketika penggunaan lahan secara horizontal atau di permukaan sudah semakin menipis pemanfaatan lahan secara vertikal pun dilakukan baik dengan gedung pencakar langit, *basement*, ataupun terowongan bawah tanah untuk mengoptimalkan penggunaan lahan. Terowongan merupakan salah satu prasarana transportasi yang pada umumnya terletak dibawah tanah sama halnya dengan *basement* yang merupakan konstruksi gedung yang dibangun dibawah tanah untuk mengoptimalkan pemanfaatan lahan yang ada, namun pada kenyataannya selama proses pengerjaannya jika kedua konstruksi tersebut saling berdekatan kedua konstruksi tersebut dapat saling memengaruhi satu sama lain. Pada penelitian ini, peneliti ingin mengetahui karakteristik dari dinding diafragma pada galian dalam. Analisa akan dilakukan dengan metode elemen hingga dibantu dengan program komputer PLAXIS 2D. Dari hasil analisis, dapat diketahui bahwa pada jarak horizontal antara dinding diafragma dengan terowongan sebesar 6 m hingga 30 m dan kedalaman galian dalam dari 5 m hingga 20 m tidak memenuhi syarat batas izin berdasarkan batasan defleksi dinding terowongan menurut MOHURD yang tidak boleh melebihi 20 mm. Karakteristik galian dalam yang semakin dekat dengan pekerjaan terowongan maka nilai defleksi yang ditimbulkan pada dinding diafragma relatif membesar.

Kata Kunci: Dinding diafragma, Terowongan, Galian dalam, Metode elemen hingga, Defleksi

NUMERICAL STUDY OF CHARACTERISTIC OF WALL DEFLECTION ON EXISTING DEEP EXCAVATION ADJACENT TO TUNNEL ON SANDY SOIL

Juan Kevin
NPM: 2017410085

Advisor: Aswin Lim, Ph.D.
Co-Advisor: Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2021

ABSTRACT

Along with the increasing population, the need is also increasing, one of which is the need for land or space. Limited land results in the need for optimal land use to meet community needs for land use. Land use on horizontally or on surface is getting thinner, and vertical land use is also carried out with skyscrapers, basements, or underground tunnels to optimize land use. Tunnel is one of the transportation infrastructure which is generally located under the ground surface as well as a basement, which is a building construction that is built underground to optimize the use of existing land, but in fact, during the construction process, if the two constructions are close together, the two construction can affect each other. In this study, the researcher wanted to know the characteristics of the diaphragm wall in deep excavation. The analysis will be carried out using the finite element method assisted by the computer program PLAXIS 2D. From the analysis results, it can be seen that the horizontal distance between the diaphragm wall and the tunnel is 6 m to 30 m and the tunnel depth from 5 m to 20 m does not meet the permit boundary requirements based in the tunnel wall deflection limit according to MOHURD which cannot exceed 20 mm. the characteristic of the deep excavation that are closer to the tunnel work, the deflection value generated on the diaphragm wall is relatively enlarged.

Keywords: Diaphragm wall, Tunnel, Deep excavation, Finite element method, Deflection

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat, rahmat, karunia dan hanya seatas ijin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **STUDI NUMERIK KARAKTERISTIK DEFLEKSI DINDING GALIAN DALAM EKSISTING YANG BERSEBELAHAN DENGAN TEROWONGAN PADA TANAH PASIR** dengan baik dan tepat pada waktunya. Penulisan skripsi merupakan salah satu syarat akademik wajib untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Prahyanan, Bandung.

Dalam proses pembuatan serta penyusunan skripsi ini, penulis mengalami kendala, hambatan serta masalah, namun penulis mendapatkan dukungan, semangat, kritik serta masukan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini yang senantiasa telah memberikan masukan, kritik, dorongan, dan semangat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing dalam pembuatan dan penyusunan skripsi ini yang senantiasa telah memberikan masukan, kritik, dorongan, dan semangat 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 Budijanto Widjaja, Ph.D., Bapak Eric Ng Yin Kuan, Ir., M.T., Bapak Soerjadedi Sastraatmadja, Ir., Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T., Bapak Stefanus Diaz, S.T., M.T., Bapak Ignatius Tommy Pratama, S.T., M.S., Bapak Martin Wijaya, Ph.D., Bapak Andra Andriana, S.T., Bapak Yudi selaku para dosen KBI Geoteknik Universitas Katolik Parahyanan yang telah memberikan masukan serta saran dan membantu dan membimbing saya selama mengenyam Pendidikan di Universitas Katolik Parahyanan.

4. Seluruh dosen maupun asisten dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu dan membimbing saya selama saya mengenyam pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.
5. Liauw Lan Siang, Stefanny Monica, Steven Ricky dan saudara selaku keluarga yang telah memberikan dukungan moral, waktu, dan semangat terutama doa kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Azmi Fitra Darajat, Bimo Trisatria Utomo, Mohammad Derry Triady, selaku teman-teman di Bandung yang senantiasa menemani, membantu saya, memberikan dukungan moral dalam penyusunan skripsi ini.
7. Gregorius Ivaldy, Bryan Jonathan, Ridwan Karliman, Roy Adrianto, selaku teman seperjuangan anak bimbing Pak Aswin Lim, Ph.D.
8. Erio Boy Somara, Aldo Maylia Harun, Christopher Jason, Muhammad Fathur Abrar Radias, selaku sahabat seperjuangan yang telah menghibur dan mendukung secara moral serta memberikan semangat dalam penyusunan skripsi ini.
9. Shandy Putra, Joshua Oliver, Adam Muzakki, Bobby Bryan, Madison Lyman, Benjamin Nainggolan, Evan Justine, Viqbalias Thifaldi Madeleine Anggraeni, Fanny Florentini, Bernadeta Laras, Kyrie Eleisia, Ruth Evelyne, Valencia Tasya selaku teman-teman kuliah yang senantiasa menemani, membantu, membimbing serta mendukung saya dalam penyusunan skripsi ini.
10. Alifia Nashira, Felisitas Anastasia, Bryan Marcello, Jennifer Florence, dan Fiola Novebrina selaku teman-teman SMA yang turut membantu, dan mendukung saya dalam pembuatan skripsi ini.
11. Seluruh teman-teman dari Angkatan 2017, kakak tingkat, adik tingkat serta pihak-pihak lain yang tak saya sebutkan yang telah membantu saya selama menekuni pendidikan di Universitas Katolik Parahyangan.

Bandung, 17 Februari 2021



Juan Kevin

2017410085

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------|
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| PRAKATA | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR NOTASI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL | xviii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xxi |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1-1 |
| 1.1 Bagian Pendahuluan | 1-1 |
| 1.2 Inti Permasalahan | 1-2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian | 1-2 |
| 1.4 Lingkup Penelitian | 1-2 |
| 1.5 Metode Penelitian | 1-3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan | 1-4 |
| 1.7 Diagram Alir | 1-5 |
| BAB 2 DASAR TEORI | 2-1 |
| 2.1 Galian | 2-1 |
| 2.1.1 <i>Full Open Cut Method</i> | 2-2 |
| 2.1.2 <i>Braced Excavation Method</i> | 2-3 |
| 2.1.3 <i>Anchored Excavation Method</i> | 2-4 |
| 2.1.4 <i>Island Excavation Method</i> | 2-6 |
| 2.1.5 <i>Top-Down Construction Method</i> | 2-8 |
| 2.1.6 <i>Zoned Excavation Method</i> | 2-9 |
| 2.2 Dinding Penahan Tanah | 2-10 |

| | |
|--|------|
| 2.2.1 Turap (<i>Sheet Piles</i>) | 2-13 |
| 2.2.2 Dinding Diafragma (<i>Diaphragm Wall</i>) | 2-17 |
| 2.3 Terowongan | 2-20 |
| 2.3.1 Definisi Terowongan | 2-20 |
| 2.3.2 Klasifikasi Terowongan..... | 2-20 |
| 2.3.2.1 Berdasarkan Material Penyusunnya | 2-20 |
| 2.3.2.2 Berdasarkan Fungsinya | 2-22 |
| 2.3.2.3 Berdasarkan Bentuknya..... | 2-22 |
| 2.3.3 Persyaratan Dinding Terowongan (<i>Lining Terowongan</i>)..... | 2-23 |
| 2.4 Mohr-Coulomb | 2-25 |
| 2.5 Teori Metode Elemen Hingga dalam Ilmu Geoteknik..... | 2-26 |
| 2.6 Teori Metode Elemen Hingga dalam Program Komputer PLAXIS 2D..... | 2-27 |
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 3-1 |
| 3.1 Analisa menggunakan Program PLAXIS 2D | 3-1 |
| 3.1.1 Pemodelan dan Penentuan Parameter Desain (<i>Input</i>)..... | 3-1 |
| 3.1.2 Perhitungan Model (<i>Calculation</i>)..... | 3-4 |
| 3.1.3 Interpretasi Hasil Analisis Model (<i>Output</i>) | 3-4 |
| 3.2 Pemodelan Material Tanah pada Program PLAXIS | 3-5 |
| 3.3 Defleksi pada Struktur Terowongan dan Dinding Diafragma | 3-6 |
| BAB 4 DATA DAN ANALISIS DATA | 4-1 |
| 4.1 Deskripsi Proyek..... | 4-1 |
| 4.2 Data Parameter Tanah dan Struktur | 4-3 |
| 4.2.1 Data Parameter Tanah | 4-3 |
| 4.2.2 Data Parameter Dinding Diafragma | 4-6 |
| 4.2.3 Data Parameter <i>Struts</i> | 4-7 |

| | | |
|---|---|------|
| 4.3 | Analisis Defleksi menggunakan Metode Elemen Hingga..... | 4-7 |
| 4.3.1 | Penentuan Data Parameter Desain Tanah | 4-7 |
| 4.3.2 | Penentuan Data Parameter Desain Struktur | 4-8 |
| 4.3.2.1 | Penentuan Data Parameter Desain Dinding Diafragma..... | 4-8 |
| 4.3.2.2 | Penentuan Data Parameter Desain <i>Struts</i> | 4-9 |
| 4.3.2.3 | Penentuan Data Parameter Desain Terowongan | 4-9 |
| 4.3.3 | Verifikasi Model | 4-10 |
| 4.3.4 | Faktor-Faktor yang Memengaruhi Perhitungan Model Elemen Hingga | 4-11 |
| 4.3.5 | Tahapan Konstruksi | 4-12 |
| 4.3.6 | Hasil Analisis Besar Defleksi Dinding Diafragma menggunakan Program PLAXIS 2D | 4-21 |
| 4.3.7 | Hasil Analisis Gaya Dalam Dinding Diafragma menggunakan Program PLAXIS 2D..... | 4-26 |
| 4.3.8 | Hasil Analisis Besar Defleksi Terowongan menggunakan Program PLAXIS 2D..... | 4-32 |
| 4.3.9 | Hasil Analisis Gaya Dalam Terowongan menggunakan Program PLAXIS 2D..... | 4-38 |
| 4.3.10 | Kapasitas Momen Terowongan | 4-46 |
| BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN | | 5-1 |
| 5.1 | Kesimpulan..... | 5-1 |
| 5.2 | Saran..... | 5-3 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 1 |
| LAMPIRAN HASIL ANALISIS DEFLEKSI DINDING DIAFRAGMA DAN DINDING TEROWONGAN | | 1 |

DAFTAR NOTASI



| | | |
|----------------------|---|---|
| A | : | <i>Area</i> / Luas Dinding Diafragma |
| A_s | : | Luas Area Tulangan |
| D | : | Diameter |
| D_b | : | Diameter Tulangan |
| E | : | Modulus Young atau Modulus Elastisitas Tanah |
| EA | : | <i>Normal Stiffness</i> |
| EI | : | <i>Flexural Rigidity</i> |
| H_e | : | Kedalaman Galian |
| H_t | : | Kedalaman Trowongan |
| I | : | Momen <i>Inertia</i> |
| L | : | Panjang Dinding Diafragma |
| L_{spacing} | : | Jarak Antar <i>Strut</i> |
| L_t | : | Jarak Horizontal antara Terowongan dengan Dinding Diafragma |
| M_n | : | Momen Nominal |
| W | : | Lebar / ketebalan Dinding Diafragma |
| c | : | Kohesi Tanah |
| d | : | Ketebalan Dinding Diafragma |
| d_{eff} | : | Tinggi Efektif |
| f_c' | : | Mutu Beton |
| f_y | : | Kuat Leleh Beton |
| f_s | : | <i>Skin Friction</i> |
| h | : | Panjang Elemen |

| | | |
|---------------|---|--|
| n_b | : | Jumlah Tulangan |
| q_c | : | Tahanan Konus |
| ν | : | Rasio Poisson's |
| w | : | Berat Jenis |
| σ | : | Tegangan Normal |
| ε | : | Regangan |
| φ | : | Sudut Geser Dalam |
| Ψ | : | Sudut Dilatasi |
| Υ | : | Berat Jenis Tanah |
| ϕ_{Mn} | : | Kapistas Momen Desain |
| σ'_v | : | Tegangan Efektif Vertikal |
| δ_w | : | <i>Horizontal Displacement Diaphragm Wall</i> |
| BH | : | <i>Borehole</i> |
| BW | : | <i>Basement Wall</i> |
| CPT | : | <i>Cone Penetration Test</i> |
| DMT | : | Dilatometer |
| ESA | : | <i>Effective Stress Analysis</i> |
| ESDA | : | <i>Effective Stress Drained Analysis</i> |
| ESUA | : | <i>Effective Stress Undrained Analysis</i> |
| ICOS | : | <i>Impreza Costruzioni Opere Specializzate</i> |
| LRFD | : | <i>Load and Resistance Factor Designed</i> |
| MHL | : | <i>The Masago Hydraulic Long Bucket</i> |
| MC | : | Mohr-Coulomb |

NATM : *New Australian Tunneling Method*

SPT : *Standard Penetration Test*

TSA : *Total Stress Analysis*



DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|------|
| Gambar 1.1 Diagram Alir | 1-5 |
| Gambar 2.1 <i>Slope Open Cut Method</i> (Ou, 2006)..... | 2-2 |
| Gambar 2.2 <i>Cantilevered Open Cut Method</i> (Ou, 2006)..... | 2-2 |
| Gambar 2.3 <i>Braced Excavation Method</i> : (a) Potongan dan (b) Denah (Ou, 2006) | 2-4 |
| Gambar 2.4 <i>Braced Excavation Method</i> (Ou, 2006) | 2-4 |
| Gambar 2.5 Detail Bagian Angkur pada <i>Anchored Excavation Method</i> (Ou, 2006) | 2-5 |
| Gambar 2.6 Masalah Tinggi Muka Air Tanah pada Tanah Lempung (Ou, 2006) | 2-6 |
| Gambar 2.7 Denah <i>Island Excavation Method</i> (Ou, 2006) | 2-7 |
| Gambar 2.8 <i>Island Excavation Method</i> dengan <i>Multiple Level Strut</i> (Ou, 2006) | 2-7 |
| Gambar 2.9 <i>Top-Down Construction Method</i> (Ou, 2006)..... | 2-9 |
| Gambar 2.10 Defleksi Dinding Penahan pada Daerah Galian (Ou, 2006) | 2-10 |
| Gambar 2.11 Pembagian Daerah pada <i>Zoned Excavation Method</i> (Ou, 2006) | 2-10 |
| Gambar 2.12 Jenis Dinding Penahan Tanah: (a) <i>Gravity Wall</i> ; (b) <i>Semi Gravity Wall</i> ; (c) <i>Cantilever Wall</i> ; (d) <i>Counterfort Retaining Wall</i> ; (e) <i>Crib Wall</i> ; (f) <i>Reinforced Retaining Wall</i> (Hardiyatmo, 2014)..... | 2-12 |
| Gambar 2.13 Bentuk Susunan Turap Kayu (Hardiyatmo, 2014)..... | 2-14 |
| Gambar 2.14 Turap Beton (Hardiyatmo, 2014)..... | 2-14 |
| Gambar 2.15 Turap Baja (Hardiyatmo, 2014) | 2-14 |
| Gambar 2.16 Dinding Turap Kantilever (Hardiyatmo, 2014) | 2-15 |
| Gambar 2.17 Dinding Turap Diangkur (Hardiyatmo, 2014) | 2-16 |
| Gambar 2.18 Dinding Turap dengan Landasan (<i>Platform</i>) (Hardiyatmo, 2014)..... | 2-16 |
| Gambar 2.19 Bendungan Elak Seluler (Hardiyatmo, 2014) | 2-17 |
| Gambar 2.20 Prosedur Konstruksi dari Panel Dinding Diafragma: (a) Konstruksi <i>Guided Wall</i> ; (b) Proses Penggalian; (c) Pemasangan Tulangan Baja; (d) Pengecoran (Ou, 2006)..... | 2-18 |

| | |
|---|------|
| Gambar 2.21 Prosedur Konstruksi Dinding Diafragma: (a) Proses Penggalian; (b) Pemasangan <i>Steel Pipe</i> ; (c) Pemasangan Tulangan Baja; (d) Pengecoran (Ou, 2006) | 2-19 |
| Gambar 2.22 Bentuk Terowongan (JSCE, 2006) | 2-23 |
| Gambar 2.23 Model Keruntuhan Mohr-Coulomb (Gouw, 2014) | 2-25 |
| Gambar 2.24 Contoh Interaksi Tanah-Struktur (<i>Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering Theory</i> , 1999) | 2-26 |
| Gambar 2.25 Konstruksi dan Galian (<i>Finite Element Analysis in Geotechnical Engineering Theory</i> , 1999) | 2-27 |
| Gambar 2.26 Geometri <i>Finite Element Meshes</i> (Fish & Belytschko, 2017).... | 2-28 |
| Gambar 3.1 <i>Layout</i> pada <i>Input</i> Program PLAXIS 2D | 3-2 |
| Gambar 3.2 <i>Project Properties</i> pada Program PLAXIS 2D | 3-3 |
| Gambar 4.1 Denah Lokasi Proyek (Hsiung, 2016) | 4-1 |
| Gambar 4.2 Potongan Melintang Profil Tanah Galian (Hsiung, 2016)..... | 4-2 |
| Gambar 4.3 Detail Tahapan Konstruksi (Hsiung, 2016)..... | 4-2 |
| Gambar 4.4 <i>Plan View</i> Pekerjaan Galian, Bagian Inclinator di Tanah dan Bagian Inclinator di Dinding Diafragma (Hsiung, 2016) | 4-3 |
| Gambar 4.5 Informasi atau Data Tanah dari Uji Bor: (a) SPT-N; (b) <i>Sand Content</i> ; (c) <i>Fines Content</i> ; dan (d) <i>Void Ratio</i> (Hsiung, 2016)..... | 4-4 |
| | 4-4 |
| Gambar 4.6 Hubungan antara Nilai N-SPT dengan σ'_v pada Tanah Pasir (Hsiung, 2016) | 4-4 |
| Gambar 4.7 Hasil Uji CPT (Hsiung, 2016) | 4-5 |
| Gambar 4.8 Hasil Modulus Tanah Pasir dengan Dilatometer dan Uji Triaksial (Hsiung, 2016) | 4-5 |
| Gambar 4.9 Hasil Sudut Geser Dalam Tanah Pasir (Hsiung, 2016) | 4-5 |
| Gambar 4.10 Besar <i>Wall Displacement</i> terhadap Data Inclinator..... | 4-10 |
| Gambar 4.11 Ilustrasi Gambar Faktor Pengaruh..... | 4-11 |
| Gambar 4.12 <i>Initial Condition</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D ... | 4-12 |
| | 4-12 |
| Gambar 4.13 <i>Install Diaphragm Wall</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D..... | 4-12 |

| | |
|---|------|
| Gambar 4.14 Proses <i>Dewatering</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-13 |
| Gambar 4.15 Proses Galian Tahap 1 dan <i>Dewatering</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-13 |
| Gambar 4.16 <i>Install Strut Level 1</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-14 |
| Gambar 4.17 Proses Galian Tahap 2 pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-14 |
| Gambar 4.18 <i>Install Strut Level 2</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-15 |
| Gambar 4.19 Proses <i>Dewatering</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-15 |
| Gambar 4.20 Proses Galian Tahap 3 pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-16 |
| Gambar 4.21 <i>Install Strut Level 3</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-16 |
| Gambar 4.22 Proses <i>Dewatering</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-17 |
| Gambar 4.23 Proses Galian Tahap 4 pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-17 |
| Gambar 4.24 <i>Install Strut Level 4</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-18 |
| Gambar 4.25 Proses <i>Dewatering</i> pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-18 |
| Gambar 4.26 Proses Galian Tahap Akhir pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-19 |
| Gambar 4.27 Proses Konstruksi Terowongan pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-19 |
| Gambar 4.28 <i>Line Contraction</i> Terowongan pada Tahapan Konstruksi Program PLAXIS 2D | 4-20 |
| Gambar 4.29 <i>Staged Construction</i> pada Program PLAXIS 2D..... | 4-20 |

| | |
|---|------|
| Gambar 4.30 Kurva Hubungan Defleksi Total Dinding Diafragma terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam | 4-21 |
| Gambar 4.31 Kurva Hubungan Defleksi Horizontal Dinding Diafragma terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam | 4-23 |
| Gambar 4.32 Kurva Hubungan Defleksi Lateral Dinding Diafragma terhadap Batas Izin Defleksi Lateral menurut SNI 8460:2017 | 4-25 |
| Gambar 4.33 Kurva Hubungan Momen Lentur Maksimum Dinding Diafragma terhadap Posisi Terowongan | 4-26 |
| Gambar 4.34 Kurva Hubungan Gaya Lintang Maksimum Dinding Diafragma terhadap Posisi Terowongan | 4-27 |
| Gambar 4.35 Kurva Hubungan Gaya Aksial Maksimum Dinding Diafragma terhadap Posisi Terowongan | 4-27 |
| Gambar 4.36 Kurva Hubungan Defleksi Total Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam | 4-32 |
| Gambar 4.37 Kurva Defleksi Total Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan | 4-33 |
| Gambar 4.38 Kurva Hubungan Defleksi Horizontal Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam..... | 4-34 |
| Gambar 4.39 Kurva Defleksi Horizontal Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan | 4-35 |
| Gambar 4.40 Kurva Hubungan Defleksi Vertikal Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam | 4-37 |
| Gambar 4.41 Kurva Hubungan Defleksi Vertikal Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan..... | 4-37 |
| Gambar 4.42 Kurva Hubungan Momen Lentur Maksimum Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam..... | 4-39 |
| Gambar 4.43 Kurva Hubungan Gaya Lintang Maksimum Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam..... | 4-39 |
| Gambar 4.44 Kurva Hubungan Gaya Aksial Maksimum Dinding Terowongan terhadap Posisi Terowongan dari Galian Dalam..... | 4-40 |
| Gambar 4.45 Ilustrasi Beton Bertulang pada Struktur Terowongan | 4-46 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|------|
| Tabel 3.1 Parameter Tanah berdasarkan Tipe Material PLAXIS 2D (Gouw, 2011) | 3-5 |
| Tabel 3.2 Batas Izin Deformasi Lateral Dinding (SNI 8460:2017)..... | 3-6 |
| Tabel 4.1 Data Parameter Tanah Pasir yang digunakan pada Pemodelan Artikel (Hsiung, 2016)..... | 4-6 |
| Tabel 4.2 Data Parameter Tanah Lempung yang digunakan pada Pemodelan Artikel (Hsiung, 2016)..... | 4-6 |
| Tabel 4.3 Data Parameter Dinding Diafragma yang digunakan pada Pemodelan Artikel (Hsiung, 2016)..... | 4-6 |
| Tabel 4.4 Data Parameter Dinding Diafragma yang digunakan pada Pemodelan Artikel (Hsiung, 2016)..... | 4-7 |
| Tabel 4.5 Data Parameter Desain Tanah yang digunakan pada Pemodelan..... | 4-8 |
| Tabel 4.6 Data Parameter Desain Dinding Diafragma yang digunakan pada Pemodelan | 4-8 |
| Tabel 4.7 Data Parameter Desain <i>Struts</i> yang digunakan pada Pemodelan | 4-9 |
| Tabel 4.8 Data Parameter Desain Terowongan yang digunakan pada Pemodelan | 4-9 |
| Tabel 4.9 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan | 4-11 |
| Tabel 4.10 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan dari Galian Dalam terhadap Defleksi Total Dinding Diafragma..... | 4-21 |
| Tabel 4.11 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Total Defleksi Dinding Diafragma .. | 4-22 |
| Tabel 4.12 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan dari Galian Dalam terhadap Defleksi Horizontal Dinding Diafragma | 4-23 |
| Tabel 4.13 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Defleksi Horizontal Dinding Diafragma | 4-24 |
| Tabel 4.14 Batas Izin Defleksi Lateral pada Dinding Diafragma..... | 4-25 |
| Tabel 4.15 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan terhadap Gaya Dalam Dinding Diafragma..... | 4-26 |
| Tabel 4.16 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Diafragma dengan Terowongan di Kedalaman 5 m..... | 4-28 |

| | |
|---|------|
| Tabel 4.17 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Diafragma dengan Terowongan di Kedalaman 10 m | 4-29 |
| Tabel 4.18 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Diafragma dengan Terowongan di Kedalaman 15 m | 4-30 |
| Tabel 4.19 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Diafragma dengan Terowongan di Kedalaman 20 m | 4-31 |
| Tabel 4.20 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan dari Galian Dalam terhadap Defleksi Total Dinding Terowongan | 4-32 |
| Tabel 4.21 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Total Defleksi Dinding Terowongan..... | 4-33 |
| Tabel 4.22 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan dari Galian Dalam terhadap Defleksi Horizontal Dinding Terowongan..... | 4-34 |
| Tabel 4.23 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Defleksi Horizontal Dinding Terowongan | 4-35 |
| Tabel 4.24 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan dari Galian Dalam terhadap Defleksi Vertikal Dinding Terowongan..... | 4-36 |
| Tabel 4.25 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Defleksi Vertikal Dinding Terowongan | 4-37 |
| Tabel 4.26 Faktor Pengaruh Posisi Terowongan terhadap Gaya Dalam Dinding Terowongan | 4-38 |
| Tabel 4.27 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Terowongan yang Berjarak 6 m dari Dinding Diafragma | 4-41 |
| Tabel 4.28 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Terowongan yang Berjarak 12 m dari Dinding Diafragma | 4-42 |
| Tabel 4.29 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Terowongan yang Berjarak 18 m dari Dinding Diafragma. | 4-43 |
| Tabel 4.30 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Terowongan yang Berjarak 24 m dari Dinding Diafragma | 4-44 |
| Tabel 4.31 <i>Output</i> Program PLAXIS 2D Gaya Dalam Maksimum pada Dinding Terowongan yang Berjarak 30 m dari Dinding Diafragma | 4-45 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-------|
| Lampiran 1.1 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 6 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-1 |
| Lampiran 1.2 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 6 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-2 |
| Lampiran 1.3 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 6 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-3 |
| Lampiran 1.4 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 6 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-4 |
| Lampiran 1.5 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 6 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-5 |
| Lampiran 1.6 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 6 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-6 |
| Lampiran 1.7 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 6 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-7 |
| Lampiran 1.8 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 6 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-8 |
| Lampiran 1.9 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 12 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-9 |
| Lampiran 1.10 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 12 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-10 |

| | |
|--|-------|
| Lampiran 1.11 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 12 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-11 |
| Lampiran 1.12 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 12 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-12 |
| Lampiran 1.13 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 12 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-13 |
| Lampiran 1.14 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 12 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-14 |
| Lampiran 1.15 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 12 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-15 |
| Lampiran 1.16 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 12 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-16 |
| Lampiran 1.17 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 18 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur..... | L1-17 |
| Lampiran 1.18 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 18 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-18 |
| Lampiran 1.19 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 18 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-19 |
| Lampiran 1.20 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 18 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-20 |

| | |
|---|-------|
| Lampiran 1.21 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 18 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-21 |
| Lampiran 1.22 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 18 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur..... | L1-22 |
| Lampiran 1.23 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 18 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur..... | L1-23 |
| Lampiran 1.24 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 18 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur..... | L1-24 |
| Lampiran 1.25 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 24 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-25 |
| Lampiran 1.26 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 24 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur..... | L1-26 |
| Lampiran 1.27 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 24 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur..... | L1-27 |
| Lampiran 1.28 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 24 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur..... | L1-28 |
| Lampiran 1.29 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 24 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur..... | L1-29 |
| Lampiran 1.30 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 24 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur..... | L1-30 |

| | |
|--|-------|
| Lampiran 1.31 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 24 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-31 |
| Lampiran 1.32 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 24 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-32 |
| Lampiran 1.33 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 30 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur..... | L1-33 |
| Lampiran 1.34 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 30 meter dan Lt = -5 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-34 |
| Lampiran 1.35 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 30 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-35 |
| Lampiran 1.36 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 30 meter dan Lt = -10 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-36 |
| Lampiran 1.37 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 30 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-37 |
| Lampiran 1.38 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 30 meter dan Lt = -15 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-38 |
| Lampiran 1.39 Hasil Analisis Dinding Diafragma terhadap Terowongan pada Ht = 30 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Gaya Aksial, (d) Gaya Lintang, (e) Momen Lentur | L1-39 |
| Lampiran 1.40 Hasil Analisis Dinding Terowongan pada Posisi Ht = 30 meter dan Lt = -20 meter: (a) Defleksi Total, (b) Defleksi Horizontal, (c) Defleksi Vertikal, (d) Gaya Aksial, (e) Gaya Lintang, (f) Momen Lentur | L1-40 |

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Bagian Pendahuluan

Pertambahan penduduk dunia dari tahun ke tahun selalu meningkat dengan cukup signifikan, terutama di kota-kota besar di dunia salah satunya seperti yang terjadi di ibu kota negara Republik Indonesia yaitu DKI Jakarta. Tidak dapat dipungkiri bahwa pertumbuhan penduduk Jakarta selalu meningkat dari tahun ke tahun, hal ini tentunya akan berbanding lurus dengan permintaan kebutuhan masyarakat yang juga akan meningkat. Kebutuhan masyarakat yang meningkat tentunya termasuk kebutuhan akan ruang atau lahan untuk memudahkan perpindahan atau mobilisasi baik masyarakat ataupun benda dari satu lokasi menuju lokasi lainnya menjadi lebih cepat dan efisien. Ruang atau jaringan transportasi untuk memenuhi kebutuhan masyarakat saat ini sudah mulai mencapai batasannya oleh karena itu dibutuhkan solusi lain guna memenuhi kebutuhan masyarakat terhadap ruang atau lahan salah satunya dengan memanfaatkan ruang bawah tanah sebagai prasarana jaringan transportasi. Pekerjaan galian dalam proses konstruksi terowongan atau ketika terowongan sudah beroperasi tentunya akan memengaruhi konstruksi galian dalam yang berada di sekitar konstruksi terowongan tersebut.

Konstruksi terowongan yang berada di sekitar galian dalam akan mengakibatkan timbulnya *stress relief*, hal ini mengakibatkan pergerakan terowongan bergerak secara horizontal menuju galian dalam atau *basement* (Sharma, J.S., 2001). Pada konstruksi terowongan beberapa faktor seperti jarak terowongan terhadap galian, kedalaman galian, defleksi penahan struktur, kondisi tanah, serta metode konstruksi yang digunakan akan sangat memengaruhi perilaku terowongan (Zheng, 2017).

Konstruksi galian dalam yang umumnya terletak di pusat kota sangat mudah ditemukan pada gedung-gedung bertingkat yang pada umumnya memiliki *basement* atau pondasi dalam. Parameter tanah yang akan dianalisis merupakan tanah pasir hasil uji in-situ, dan uji laboratorium dengan tanah yang diambil dari parameter tanah di Jakarta. Parameter untuk terowongan akan digunakan

terowongan *Mass Rapid Transit (MRT)* yang berada di kawasan Jakarta dan untuk galian dalam akan ditahan menggunakan dinding diafragma dan *struts*. Metode konstruksi yang digunakan untuk tahapan galian pada konstruksi galian adalah metode *bottom-up*.

Pemodelan dilakukan menggunakan *finite element method (FEM)* menggunakan model Mohr-Coulomb untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam memprediksi defleksi yang terjadi pada galian akibat terowongan dan pergerakan tanah. Studi karakteristik dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi dinding diafragma terhadap terowongan seperti kedalaman galian, kedalaman terowongan dari permukaan tanah serta jarak horizontal antara dinding diafragma dengan terowongan.

1.2 Inti Permasalahan

Struktur galian dalam menggunakan dinding diafragma sebagai penahan struktur memiliki posisi yang tetap di bawah tanah. Pekerjaan terowongan bawah tanah yang dilaksanakan bersebelahan dengan struktur galian dalam eksisting dapat memengaruhi struktur galian dalam eksisting tersebut. Maka dari itu, penulis ingin melakukan analisis respon defleksi pada dinding diafragma yang diakibatkan oleh pekerjaan terowongan menggunakan pemodelan metode elemen hingga dengan program komputer PLAXIS 2D.

1.3 Tujuan Penelitian

- Mengetahui karakteristik defleksi pada dinding diafragma pada struktur galian dalam;
- Mengetahui jarak aman struktur galian dalam dengan pekerjaan terowongan disebelahnya.

1.4 Lingkup Penelitian

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini terdiri dari:

1. Penentuan jenis tanah dan parameter tanah berdasarkan hasil uji lapangan dan hasil uji laboratorium di kota Kaohsiung, Taiwan;

2. Penentuan jenis terowongan dan material terowongan berdasarkan data lapangan terowongan MRT Jakarta;
3. Pemodelan terowongan, dinding diafragma menggunakan metode elemen hingga dengan program komputer PLAXIS 2D;
4. Metode galian yang digunakan untuk pemodelan pekerjaan galian adalah metode *bottom-up construction*;
5. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam menentukan defleksi dinding diafragma adalah kedalaman galian (H_e), kedalaman terowongan dari permukaan tanah (H_t) dan jarak horizontal antara terowongan dengan dinding diafragma (L_t).

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah”

1. Studi Pustaka

Studi Pustaka dilakukan dengan mengumpulkan literatur seperti jurnal, artikel dan serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik pada penelitian ini, mulai dari pengumpulan data, pengolahan data hingga analisis data.

2. Pengumpulan Data

Data yang akan digunakan sebagai bahan penelitian merupakan data sekunder yang berasal dari evaluasi galian dalam di Kota Kaohsiung, Taiwan. Data berupa hasil uji laboratorium dan uji penyelidikan tanah, *site plan view*, potongan melintang lapisan tanah, posisi dinding diafragma dari lokasi tanah galian.

3. Analisis

Analisis dilakukan dalam mendesain terowongan yang terletak bersebelahan dengan galian dalam yang sudah ada pada jarak tertentu. Analisa dimulai dengan menurunkan parameter tanah kemudian disesuaikan dengan kondisi tanah di lapangan melakukan pemodelan galian dalam dan terowongan. Simulasi dilakukan menggunakan program komputer PLAXIS 2D sebagai uji coba pengaplikasian dinding diafragma akibat pekerjaan terowongan.

4. Interpretasi Hasil

Menyimpulkan hasil pemodelan yang telah disimulasikan dari program komputer PLAXIS 2D beserta besar defleksi serta gaya dalam yang terjadi pada dinding diafragma dan dinding terowongan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi dibagi kedalam 5 bab yaitu:

- **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab 1 akan dibahas mengenai latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan dan diagram alir.

- **BAB 2 STUDI PUSTAKA**

Pada bab 2 akan dibahas mengenai teori-teori yang menjadi pedoman dari literatur yang berhubungan dengan penelitian ini.

- **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab 3 akan dibahas mengenai metode kerja yang digunakan dalam penelitian. Berdasarkan data-data sekunder yang dikumpulkan oleh penulis digunakan untuk melakukan analisis terhadap data tersebut. Prosedur umum untuk pemodelan, pengolahan serta analisis data-data tersebut dengan menggunakan program komputer PLAXIS 2D.

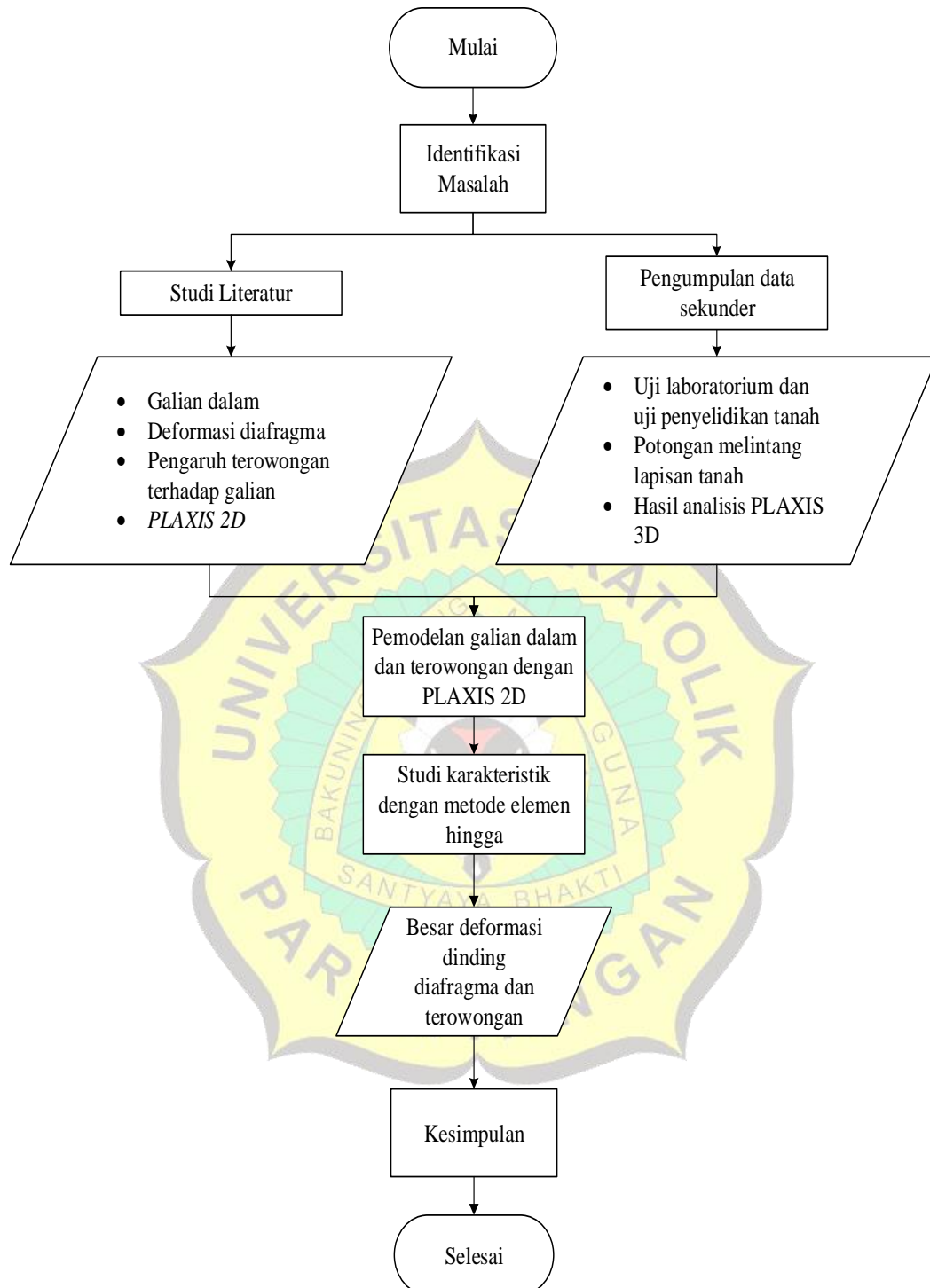
- **BAB 4 DATA DAN ANALISA DATA**

Pada bab 4 akan dibahas mengenai pengolahan dan analisis data serta hasil pengumpulan data-data sekunder untuk mencapai tujuan penelitian.

- **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab 5 akan dibahas mengenai kesimpulan yang ditarik dari hasil analisis yang diperoleh penulis serta saran yang diperlukan terhadap proyek serupa.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir

