

SKRIPSI

**ANALISIS NUMERIK PERILAKU DEFORMASI DINDING
PENAHAN TANAH AKIBAT GALIAN DALAM PADA TANAH
NON-KOHESIF: STUDI KASUS O6 STATION, KAOHSIUNG
RAPID TRANSPORT SYSTEM (KRTS), TAIWAN**



CHARLES AUGUSTINUS PRIMASIDI LEY

NPM: 2017410036

PEMBIMBING: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.

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**

Agustus 2021

SKRIPSI

ANALISIS NUMERIK PERILAKU DEFORMASI DINDING PENAHAN TANAH AKIBAT GALIAN DALAM PADA TANAH NON-KOHESIF: STUDI KASUS O6 STATION, KAOHSIUNG RAPID TRANSPORT SYSTEM (KRTS), TAIWAN



CHARLES AUGUSTINUS PRIMASIDI LEY

NPM: 2017410036

PEMBIMBING : Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.

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

PENGUJI 1 : Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D.

PENGUJI 2 : Dr. Ir. Rinda Karlinasari Indrayana, MT

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

Agustus 2021

PERNYATAAN

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

Nama : Charles Augustinus Primasidi Ley

NPM : 2017410036

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~*) dengan judul:

ANALISIS NUMERIK PERILAKU DEFORMASI DINDING PENAHAN
TANAH AKIBAT GALIAN DALAM PADA TANAH NON-KOHESIF: STUDI
KASUS O6 STATION, KAOHSIUNG RAPID TRANSPORT SYSTEM (KRTS),
TAIWAN

adalah benar – benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing dan dosen ko-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: 22 Juli 2021



Charles Augustinus Primasidi Ley

2017410036

*) coret yang tidak perlu

**ANALISIS NUMERIK PERILAKU DEFORMASI DINDING
PENAHAN TANAH AKIBAT GALIAN DALAM PADA TANAH
NON-KOHESIF: STUDI KASUS O6 STATION, KAOHSIUNG
RAPID TRANSPORT SYSTEM (KRTS), TAIWAN**

Charles Augustinus Primasidi Ley

NPM: 2017410036

**Pembimbing: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.
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**

Agustus 2021

ABSTRAK

Analisis galian dalam pada era digital yang dikomputasi dengan dasar metode elemen hingga mempermudah proses prediksi perilaku serta pergerakan struktur dan tanah. Perangkat lunak PLAXIS 2D digunakan sebagai alat bantu analisis terhadap galian dalam pada studi kasus Stasiun O6 KRTS di Taiwan. Penyesuaian Modulus Elastisitas (E') dari setiap pelapisan tanah non-kohefif merupakan langkah awal yang dilakukan dalam pengolahan data sekunder berupa N-SPT. Iterasi pemodelan dengan Model Konstitutif Mohr-Coulomb sebagai analisis tingkat pertama, dilakukan untuk tujuan kalibrasi. Dengan studi kasus yang tergolong *mega proyek* maka, harus meminimalisir probabilitas terjadinya kegagalan. Sebagai studi parametrik, disimulasikan terjadinya kegagalan *strut* horizontal perkuatan *diaphragm wall*. Variasi yang digunakan adalah kegagalan satu baris dan dua baris kegagalan *strut* horizontal. Analisis ini bertujuan untuk perencanaan tulangan dari *diaphragm wall* agar dapat mengakomodasi beban yang diterima oleh dinding ketika terjadi kegagalan.

Kata Kunci: Galian Dalam, Tanah Non-Kohesif, Deformasi, Model Mohr-Coulomb, *Diaphragm Wall*, *Strut* Horizontal.

**NUMERICAL ANALYSIS ABOUT DEFORMATION
BEHAVIOR OF RETAINING WALL DUE TO DEEP
EXCAVATION IN NON-COHESIVE SOILS: CASE STUDY O6
STATION, KAOHSIUNG RAPID TRANSPORT SYSTEM
(KRTS), TAIWAN**

Charles Augustinus Primasidi Ley

NPM: 2017410036

Advisor: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.

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

August 2021

ABSTRACT

Analysis of deep excavation in the digital era that is computed on the basis of the finite element method makes it easier to predict the behavior and movement of structures and soils. PLAXIS 2D software was used as an analytical tool for deep excavation in a case study of the O6 KRTS Station in Taiwan. The adjustment of the modulus of elasticity (E') of each non-cohesive soil layer is the first step in processing secondary data in the form of N-SPT. The iteration of the modeling with the Mohr-Coulomb Constitutive Model as the first level analysis, was carried out for calibration purposes. With a case study that is classified as a mega project, it is a must to minimize the probability of failure. As a parametric study, simulated failure of the horizontal strutting system of the diaphragm wall. The variations used are single row failure and two row failure of horizontal strut. This analysis aims to design the reinforcement of the diaphragm wall in order to accommodate the load received by the wall when a failure occurs.

Keywords: Deep Excavation, Non-Cohesive Soil, Deformation, Mohr-Coulomb Model, Diaphragm Wall, Horizontal Strut.

PRAKATA

Adil Ka' Talino, Bacuramin Ka' Saruga, Basengat Ka' Jubata. Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Bapa, Putra dan Roh Kudus, karena berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “ANALISIS NUMERIK PERILAKU DEFORMASI DINDING PENAHAN TANAH AKIBAT GALIAN DALAM PADA TANAH NON-KOHESIF: STUDI KASUS O6 STATION KAOHSIUNG RAPID TRANSPORT SYSTEM (KRTS), TAIWAN”. Skripsi ini merupakan persyaratan akademik guna penyelesaian pembelajaran tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak lepas dari dukungan, bimbingan, serta saran dan kritik oleh banyak pihak yang akhirnya dapat dirampungkan dengan baik adanya. Oleh karena itu, ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Alm. Oma Chatarina, Mami Erni, Papi Ludis, Cece Beiby dan Koko Andre sebagai keluarga yang senantiasa memberikan semangat, doa dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi.
2. Ibu Siska Rustiani Irawan, I.r., M.T. selaku pembimbing dan Bapak Ryan Alexander Lyman, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang telah memberikan pengetahuan, ide, kritik dan saran yang membangun sehingga proses penelitian dan penyusunan skripsi terselesaikan dengan baik.
3. Para dosen Pusat Studi Geoteknik yang telah memberikan masukan selama proses penelitian dan penyusunan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Hardiansyah, Thiffaldy Madhikaputra dan Mario Arnesto sebagai rekan seperjuangan yang selalu menyemangati dan tanggap memberikan masukan dalam proses penelitian dan penyelesaian skripsi.
5. Bernardinus Putra, Garuda Jaya, Kiki Mahendra sebagai rekan berbagi pandangan hidup dan seperjuangan dari Kota Pontianak yang selalu menyemangati dalam penulisan dan penyelesaian skripsi ini.

6. Emmanuella William Ratri sebagai rekan yang tidak pernah lelah memberikan dukungan, doa dan semangat selama penulisan dan penyelesaian skripsi ini.
7. Seluruh rekan – rekan Persemakmuran Kosan Bukit Jarian 52 (Adam Felix, Fairuz Nafis, Garish Bokslag, Vitalis Viant, Fahreza Fikri, Azmi Fitra, Demo Maulana, Nathanael Eduardo, Muhammad Fahri, Ridwan Karliman) sebagai sahabat karib penulis dalam bertukar pikiran dan penyemangat selama berjuang menyelesaikan masa studi dan penyelesaian skripsi.
8. Mohammad Firli, Kijati Gabian, Angela Dewi, Efod Mangontan, Evan Joshua sebagai rekan yang turut memberikan masukan dan semangat dalam penulisan dan penyelesaian skripsi.
9. Keluarga Besar Teknik Sipil Unpar Angkatan 2017 dan pihak-pihak lain yang membantu penulis selama masa studi yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini ditulis dan diselesaikan dengan segenap hati. Oleh sebab itu, penulis menghargakan kritik dan saran yang membangun sehingga dapat mengembangkan pengetahuan penulis. Akhir kata, penulis berdoa kepada Allah Bapa, Putra dan Roh Kudus agar berkenan untuk senantiasa melindungi dan memberkati semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat menjadi terang perkembangan ilmu pengetahuan.

Ad Maiorem Dei Gloriam.

Bandung, 29 Juni 2021



Charles Augustinus Primasidi Ley

2017410036

DAFTAR ISI

ABSTRAK	.....	i
ABSTRACT	.....	ii
PRAKATA	.....	iii
DAFTAR ISI	.....	v
DAFTAR NOTASI	.....	viii
DAFTAR GAMBAR	.....	x
DAFTAR TABEL	.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	.....	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan	.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	.....	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	.....	1-2
1.5 Metodologi Penelitian	.....	1-3
1.6 Sistem Penulisan	.....	1-4
1.7 Diagram Alir Penelitian	.....	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA	.....	2-1
2.1. Galian Dalam	.....	2-1
2.1.1. Kriteria Galian Dalam	.....	2-1
2.1.2. Metode Konstruksi Galian Dalam	.....	2-1
2.2. Dinding Penahan Tanah	.....	2-7
2.2.1. Jenis – Jenis Dinding Penahan Tanah	.....	2-7
2.2.2. Perkuatan Dinding Penahan Tanah	.....	2-11
2.3. Sistem <i>Monitoring</i> Galian Dalam	.....	2-12

2.3.1.	Elemen Pada Sistem <i>Monitoring</i> Galian Dalam	2-12
2.3.2.	Instrumen Geoteknik Pada Sistem <i>Monitoring</i> Galian Dalam.....	2-13
2.4.	Metode Elemen Hingga.....	2-13
2.5.	Model Tanah.....	2-15
2.5.1.	Model Konstitutif Tanah Mohr-Coulomb (MC).....	2-15
2.5.2.	Model Hardening	2-16
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		3-1
3.1.	Tahapan Analisis Dengan Metode Elemen Hingga.....	3-1
3.1.1.	Tahap Pra-Analisis	3-1
3.1.2.	Tahap Analisis.....	3-1
3.1.3.	Tahap Pasca-Analisis	3-2
3.2.	Penentuan Parameter Desain	3-2
3.2.1.	Penentuan Parameter Tanah Model Mohr-Coulomb	3-2
3.2.2.	Penentuan Parameter <i>Diaphragm Wall</i>	3-6
3.2.3.	Penentuan Parameter Sistem Perkuatan	3-7
3.3.	Pemodelan Proses Galian Dalam Dengan PLAXIS 2D	3-7
3.3.1.	Tahapan Awal	3-8
3.3.2.	Pemodelan <i>Diaphragm wall</i>	3-12
3.3.3.	Pemodelan sistem perkuatan	3-15
3.3.4.	Kerapatan <i>Meshing</i>	3-15
3.3.5.	<i>Dewatering</i>	3-17
3.3.6.	Pemodelan Konstruksi Galian Dalam	3-17
3.4.	Hasil Analisis Pemodelan.....	3-25
BAB 4 DATA DAN ANALISIS DATA		4-1
4.1.	Deskripsi Proyek	4-1
4.2.	Tahapan Konstruksi.....	4-4

4.3.	Analisis Galian Dalam Dengan Metode Elemen Hingga	4-4
4.3.1.	Verifikasi Pemodelan dan Input Parameter.....	4-4
4.3.2.	Analisis Defleksi <i>Diaphragm Wall</i>	4-6
4.3.3.	Analisis Penurunan Permukaan Tanah (<i>Settlement</i>)	4-7
4.3.4.	Analisis Gaya Dalam <i>Diaphragm Wall</i>	4-8
4.4.	Perhitungan Kapasitas <i>Diaphragm Wall</i>	4-11
4.5.	Studi Parametrik Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Pada <i>Diaphragm Wall</i>	4-14
4.5.1.	Variasi Parametrik.....	4-14
4.5.2.	Analisis Studi Parametrik.....	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1.	Kesimpulan.....	5-1
5.2.	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA		xv
LAMPIRAN 1 DATA PELAPISAN TANAH		L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN KAPASITAS MOMEN <i>DIAPHRAGM</i>		
<i>WALL</i>		L2-1
LAMPIRAN 3 Tabel Profil Baja		L3-1

DAFTAR NOTASI

Penentuan Parameter Tanah Model Mohr-Coulomb

- E' = Modulus Young Efektif[kN/m²]
- ν' = Rasio Poisson
- c' = Kohesi Efektif[kN/m²]
- ϕ' = Sudut Geser Efektif[°]
- ψ = Sudut Dilatasi[°]
- N_{SPT} = Nilai Uji Penetrasi Standar
- γ_{dry} = Berat Isi Tanah Kering[kN/m³]
- $\gamma_{Saturated}$ = Berat Isi Tanah Jenuh Air[kN/m³]
- S_u = Kuat Geser *Undrained*[kN/m²]
- E_u = Modulus Elastisitas *Undrained*[kN/m²]
- PI = Indeks Plastisitas
- e_{init} = Angka Pori Awal
- $K_x=K_y$ = Permeabilitas Tanah[m/hari]

Penentuan Parameter *Diaphragm Wall*

- f_c' = Kuat Tekan Beton [kN/m²]
- EA = Kekuatan Aksial[kN]
- EI = Kekuatan Lentur[kNm²]
- I = Inersia[m⁴]
- w = Berat Dinding Penahan Tanah[kN/m]
- d = Ketebalan Dinding[m]
- A = Luas Penampang[m²]

Pemodelan Proses Galian Dalam Dengan PLAXIS 2D

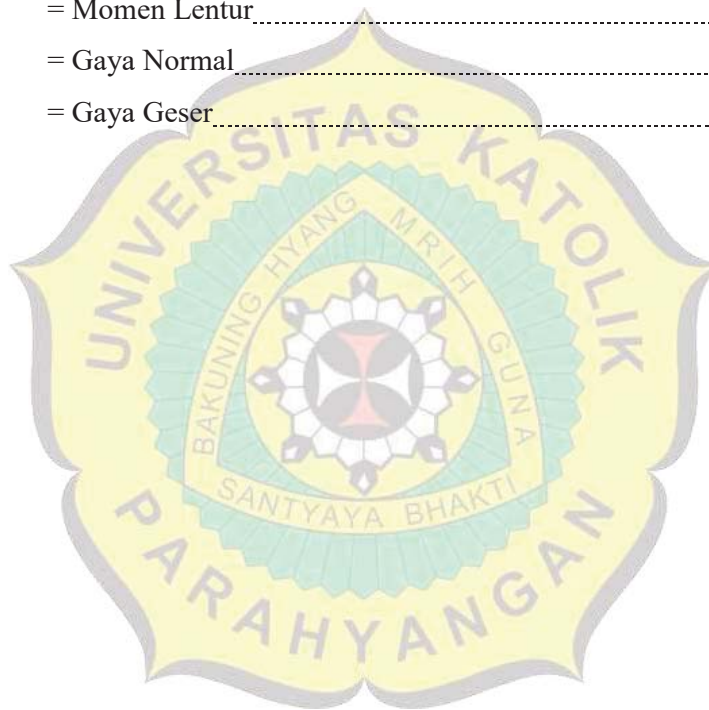
- γ_{water} = Berat Isi Air[kN/m³]
- y_{min} = Kedalaman Lapisan Tanah[m]
- x_{max} = 12x Kedalaman Galian[m]

Perhitungan Kapasitas Momen *Diaphragm Wall*

- M_n = Kapasitas Momen Beton[kNm]
- ϕ = Faktor Reduksi Kekuatan (0,65 – 0,9)
- A_s = Luas Tulangan Pakai[mm²]
- f_y = Tegangan Leleh Baja[MPa]
- j = 0,85 – 0,9
- d = Jarak Tepi Beton Tertekan Ke Pusat Tulangan Tarik[mm]

Gaya Dalam

- M = Momen Lentur[kNm]
- N = Gaya Normal[kN]
- Q = Gaya Geser[kN]



DAFTAR GAMBAR

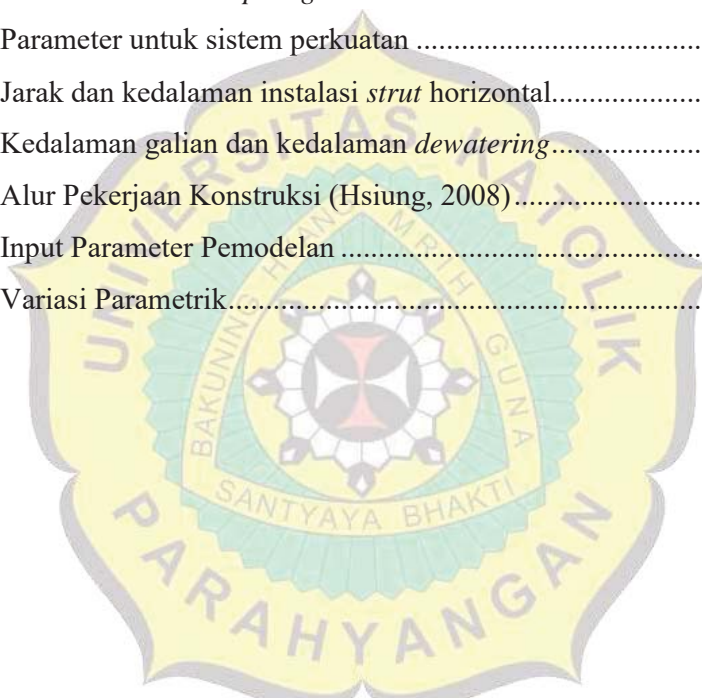
Gambar 2.1. Metode <i>full open cut</i> : (a) metode <i>slope</i> (b) metode <i>cantilever</i> (Ou, 2006)	2-2
Gambar 2.2. Metode <i>braced excavation</i> : (a) Profil (b) Plan (Ou, 2006)	2-3
Gambar 2.3. Konfigurasi sebuah ankur (Ou, 2006)	2-3
Gambar 2.4. Metode <i>island excavation</i> : (a) <i>Single level Sturt</i> (b) <i>Multi level strut</i> (Ou, 2006)	2-4
Gambar 2.5. Metode <i>top-down construction</i> (Ou, 2006)	2-5
Gambar 2.6. Metode <i>zoned excavation</i> : (a) <i>plan</i> dari <i>zoned excavation</i> (b) sketsa doformasi dinding (Ou, 2006)	2-7
Gambar 2.7. Tampak atas <i>soldier piles</i> (Ou, 2006)	2-8
Gambar 2.8. Ragam penampang <i>sheet piles</i> : (a) penampang-U (b) penampang-Z (c) penampang lurus (Ou, 2006)	2-8
Gambar 2.9. Ragam pola <i>column piles</i> : (a) pola <i>independent</i> (b) pola-S (c) pola <i>line</i> (d) pola <i>overlapping</i> (e) pola campuran (<i>mixed</i>) (Ou, 2006)	2-9
Gambar 2.10. Konstruksi dinding diafragma (sciencedirect.com)	2-10
Gambar 2.11. <i>Earth berm</i> sebagai perkuatan lateral (Ou, 2006)	2-12
Gambar 2.12. Model Mohr-Coulomb (Ou, 2006)	2-16
Gambar 2.13. Model Hardening (Gouw, 2014)	2-16
Gambar 3.1. Korelasi Antara Kuat Geser dan N-SPT (Terzaghi dan Peck)	3-4
Gambar 3.2. Korelasi antara E_u/S_u dengan OCR (Duncan dan Buchigani)	3-5
Gambar 3.3. Model <i>plane strain</i> (kiri) dan <i>axisymmetric</i> (kanan) (Manual PLAXIS 2D, 2017)	3-8
Gambar 3.4. Input judul pada tab project	3-8
Gambar 3.5. Pengaturan pada tab model	3-9
Gambar 3.6. Pengaturan konstantan dalam pemodelan	3-9
Gambar 3.7. Pembuatan titik <i>borehole</i> untuk pemodelan	3-10
Gambar 3.8. Pelapisan tanah dan muka air tanah pada <i>borehole</i>	3-10
Gambar 3.9. Pelapisan tanah dan muka air tanah pada <i>borehole</i>	3-11
Gambar 3.10. Input parameter tanah	3-12
Gambar 3.11. Input parameter struktur (<i>diaphragm wall</i>)	3-13

Gambar 3.12. Input parameter struktur (<i>strut</i> horizontal).....	3-13
Gambar 3.13. Pemodelan <i>diaphragm wall</i>	3-14
Gambar 3.14. Pemodelan <i>interface</i> (+) dan (-) <i>diaphragm wall</i>	3-14
Gambar 3.15. Garis batas kedalaman setiap galian.	3-14
Gambar 3.16. Pemodelan <i>strut</i> horizontal	3-15
Gambar 3.17. Pemilihan Kerapatan <i>Mesh Very Fine</i>	3-16
Gambar 3.18. Kerapatan <i>Mesh Very Fine</i>	3-16
Gambar 3.19. Pemilihan <i>Node</i>	3-16
Gambar 3.20. Pemodelan <i>dewatering</i>	3-17
Gambar 3.21. Tahapan konstruksi: <i>initial phase</i>	3-18
Gambar 3.22. K_0 <i>procedure</i> saat <i>initial phase</i>	3-19
Gambar 3.23. Instalasi <i>diaphragm wall</i>	3-19
Gambar 3.24. <i>Reset displacement to zero</i>	3-19
Gambar 3.25. Konstruksi galian dalam: Galian pertama.....	3-20
Gambar 3.26. Konstruksi galian dalam: Instalasi <i>strut</i> pertama.....	3-20
Gambar 3.27. Konstruksi galian dalam: Galian kedua	3-21
Gambar 3.28. Konstruksi galian dalam: Instalasi <i>strut</i> kedua.....	3-21
Gambar 3.29. Konstruksi galian dalam: Galian ketiga.....	3-22
Gambar 3.30. Konstruksi galian dalam: Instalasi <i>strut</i> ketiga.....	3-22
Gambar 3.31. Konstruksi galian dalam: Galian keempat	3-23
Gambar 3.32. Konstruksi galian dalam: Instalasi <i>strut</i> keempat.....	3-23
Gambar 3.33. Konstruksi galian dalam: Galian kelima.....	3-24
Gambar 3.34. Konstruksi galian dalam: Instalasi <i>strut</i> kelima.....	3-24
Gambar 3.35. Konstruksi galian dalam: Galian terakhir	3-24
Gambar 3.36. Kondisi <i>Phase</i> Sebelum Perhitungan.....	3-25
Gambar 3.37. Kondisi <i>Phase</i> Setelah Perhitungan.....	3-25
Gambar 3.38. <i>Output</i> Dari Perhitungan.....	3-26
Gambar 3.39. <i>Output</i> Defleksi <i>Diaphragm Wall</i>	3-26
Gambar 3.40. <i>Input</i> Garis Untuk <i>Output Settlement</i>	3-26
Gambar 3.41. <i>Output Settlement</i>	3-27
Gambar 3.42. <i>Output</i> Gaya Normal (N)	3-27
Gambar 3.43. <i>Output</i> Gaya Geser (Q)	3-27

Gambar 3.44. <i>Output</i> Momen Lentur (M)	3-28
Gambar 4.1. <i>Plan</i> Konstruksi dan Lokasi <i>Monitoring</i> (Hsiung, 2008).....	4-2
Gambar 4.2. Potongan Melintang Galian dan Sistem <i>Strutting</i>	4-3
Gambar 4.3. Pengukuran Lapangan Inklinometer dan <i>Settlement Plate</i> (Hsiung, 2008)	4-3
Gambar 4.4. Grafik Kalibrasi Pemodelan Defleksi Galian Terakhir Dengan Pengukuran Lapangan Inklinometer	4-5
Gambar 4.5. Grafik Perbandingan Defleksi Hasil Pemodelan Galian Dalam Tiap Tahapan Dengan Pengukuran Lapangan Inklinometer	4-7
Gambar 4.6. Grafik Perbandingan <i>Settlement</i> Hasil Pemodelan Galian Dalam Tiap Tahapan Dengan Pengukuran Lapangan <i>Settlement Plate</i> ..	4-8
Gambar 4.7. Profil Gaya Normal <i>Diaphragm Wall</i>	4-9
Gambar 4.8. Profil Gaya Geser <i>Diaphragm Wall</i>	4-10
Gambar 4.9. Profil Momen Lentur <i>Diaphragm Wall</i>	4-11
Gambar 4.10. Penulangan <i>Diaphragm Wall</i> (0,0 m hingga 7,5 m)	4-12
Gambar 4.11. Kapasitas Momen Lentur <i>Diaphragm Wall</i>	4-13
Gambar 4.12. Defleksi Akibat Kegagalan Satu Baris <i>Strut</i> Horizontal.....	4-16
Gambar 4.13. Defleksi Akibat Kegagalan Dua Baris <i>Strut</i> Horizontal (b).....	4-17
Gambar 4.14. Defleksi Akibat Kegagalan Dua Baris <i>Strut</i> Horizontal (b).....	4-18
Gambar 4.15. Gaya Normal (N) Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Satu Baris	4-19
Gambar 4.16. Gaya Normal (N) Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Dua Baris	4-20
Gambar 4.17. Gaya Geser (Q) Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Satu Baris	4-21
Gambar 4.18. Gaya Geser (Q) Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Dua Baris	4-22
Gambar 4.19. Momen Lentur (M) Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Satu Baris	4-23
Gambar 4.20. Momen Lentur (M) Kegagalan <i>Strut</i> Horizontal Dua Baris	4-24

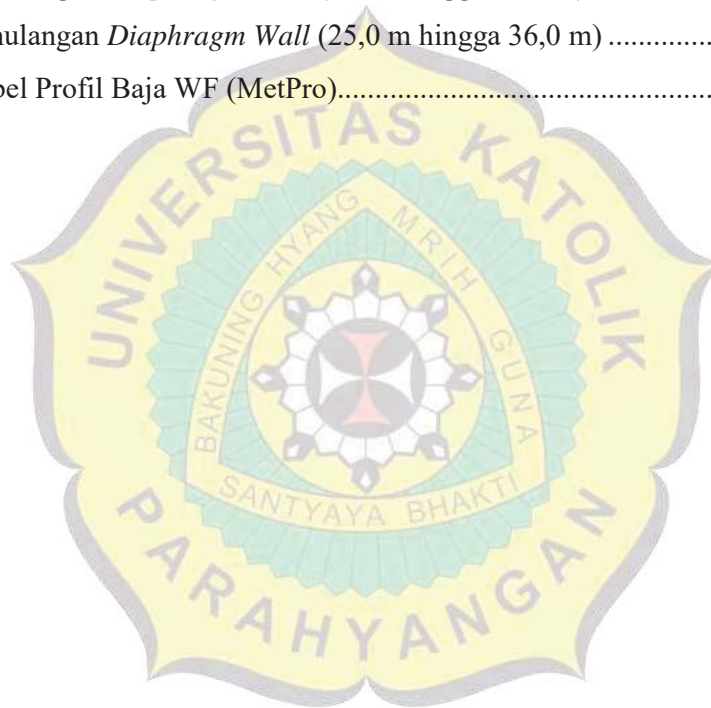
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kondisi pengaplikasian (Ou, 2006)	2-11
Tabel 3.1. Korelasi antara N-SPT dan konsistensi tanah (Lock, 2014)	3-3
Tabel 3.2. Korelasi antara N-SPT dan konsistensi tanah (Lock, 2014)	3-3
Tabel 3.3. Korelasi konsistensi tanah dengan berat isi (Lock, 2014).....	3-4
Tabel 3.4. Parameter desain untuk tanah pasiran	3-6
Tabel 3.5. Parameter desain untuk tanah lempung.....	3-6
Tabel 3.6. Parameter untuk <i>diaphragm wall</i>	3-7
Tabel 3.7. Parameter untuk sistem perkuatan	3-7
Tabel 3.8. Jarak dan kedalaman instalasi <i>strut</i> horizontal.....	3-15
Tabel 3.9. Kedalaman galian dan kedalaman <i>dewatering</i>	3-17
Tabel 4.1. Alur Pekerjaan Konstruksi (Hsiung, 2008).....	4-4
Tabel 4.2. Input Parameter Pemodelan	4-5
Tabel 4.3. Variasi Parametrik.....	4-14



DAFTAR LAMPIRAN

L1.1.	Deskripsi Profil Pelapisan Tanah Pada Stasiun O6 (Hsiung, 2008)	L1-1
L1.2.	Parameter Tanah Terkait Stasiun O6 (Hsiung, 2008)	L1-1
L1.3.	Peta Instrumen Monitoring Stasiun O6 (Hsiung, 2008)	L1-1
L1.4.	Potongan Melintang Galian dan Profil Tanah Pada Stasiun O6 (Khoiri, 2012)	L1-2
L1.5.	Alur Pekerjaan Konstruksi (Khoiri, 2012)	L1-3
L2.1.	Penulangan <i>Diaphragm Wall</i> (7,5 m hingga 25,0 m)	L2-1
L2.2.	Penulangan <i>Diaphragm Wall</i> (25,0 m hingga 36,0 m)	L2-2
L3.1.	Tabel Profil Baja WF (MetPro).....	L3-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Daerah perkotaan kerap kali mengalami masalah kepadatan lalu lintas yang berakar dari jumlah pemakaian kendaraan pribadi secara masif. Pemanfaatan lahan untuk kebutuhan pemukiman, perniagaan dan pelayan umum tidak dapat dikesampingkan. Oleh sebab itu, permasalahan ini mempunyai solusi dengan dibangunnya moda transportasi bawah tanah (*subway*) guna menunjang kebutuhan masyarakat akan transportasi umum. Dengan adanya sistem transportasi bawah tanah, memungkinkan untuk mengakomodasi penumpang dalam jumlah yang relatif banyak untuk berpindah ke titik – titik aktivitas masyarakat perkotaan.

Kota Kaohsiung di Taiwan merupakan daerah padat penduduk yang menggunakan solusi sistem transportasi bawah tanah (*underground transport system*) sebagai pemecahan permasalahan kepadatan lalu lintas (Lan, 2006). Konstruksi galian dalam dilakukan untuk kebutuhan stasiun dan jalur transportasi. Hal ini merupakan suatu tantangan karena, galian dilakukan berdekatan dengan bangunan – bangunan bertingkat yang jika tidak diperhitungkan dan diprediksi dengan baik dapat berakibat kerugian serta kegagalan. Namun, pergerakan tanah akibat galian dalam, dapat diprediksi cukup akurat dengan analisis numerik untuk meminimalisasi dampak dari deformasi tanah tersebut.

Lingkup analisis dari penelitian ini berfokus pada stasiun O6 di jalur oranye pada Kaohsiung Rapid Transit System (KRTS). Galian memiliki dimensi panjang 194 meter, lebar 20.7 meter serta dengan kedalaman galian maksimum pada 19.6 meter dibawah permukaan tanah dengan dinding diafragma. Stasiun O6 berada pada persimpangan jalan Minzu dan Zhongzheng yang merupakan daerah di tengah Kota Kaohsiung. Perlapisan tanah pada stasiun O6 didominasi oleh pasir yang informasi tersebut diperoleh dari hasil uji N-SPT. Melalui data hasil uji N-SPT dapat diperoleh korelasi antara nilai SPT dengan parameter tanah (Lock, 2014).

Tanah non-kohefif dalam klasifikasinya merupakan tanah pasiran, lempung berpasir ataupun pasir dengan kandungan lempung (ASTM D287 – 17). Oleh sebab itu, analisis menggunakan model *elastic-perfect plastic* “*Mohr-Coulomb*” dalam pemodelan *finite element method* (FEM) dengan bantuan *software* PLAXIS 2D (Hsiung, 2008). Penting untuk melakukan analisis balik (*back-analyses*) untuk memperoleh parameter yang nantinya dipertimbangkan untuk pemodelan dan analisis galian dalam. Dinding diafragma dalam studi kasus, memiliki perkuatan *strut* horizontal. Hal ini merupakan pendukung dari kemampuan dinding diafragma untuk dapat menahan beban dari tanah di belakang dinding. Keberhasilan dari sistem perkuatan adalah suatu faktor vital dalam keamanan pelaksanaan galian dalam (Ou, 2006).

1.2 Inti Permasalahan

Penulis ingin menganalisis deformasi pada dinding penahan tanah dengan perkuatan *strut* horizontal pada tanah pasiran di stasiun O6 Kaohsiung, Taiwan menggunakan *software* PLAXIS 2D.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Melaksanakan Studi parametrik karakteristik deformasi dinding penahan tanah.
2. Mengetahui tingkat akurasi dari pemodelan numerik dengan hasil pengukuran inklinometer lapangan.
3. Menganalisis deformasi dinding penahan tanah dan penurunan tanah terhadap bangunan di sekitar galian.
4. Menganalisis gaya dalam yang terjadi di sepanjang dinding penahan tanah.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian merupakan batasan masalah yang memfokuskan penelitian ini yang adalah:

1. Data parameter tanah menggunakan data sekunder pelapisan tanah pada galian dalam Kaohsiung.
2. Faktor – faktor yang dipertimbangkan dapat mempengaruhi deformasi dari dinding penahan tanah.
3. Menggunakan model konstitutif Mohr-Coulomb dalam analisis dinding penahan tanah pada galian dalam.
4. Pemodelan tanah, galian dalam, dinding diafragma, *strut* dan *dewatering* menggunakan *finite element method* dengan bantuan *software* PLAXIS 2D.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan melalui penggalian informasi dari literatur – literatur seperti buku, jurnal dan *manual* penggunaan *software* yang memiliki korelasi dengan lingkup penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data melalui literatur yang berkaitan dengan kasus galian dalam tanah pasir pada daerah Kaohsiung, Taiwan. Data tersebut dapat berupa *site layout*, hasil uji N-SPT, elevasi muka air tanah, pelapisan tanah, data parameter lapis tanah, penampang melintang galian dalam, penampang dinding penahan tanah dan perkuatannya serta hasil pengukuran lapangan berupa data inklinometer.

3. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini adalah pemodelan galian dalam beserta struktur penahan tanah berupa dinding diafragma dengan kekuatan *strut*. *Finite element method* dengan pemodelan Mohr-Coulomb melalui *software* PLAXIS 2D digunakan untuk keperluan analisis ini. Kemudian, dalam analisisnya mencoba untuk mengetahui deformasi serta gaya – gaya yang berpengaruh pada dinding penahan tanah.

1.6 Sistem Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini mencakup:

BAB 1 – PENDAHULUAN

Mencakup penulisan tentang permasalahan yang akan dibahas melalui penulisan latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, serta metodologi dan sistematika penelitian dari kasus yang dipelajari.

BAB 2 – STUDI PUSTAKA

Mencakup penulisan tentang pendalaman teori mengenai pemodelan dinding diafragma dengan kekuatan *strut* horizontal menggunakan model konstitutif Mohr-Coulomb serta karakteristik deformasinya. Pendalaman tentang pemantauan menggunakan alat inklinometer juga dibahas serta pedoman lainnya yang memiliki korelasi terhadap penelitian serta literatur – literatur yang memiliki korelasi dengan topik bahasan yang dibahas.

BAB 3 – METODOLOGI PENELITIAN

Mencakup penulisan tentang cara pemodelan dinding penahan tanah pada galian dalam menggunakan *finite element method* dengan *software* PLAXIS serta rangkaian data yang menunjang analisis penelitian meliputi, parameter tanah dan data sekunder lainnya.

BAB 4 – DATA DAN ANALISIS DATA

Mencakup penulisan tentang hasil deformasi dari pemodelan dinding penahan tanah pada galian dalam menggunakan *finite element method* dengan *software* PLAXIS yang nantinya diolah untuk kebutuhan analisis dari data pemodelan tersebut.

BAB 5 – KESIMPULAN DAN SARAN

Mencakup penulisan bagian kesimpulan dari hasil analisis deformasi dinding penahan tanah terhadap kedalaman galian beserta saran untuk penelitian di masa mendatang.

1.7 Diagram Alir Penelitian

