

SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR PENAHAN TANAH SOLDIER PILE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA TIGA
DIMENSI STUDI KASUS GEDUNG ASEAN SEKRETARIAT
DI JAKARTA SELATAN**



KELVIN RAMDHANI SUBRAMANTYO

NPM : 2017410130

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

KO – PEMBIMBING : Ir. Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JUNI 2022**

SKRIPSI

**ANALISIS STRUKTUR PENAHAN TANAH SOLDIER PILE
MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA TIGA
DIMENSI STUDI KASUS GEDUNG ASEAN SEKRETARIAT
DI JAKARTA SELATAN**



KELVIN RAMDHANI SUBRAMANTYO

NPM : 2017410130

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

KO-PEMBIMBING : Ir. Afizal Arafianto, S.T., M.T.

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

PENGUJI 2 : Dr. Ir. Rinda Karlinasari Indrayana, M.T.

[Handwritten signatures of Siska Rustiani, Afizal Arafianto, Paulus Pramono Rahardjo, and Rinda Karlinasari Indrayana]

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-
ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JUNI 2022**

PERNYATAAN

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

Nama : Kelvin Ramdhani Subramantyo
 NPM : 2017410130
 Program Studi : Teknik Sipil
 Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi¹⁾ dengan judul:

Analisis Struktur Penahan Tanah Soldier Pile Menggunakan Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi
Studi Kasus Gedung ASEAN Sekretariat di Jakarta Selatan

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: 28 Juni 2022



Kelvin Ramdhani Subramantyo

2017410130

¹⁾ coret yang tidak perlu

ANALISIS STRUKTUR PENAHAN TANAH SOLDIER PILE MENGUNAKAN METODE ELEMEN HINGGA TIGA DIMENSI STUDI KASUS GEDUNG ASEAN SEKRETARIAT DI JAKARTA SELATAN

Kelvin Ramdhani Subramantyo
NPM: 2017410130

Pembimbing: Siska Rustiani, Ir., M.T.
Ko-Pembimbing: Ir. Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JUNI 2022

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan dan aktivitas di kota-kota besar berdampak pada ketersediaan lahan yang semakin berkurang. Solusi dari keterbatasan lahan tersebut salah satunya adalah membuat bangunan vertikal ke bawah atau *basement*. *Basement* tersebut dapat diwujudkan dengan melakukan metode galian dalam. Analisis pada galian dalam sangat dibutuhkan, mengingat pekerjaan tersebut sangat krusial dengan syarat deformasi yang tidak berlebihan. Oleh karena itu, diperlukan struktur penahan galian yang memadai sehingga dapat menahan tekanan lateral tanah. Pada penelitian ini, *soldier piles*, sebagai struktur penahan tanah, memiliki celah diantara dua tiang yang bersebelahan. Maka, penelitian ini bermaksud untuk membandingkan hasil deformasi *soldier piles* berupa solid element dengan data hasil *monitoring* inklinometer di lapangan. Model jenis tanah yang digunakan adalah *Modified* Mohr-Coulomb dengan data inklinometer yang digunakan yaitu inklinometer I-1. Dalam membantu memodelkan pada kasus galian dalam ini digunakan metode elemen hingga berbasis *software* Midas GTS NX. Setelah dilakukan *back analysis* sebanyak dua kali dengan menggunakan *software* Midas GTS NX diperoleh nilai deformasi maksimum pada lokasi yang sesuai dengan inklinometer I-1 yaitu sebesar 5,99 mm, sedangkan dari data inklinometer I-1 yaitu sebesar 9 mm. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa untuk mengurangi nilai deformasi pada pemodelan dapat dilakukan dengan mengganti nilai modulus elastisitas (E) pada parameter tanah agar data yang diinginkan dapat sesuai dengan data dari pembacaan di lapangan.

Kata Kunci: Galian Dalam, *Soldier Piles*, *Modified* Mohr-Coulomb, Midas GTS NX

ANALYSIS OF SOLDIER PILE SOIL STRUCTURE USING THE THREE DIMENSIONAL FINITE ELEMENT METHOD CASE STUDY OF THE ASEAN SECRETARIAT BUILDING IN SOUTH JAKARTA

**Kelvin Ramdhani Subramantyo
NPM: 2017410130**

**Advisor: Siska Rustiani, Ir., M.T.
Co-Advisor: Ir. Aflizal Arafianto, S.T., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JUNE 2022**

ABSTRACT

The increasing needs and activities in big cities have an impact on the decreasing availability of land. One of the solutions to the limited land area is to make a vertical building downwards or basement. A basement can be realized by using the deep excavation method. Analysis of deep excavation is very much needed, considering that the work is very crucial on the condition that the deformation is not excessive. Therefore, an adequate excavation retaining structure is needed to withstand lateral soil pressure. In this study, soldier piles, as a retaining structure, have a gap between two adjacent piles. So, this study intends to compare the results of the deformation of the soldier piles in the form of solid elements with the data from the inclinometer monitoring in the field. The soil type model used is Modified Mohr-Coulomb with the inclinometer data used, namely the inclinometer I-1. The finite element method based on the Midas GTS NX software is used to help modeling the deep excavation case. After back analysis was performed twice using the Midas GTS NX software, the maximum deformation value at the location corresponding to the inclinometer I-1 was 5,99 mm, while the data for the inclinometer I-1 was 9 mm. Based on the analysis, it can be concluded that to reduce the deformation value in the modeling can be done by changing the value of the modulus of elasticity (E) in the soil parameters so that the desired data can match the data from the readings in the field.

Keywords: Deep Excavation, Soldier Piles, Modified Mohr-Coulomb, Midas GTS NX

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Penelitian ini dibuat untuk memenuhi tugas akhir Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan. Selama proses penelitian berlangsung, penulis mendapatkan bimbingan, arahan, dukungan, dan saran. Untuk itu rasa terima kasih sedalam-dalamnya penulis sampaikan kepada:

- Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta masukan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
- Bapak Ir. Aflizal Arafianto, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang telah membantu memberikan data penelitian serta memberikan saran, masukan, dan berbagai ilmu yang sangat berharga dan bermanfaat selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
- Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ph.D. dan ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari Indrayana, M.T. selaku dosen penguji sidang akhir, yang telah memberikan bimbingan, kritik, serta saran selama proses penelitian.
- Bapak Aswin Lim, S.T., MSc. Eng., Ph.D., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., MT., dan Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., selaku dosen KBI Geoteknik yang telah memberikan banyak saran dan kritik selama proses penelitian.
- Kedua orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan doa, semangat, serta dukungan secara materiil maupun moril.
- Shavira R. Andjani. yang telah memberikan doa, dukungan, dan bantuan selama proses penelitian dan penyusunan laporan.
- Sahabat dan teman penulis, khususnya teman jurusan Teknik Sipil UNPAR angkatan 2017, yang telah memberikan saran, dukungan, dan semangat dalam proses penelitian.

Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang sudah berkontribusi selama proses penelitian maupun penyusunan laporan. Besar harapan penulis, laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca serta

semua pihak yang ingin mengembangkan topik penelitian terkait. Penulis sadar penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis memohon maaf bila ada kekurangan pada skripsi ini.

Bandung, 28 Juni 2022



Kelvin Ramdhani Subramantyo
2017410130



DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
DAFTAR NOTASI.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	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
1.5.1. Studi Literatur.....	1-3
1.5.2. Pengumpulan Data.....	1-3
1.5.3. Analisis.....	1-3
1.6. Sistematika Penulisan.....	1-3
1.7. Diagram Alir Penelitian.....	1-4
BAB 2 DASAR TEORI.....	2-1
2.1. Galian Dalam.....	2-1
2.1.1. <i>Full Open Cut Method</i>	2-1
2.1.2. <i>Braced Excavation Method</i>	2-2
2.1.3. <i>Anchored Excavation Method</i>	2-3
2.1.4. <i>Island Excavation Method</i>	2-4
2.1.5. <i>Top-Down Construction Method</i>	2-5
2.1.6. <i>Zoned Excavation Method</i>	2-7
2.2. Retaining Wall.....	2-8
2.2.1. <i>Soldier piles</i>	2-8
2.2.2. <i>Sheet Piles</i>	2-10
2.2.3. <i>Column Piles</i>	2-11
2.2.4. <i>Diaphragm Walls</i>	2-12

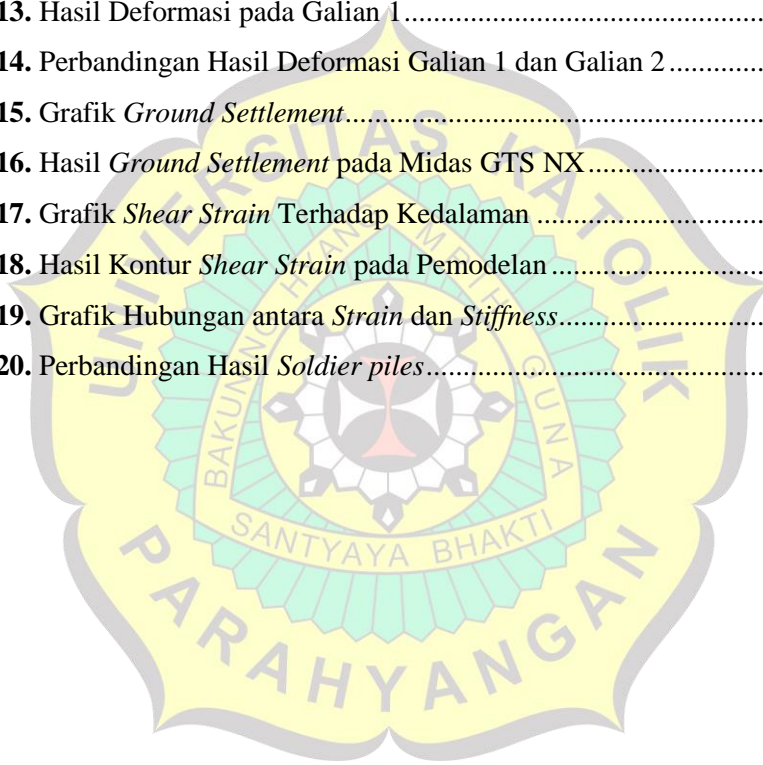
2.3.	Prinsip Dasar Metode Elemen Hingga.....	2-13
BAB 3 METODE PENELITIAN		3-1
3.1.	Jenis Penelitian.....	3-1
3.2.	Tahap Penelitian.....	3-1
3.2.1.	Tahap Pra-penelitian	3-1
3.2.2.	Tahap Penelitian.....	3-1
3.2.3.	Tahap Penarikan Kesimpulan	3-2
3.3.	Lokasi penelitian.....	3-2
3.4.	Rincian Sumber Data	3-2
3.5.	Teknik pengumpulan Data.....	3-2
3.6.	Parameter Tanah	3-3
3.6.1.	Konsistensi Tanah.....	3-3
3.6.2.	Berat Isi Tanah.....	3-3
3.6.3.	Kuat Geser Tanah.....	3-4
3.6.4.	Kohesi Efektif (c')	3-4
3.6.5.	Sudut Geser Dalam	3-5
3.6.6.	Sudut Geser Dalam Efektif (ϕ')	3-6
3.6.7.	Modulus Elastis Tanah.....	3-6
3.6.8.	Angka <i>Poisson's Ratio</i>	3-7
3.6.9.	OCR	3-7
3.7.	Tahapan Modeling Midas GTS-NX.....	3-8
3.7.1.	Menentukan Pengaturan Dasar Analisis	3-8
3.7.2.	Membuat Geometri Pemodelan	3-8
3.7.3.	Memasukkan <i>Material</i> dan <i>Property</i>	3-9
3.7.4.	Melakukan <i>Generate Mesh</i>	3-10
3.7.5.	Membuat <i>Boundary Condition</i>	3-11
3.7.6.	Mengatur Tahapan Konstruksi.....	3-11
3.7.7.	Mengatur dan <i>Running Analysis</i>	3-12
3.7.8.	Meninjau Hasil Analisis.....	3-13
3.8.	Stage Construction Galian Dalam.....	3-13
3.8.1.	Kondisi Awal (<i>initial condition</i>).....	3-13
3.8.2.	Tahap <i>soldier piles & capping beam</i>	3-14
3.8.3.	Tahap Galian 1	3-15
3.8.4.	Tahap Galian 2.....	3-15

3.9.	Model Elemen Hingga	3-16
3.10.	Model Tanah <i>Modified</i> Mohr-Coulomb.....	3-18
BAB 4 ANALISIS DATA		4-1
4.1.	Data Proyek.....	4-1
4.2.	Data Hasil Pengukuran.....	4-2
4.3.	Data Pelaksanaan Lapangan.....	4-4
4.4.	Parameter Tanah untuk Analisis	4-4
4.4.1.	Penentuan Berat Jenis Tanah (γ).....	4-5
4.4.2.	Penentuan Indeks Plastisitas (IP)	4-6
4.4.3.	Penentuan Kohesi Tak Terdrainase (S_u)	4-7
4.4.4.	Penentuan Kohesi Efektif (c').....	4-7
4.4.5.	Penentuan Sudut Geser Dalam Efektif (ϕ').....	4-8
4.4.6.	Penentuan Modulus Elastisitas.....	4-8
4.4.7.	Penentuan Angka <i>Poisson's Ratio</i>	4-8
4.4.8.	Penentuan Nilai OCR.....	4-8
4.5.	Simulasi Galian Dalam Menggunakan Parameter Awal.....	4-9
4.5.1.	Hasil Simulasi Galian Dalam Menggunakan Parameter Awal	4-10
4.5.2.	Perbandingan Hasil Simulasi Galian Dalam Menggunakan Parameter Awal dengan Data Inklinometer	4-11
4.6.	Simulasi Galian Dalam dengan Mengubah Parameter Modulus Tanah	4-12
4.6.1.	Hasil Simulasi Galian Dalam dengan Mengubah Parameter Modulus..	4-13
4.6.2.	Perbandingan Hasil Simulasi Galian Dalam Setelah Mengubah Parameter Modulus dengan Data Inklinometer.....	4-14
4.6.3.	Hasil Deformasi Setiap Galian, <i>Ground Settlement</i> , & <i>Strain</i>	4-15
4.7.	Analisis Perbandingan Antara Simulasi Pertama dan Simulasi Kedua.....	4-19
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1.	Kesimpulan	5-1
5.2.	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA		xiii

DAFTAR GAMBAR

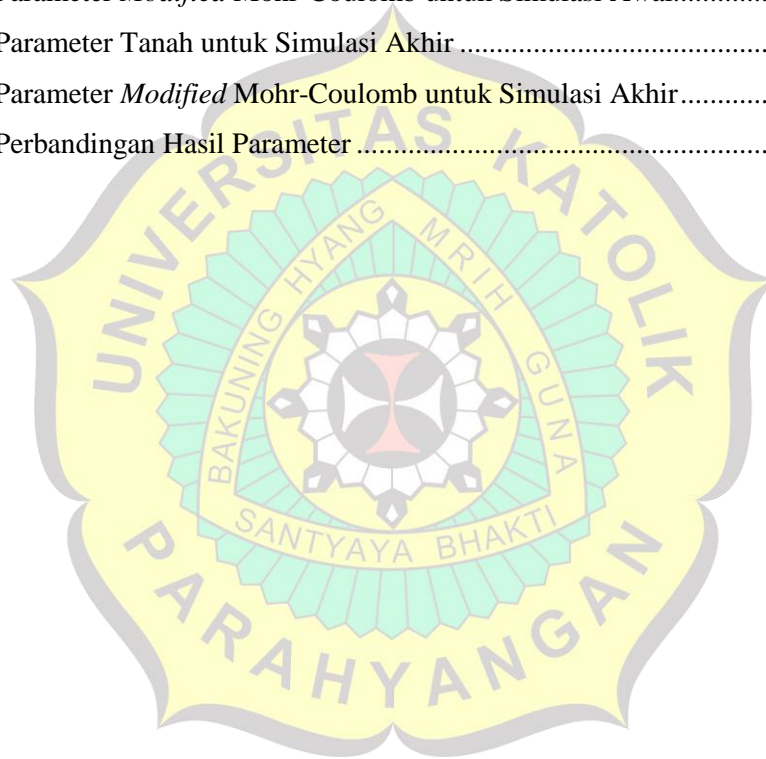
Gambar 2.1. Galian <i>Open Cut Method</i> dengan Kemiringan	2-2
Gambar 2.2. Galian dengan Metode <i>Braced</i>	2-3
Gambar 2.3. Profil galian dengan Metode <i>Anchored</i>	2-4
Gambar 2.4. Galian dengan Metode <i>Island</i>	2-5
Gambar 2.5. Galian dengan Metode <i>Top-Down Construction</i>	2-7
Gambar 2.6. Galian dengan Metode <i>Zoned</i>	2-8
Gambar 2.7. Pola Susunan <i>Soldier piles</i>	2-10
Gambar 2.8. Pola Susunan <i>Sheet Pile</i>	2-11
Gambar 2.9. Contoh <i>Column Piles</i>	2-11
Gambar 2.10. Contoh Pemasangan <i>Diaphragm Wall</i>	2-12
Gambar 2.11. Tahap Konstruksi <i>Diaphragm Wall</i>	2-13
Gambar 3.1. Perkiraan Hubungan N_{SPT} terhadap S_u	3-4
Gambar 3.2. Korelasi antara Kohesi Efektif (c') terhadap Undrained Shear Strength (c_u)	3-5
Gambar 3.3. Hubungan E/N terhadap Regangan	3-7
Gambar 3.4. Jendela Penentuan <i>Analysis Setting</i>	3-8
Gambar 3.5. Contoh Bentuk Geometri Pemodelan.....	3-9
Gambar 3.6. Jendela Pengaturan <i>Material</i>	3-9
Gambar 3.7. Jendela Pengaturan <i>Property</i>	3-10
Gambar 3.8. Jendela Pengaturan <i>Mesh</i>	3-10
Gambar 3.9. Contoh Model <i>Generate Mesh</i>	3-11
Gambar 3.10. Hasil <i>Boundary Condition</i>	3-11
Gambar 3.11. Jendela Pengaturan Tahapan Konstruksi (<i>Stage Set</i>).....	3-12
Gambar 3.12. Jendela <i>Running Analysis</i>	3-13
Gambar 3.13. Menu <i>Results</i>	3-13
Gambar 3.14. Model Pada Kondisi Awal.....	3-14
Gambar 3.15. Model Pada Tahap <i>soldier piles & capping beam</i>	3-14
Gambar 3.16. Model Pada Kondisi Galian 1	3-15
Gambar 3.17. Model Pada Kondisi Galian 2.....	3-16
Gambar 3.18. Detail Model Elemen Hingga	3-16
Gambar 3.19. Detail Model Elemen Hingga dengan Galian Terbuka.....	3-18
Gambar 3.20. Modulus Elastisitas pada Model Tanah <i>Modified Mohr-Coulomb</i>	3-20
Gambar 4.1. Lokasi Titik Pengujian.....	4-1
Gambar 4.2. Gambar Pergerakan Inklinometer I-1	4-3

Gambar 4.3. Hasil Nilai N_{SPT} terhadap Kedalaman pada Titik <i>borehole</i> BM-3.....	4-5
Gambar 4.4. Hubungan Berat Jenis Tanah terhadap Kedalaman	4-6
Gambar 4.5. Hubungan Indeks Plastisitas terhadap Kedalaman	4-7
Gambar 4.6. Grafik Hubungan OCR terhadap Kedalaman	4-9
Gambar 4.7. Hasil Simulasi Awal Tampak Depan.....	4-11
Gambar 4.8. Hasil Simulasi Awal Tampak 3D	4-11
Gambar 4.9. Hasil Pergerakan <i>Soldier piles</i> dengan Parameter Awal	4-12
Gambar 4.10. Hasil Simulasi Akhir Tampak Depan	4-14
Gambar 4.11. Hasil Simulasi Akhir Tampak 3D	4-14
Gambar 4.12. Hasil Pergerakan <i>Soldier piles</i> dengan Parameter Akhir.....	4-15
Gambar 4.13. Hasil Deformasi pada Galian 1	4-16
Gambar 4.14. Perbandingan Hasil Deformasi Galian 1 dan Galian 2	4-16
Gambar 4.15. Grafik <i>Ground Settlement</i>	4-17
Gambar 4.16. Hasil <i>Ground Settlement</i> pada Midas GTS NX.....	4-17
Gambar 4.17. Grafik <i>Shear Strain</i> Terhadap Kedalaman	4-18
Gambar 4.18. Hasil Kontur <i>Shear Strain</i> pada Pemodelan	4-18
Gambar 4.19. Grafik Hubungan antara <i>Strain</i> dan <i>Stiffness</i>	4-19
Gambar 4.20. Perbandingan Hasil <i>Soldier piles</i>	4-20



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Konsistensi Tanah Butir Halus dan Butir Kasar Berdasarkan N_{SPT}	3-3
Tabel 3.2. Berat Jenis Tanah	3-4
Tabel 3.3. Korelasi N_{SPT} terhadap Sudut Geser Dalam	3-5
Tabel 3.4. Nilai Modulus terhadap N_{SPT}	3-6
Tabel 3.5. Nilai Angka <i>Poisson's Ratio</i> berdasarkan Jenis Tanah	3-7
Tabel 3.6. Parameter untuk Model <i>Modified</i> Mohr-Coulomb.....	3-19
Tabel 4.1. Parameter SPT <i>Soldier piles</i>	4-4
Tabel 4.2. Parameter Tanah untuk Simulasi Awal	4-10
Tabel 4.3. Parameter <i>Modified</i> Mohr-Coulomb untuk Simulasi Awal.....	4-10
Tabel 4.4. Parameter Tanah untuk Simulasi Akhir	4-13
Tabel 4.5. Parameter <i>Modified</i> Mohr-Coulomb untuk Simulasi Akhir.....	4-13
Tabel 4.6. Perbandingan Hasil Parameter	4-20

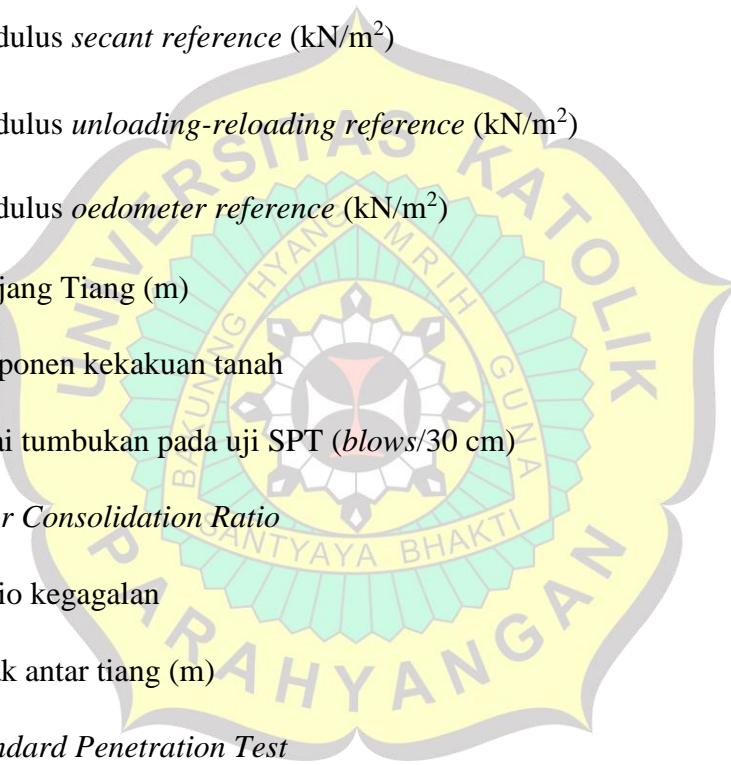


DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Denah Lokasi Pemasangan Inklinometer	L1-1
Lampiran 2. Tahapan Galian <i>Soldier Pile</i>	L2-2
Lampiran 3. Data <i>Borehole</i> BM-3.....	L3-3
Lampiran 4. Data Sondir	L4-5
Lampiran 5. Hasil Rangkuman Uji Laboratorium	L5-6



DAFTAR NOTASI



c	= Kohesi (kN/m^2)
c'	= Kohesi tanah efektif (kN/m^2)
D_{pile}	= Diameter tiang (cm)
E	= Modulus elastisitas (kN/m^2)
E'	= Modulus elastisitas efektif (kN/m^2)
E_{50}^{ref}	= Modulus <i>secant reference</i> (kN/m^2)
$E_{\text{eu}}^{\text{ref}}$	= Modulus <i>unloading-reloading reference</i> (kN/m^2)
$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$	= Modulus <i>oedometer reference</i> (kN/m^2)
L_{pile}	= Panjang Tiang (m)
m	= Eksponen kekakuan tanah
N_{SPT}	= Nilai tumbukan pada uji SPT (<i>blows/30 cm</i>)
OCR	= <i>Over Consolidation Ratio</i>
R_f	= Rasio kegagalan
s	= Jarak antar tiang (m)
SPT	= <i>Standard Penetration Test</i>
S_u	= Kuat geser tanah tak terdrainase / kohesi tanah (kN/m^2)
γ	= Berat isi tanah (kN/m^3)
γ_{sat}	= Berat isi tanah jenuh air (kN/m^3)
ν'	= <i>Poisson's ratio</i> efektif
ϕ'	= Sudut geser dalam tanah efektif ($^\circ$)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan dunia industri dan bisnis di kota-kota besar saat ini meningkatkan kebutuhan lahan kosong untuk pembangunan. Peningkatan kebutuhan lahan ini berbanding terbalik dengan keadaan di lapangan, dimana lahan kosong saat ini semakin berkurang dengan seiringnya waktu. Salah satu solusi dari keterbatasan lahan kosong saat ini adalah dengan memanfaatkan lahan kosong tersebut semaksimal mungkin dengan membuat bangunan secara vertikal. Tidak hanya meningkat ke atas, pembangunan vertikal juga dapat dibangun secara vertikal ke bawah tanah atau biasa disebut dengan *basement*. *Basement* pada bangunan gedung pada umumnya digunakan untuk fungsi penunjang seperti area parkir atau area utilitas bangunan. Selain itu, pembangunan bawah tanah juga memungkinkan untuk fungsi yang terpisah dari bangunan gedung seperti kereta bawah tanah atau jalur lalu lintas lainnya. Pembangunan bawah tanah atau *basement* dapat diwujudkan dengan pekerjaan galian dalam sebagai struktur bangunan tersebut.

Pada pekerjaan galian dalam diperlukan analisis khusus, mengingat pekerjaan galian dalam sangat krusial dalam pekerjaan proyek. Galian dalam dibatasi oleh syarat deformasi yang tidak boleh berlebihan. Deformasi ini dipengaruhi oleh model tanah dan parameter tanah yang diinputkan pada tahap perencanaan, dimana data yang diinputkan pada tahap perencanaan dapat berbeda dengan parameter tanah yang terjadi di lapangan. Model tanah yang umum digunakan untuk menggambarkan kondisi tanah yang sebenarnya terjadi pada di lapangan yaitu Mohr-Coulomb, Hiperbolik, dan *Cam-Clay model* (Ou,2006). Model tanah tersebut masing-masing memiliki parameter tanah yang nantinya digunakan untuk menggambarkan kurva tegangan-regangan.

Gedung sekretariat ASEAN adalah gedung perkantoran yang terdiri dari 2 gedung tower yang digabungkan dengan bangunan podium di bawahnya. Setiap tower terdiri dari 17 lantai dan dilengkapi dengan 2 lapis *basement* yang difungsikan sebagai area parkir kendaraan. Pada galian dalam gedung ASEAN menggunakan *soldier piles* dengan instrumen monitoring pengukuran inklinometer.

Inklinometer sendiri berfungsi sebagai pemantau performa dari SPT bila terjadi pergerakan seragam atau terdapat retakan dan memberikan peringatan awal atau *early warning system*.

1.2. Inti Permasalahan

Pada kondisi di lapangan, *soldier pile* merupakan struktur penahan tanah berupa deretan tiang dimana terdapat celah di antara dua tiang yang bersebelahan. Selain itu, pada tahap perencanaan, struktur penahan tanah didesain dengan tambahan *struts*. Pada keadaan sesungguhnya, *struts* tidak digunakan namun dipasangkan alat *monitoring* inklinometer agar dapat dilihat deformasi tanah tersebut. Maka, studi ini bermaksud untuk melakukan *back analysis* (analisis balik) untuk mengetahui nilai modulus tanah yang sesungguhnya di lapangan. Selain itu, studi ini juga bermaksud untuk menginvestigasi dan membandingkan perilaku *soldier pile* apabila dimodelkan sebagai elemen solid.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan hasil analisis pemodelan numerik 3D dengan data monitoring inklinometer yang terukur di lapangan
2. Memperoleh parameter tanah berdasarkan hasil analisis balik yang sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.

1.4. Lingkup Penelitian

Ruang lingkup masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data monitoring inklinometer pada struktur penahan tanah *soldier piles* di gedung sekretariat ASEAN Jakarta Selatan.
2. Model analisis yang akan digunakan adalah model 3D menggunakan program MIDAS GTS NX.
3. Melakukan analisis galian dalam dengan menggunakan model tanah *Modified Mohr-Coulomb*.
4. Memodelkan struktur penahan tanah *soldier piles* menggunakan *soil volume*.
5. Inklinometer yang akan digunakan adalah nomor I-1.

6. Kondisi tanah yang akan digunakan adalah posisi *borehole* yang terdekat dengan lokasi inclinometer.

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini adalah:

1.5.1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan untuk mencari teori-teori yang berhubungan dengan penelitian pada skripsi ini, khususnya teori-teori yang berkaitan dengan galian dalam, *soldier piles*, model tanah *Modified* Mohr-Coulomb, dan metode elemen hingga.

1.5.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data sekunder dilakukan pada lokasi proyek Gedung Sekretariat ASEAN di Jakarta Selatan berupa:

1. Data laboratorium
2. Data uji lapangan (pengeboran, SPT dan CPT)
3. Gambar denah dan potongan melintang galian
4. Data hasil pengukuran (pembacaan inclinometer)

1.5.3. Analisis

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis menggunakan model *Modified* Mohr-Coulomb. Profil deformasi *soldier piles* dibandingkan antara hasil dari pemodelan dengan hasil di lapangan dengan menggunakan bantuan program MIDAS GTS NX.

1.6. Sistematika Penulisan

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan dan diagram alir.

2. BAB 2 DASAR TEORI

Bab ini akan membahas mengenai dasar-dasar teori yang digunakan dalam penelitian ini yang berupa teori galian dalam, *modified* mohr-coulomb dan juga *software* MIDAS GTS NX.

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini akan membahas mengenai metode penelitian dan alur metode dengan data-data yang didapat.

4. BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan membahas secara rinci mengenai permasalahan yang ada yaitu tentang galian dalam menggunakan metode elemen hingga.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjadi bab terakhir dengan membahas kesimpulan dari hasil penelitian yang didapat dan memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

1.7. Diagram Alir Penelitian

Untuk menunjukkan proses penelitian yang akan dilakukan pada penyelesaian penelitian ini dapat dilihat dengan diagram berikut ini:

