

SKRIPSI
SIMULASI NUMERIK UJI PEMBEBANAN AKSIAL
TARIK TIANG BOR PADA TANAH PASIR
TERSEMENTASI DI JAKARTA SELATAN



FAHREZA FIKRI AZIZ PUTRA

NPM: 2017410068

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

KO-PEMBIMBING: 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

JANUARI

2022

SKRIPSI
SIMULASI NUMERIK UJI PEMBEBANAN AKSIAL
TARIK TIANG BOR PADA TANAH PASIR
TERSEMENTASI DI JAKARTA SELATAN



FAHREZA FIKRI AZIZ PUTRA
NPM: 2017410068

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

KO-PEMBIMBING : Aflizal Arafianto, S.T., M.T.

PENGUJI 1 : Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T.

PENGUJI 2 : Prof. Paulus P. Rahardjo, Ir., MSCE., PhD.

Siska
.....
Aflizal
.....
Anastasia
.....
Paulus P. Rahardjo
.....

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
JANUARI
2022

PERNYATAAN

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

Nama : **Fahreza Fikri Aziz Putra**

NPM : **.2017410068**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi¹⁾ dengan judul:

Simulasi Numerik Uji Pembebanan Aksial Tarik Tiang Bor pada Tanah Pasir Tersementasi 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: 7 Januari 2022



Fahreza Fikri Aziz Putra
2017410068

¹⁾ coret yang tidak perlu

SIMULASI NUMERIK UJI PEMBEBANAN AKSIAL TARIK TIANG BOR PADA TANAH PASIR TERSEMENTASI DI JAKARTA SELATAN

Fahreza Fikri Aziz Putra
NPM: 2017410068

Pembimbing: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.
Ko-Pembimbing: 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
JANUARI 2022

ABSTRAK

Pada beberapa kondisi, pondasi akan menerima beban atau gaya tarik yang disebabkan oleh gaya gempa, gaya angkat oleh air, dan lain-lain. Untuk mengonfirmasi perancangan pondasi tiang bor, dapat dilakukan dengan pengujian pembebanan tarik tiang bor di lokasi yang direncanakan menerima beban tarik. Pada proyek pembangunan Gedung Sekretariat ASEAN di Jakarta Selatan, dilakukan uji pembebanan aksial tarik dengan kondisi berada pada lapisan tanah pasir tersementasi, dimana tanah ini memiliki karakteristik khusus yakni kuat geser dan modulus elastisitas yang tinggi. Penelitian dilakukan dengan metode pengumpulan data, studi literatur, analisis menggunakan program berbasis metode elemen hingga, dan metode konvensional. Selain itu, melakukan analisis balik kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban hasil simulasi pemodelan dengan program berbasis metode elemen hingga dengan hasil pengukuran di lapangan. Program berbasis metode elemen hingga, yakni Midas GTS NX, digunakan untuk melakukan simulasi pembebanan aksial tarik dan mengetahui distribusi kapasitas gesekan selimut di sepanjang tiang. Berdasarkan hasil analisis balik kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban, diperoleh besarnya nilai kuat geser parameter c' adalah 180 kN/m^2 dan nilai ϕ' adalah 43° . Besarnya modulus elastisitas adalah sebesar 930000 kN/m^2 , dengan nilai korelasi $10000 \times N_{SPT}$. Berdasarkan hasil interpretasi uji pembebanan lapangan dengan metode Modified Mazurkiewicz, diperoleh besarnya daya dukung ultimit tarik atau failure load adalah sebesar 305 ton. Distribusi kapasitas gesekan selimut tiang yang terjadi pada lapisan tanah pasir tersementasi hanya menerima 34,16% atau 69 ton dari total kapasitas gesekan selimut tiang. Berdasarkan metode perhitungan konvensional, bahwa daya dukung ultimit tarik hasil interpretasi uji pembebanan lapangan adalah $\pm 42\%$ dari besar daya dukung selimut ultimit pada kondisi tekan dengan Metode Reese & Wright (1977) Modifikasi Metode Wahyuni (2010).

Kata Kunci: Uji Pembebanan Aksial Tarik, Tanah Pasir Tersementasi, Tiang Bor, Midas GTS NX

NUMERICAL SIMULATION OF AXIAL TENSILE LOADING TEST OF BORED PILE ON CEMENTED SAND SOIL IN SOUTH JAKARTA

Fahreza Fikri Aziz Putra
NPM: 2017410068

Advisor: Ir. Siska Rustiani Irawan, M.T.
Co-Advisor: 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
JANUARY 2022

ABSTRACT

In some conditions, the foundation will receive loads or tensile forces caused by earthquake forces, lifting forces by water, and others. To confirm the design of the bored pile foundation, it can be done by testing the bored pile tensile loading at the location where it is planned to receive the tensile load. In the construction project of the ASEAN Secretariat Building in South Jakarta, an axial tensile loading test was carried out under conditions of a cemented sand soil layer, where this soil has special characteristics, namely high shear strength and modulus of elasticity. The research was conducted using data collection methods, literature studies, analysis using a program based on the finite element method, and conventional methods. In addition, performing a back analysis of the pile head deformation (upward) – load curve from the modeling simulation results with a program based on the finite element method with the results of measurements in the field. The finite element method-based program, namely Midas GTS NX, is used to simulate tensile axial loading and determine the distribution of the frictional capacity of the side along the pile. Based on the results of the back analysis of the pile head deformation (upward) – load curve, the value of the shear strength parameter c' is 185 kN/m² and the value of ϕ' is 43°. The modulus of elasticity is 930000 kN/m², with a correlation value of 10000 x N_{SPT}. Based on the interpretation of the field loading test using the Modified Mazurkiewicz method, the ultimate tensile bearing capacity or failure load is 305 tons. The distribution of pile side friction capacity that occurs in the cemented sand soil layer only received 34.17% or 68 tons of the total pile side friction capacity. Based on the conventional calculation method, the ultimate tensile bearing capacity of the interpretation of the field loading test is ± 42% of the ultimate frictional bearing capacity under compression conditions using the Reese & Wright (1977) Modified Wahyuni (2010) Method.

Keywords: Tensile Axial Load Test, Cemented Sand Soil, Bored Piles, Midas GTS NX

PRAKATA

Dengan mengucapkan Alhamdulillah segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah S.W.T., karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Simulasi Numerik Uji Pembebanan Aksial Tarik Tiang Bor pada Tanah Pasir Tersementasi di Jakarta Selatan”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi untuk tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

Dalam penyusunan skripsi ini, tentunya penulis telah melalui banyak rintangan dan hambatan. Namun, berkat adanya bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga membantu dalam kelancaran pada proses penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, izinkan penulis untuk mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Seluruh anggota keluarga, khususnya Mama dan Papa yang tidak pernah berhenti memberikan segala jenis dukungan, motivasi, dan doa kepada penulis selama menjalani proses perkuliahan hingga proses penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Siska Rustiani Irawan, Ir. M.T. selaku dosen pembimbing yang dalam segala kesibukannya telah sabar dalam membimbing, memberi motivasi, masukan serta saran kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan sebaik-baiknya.
3. Bapak Aflizal Arafianto, S.T., M.T. selaku ko-pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya dalam memberi bimbingan, bantuan, dukungan, saran serta ilmu-ilmu baru yang tiada habisnya pada skripsi ini.
4. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., PhD, selaku Ketua Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik dan seluruh dosen pengajar di Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberi ilmu, masukan, dan saran yang membangun bagi penulis.
5. Seluruh dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu-ilmu yang bermanfaat, baik

akademik maupun non-akademik, selama penulis menjalani masa perkuliahan.

6. Seluruh anggota keluarga angkat yang ada di rumah, Amora, Ingeu, Eter, dan Cule yang selalu menjadi penglipur lara dengan memberikan keceriaan dan hiburan kepada penulis selama proses menyusun skripsi ini.
7. Teman dan sahabat yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan hiburan kepada penulis selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
8. Keluarga besar Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan angkatan 2017 yang telah memberikan ilmu dan pengalaman, dan menjadi teman seperjuangan dalam mengarungi masa perkuliahan.
9. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran dari pembaca agar kedepannya penulis dapat membangun penelitian yang lebih baik. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan semua pihak yang membutuhkan.

Tanggal: 7 Januari 2022



Fahreza Fikri Aziz Putra
2017410068

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-1
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Sistematika Penulisan	1-3
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-5
BAB II STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Pondasi Tiang Bor	2-1
2.1.1 Kelebihan Pondasi Tiang Bor	2-1
2.1.2 Kekurangan Pondasi Tiang Bor	2-2
2.1.3 Metode Konstruksi Pondasi Tiang Bor	2-3
2.2 Uji Pembebanan Pondasi Tiang	2-4
2.2.1 Uji Pembebanan Aksial Tarik	2-5
2.2.2 Prosedur Pembebanan	2-8
2.3 Tanah Pasir Tersementasi	2-9
2.4 Metode Elemen Hingga (MEH)	2-14
BAB III METODE PENELITIAN	3-1
3.1 Parameter Tanah	3-1
3.1.1 Konsistensi Tanah	3-1
3.1.2 Berat Isi Tanah	3-2
3.1.3 Kuat Geser Tanah Tak Terdrainase	3-3

3.1.4 Sudut Geser Dalam Tanah	3-3
3.1.5 Modulus Elastisitas Tanah	3-4
3.1.6 Angka Poisson's Ratio	3-4
3.1.7 Permeabilitas Tanah.....	3-5
3.1.8 Koefisien Tekanan Lateral Tanah at Rest.....	3-5
3.1.9 Elemen Interface.....	3-5
3.2 Kapasitas Aksial Tarik Tiang	3-6
3.2.1 Metode Reese & Wright (1977).....	3-7
3.2.2 Metode Reese & Wright (1977) Modifikasi Metode Wahyuni (2010)	3-8
3.3 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Aksial Tarik	3-9
3.3.1 Metode Sharma (1984)	3-9
3.3.2 Metode Modified Mazurkiewicz.....	3-10
3.4 Simulasi Menggunakan Program Midas GTS NX	3-10
3.4.1 Prinsip Modified Mohr-Coulomb.....	3-17
BAB IV ANALISIS DATA	4-1
4.1 Data Proyek	4-1
4.2 Interpretasi Hasil Uji Lapangan.....	4-2
4.2.1 Metode Sharma (1984)	4-5
4.2.2 Metode Modified Mazurkiewicz.....	4-7
4.3 Parameter Tanah untuk Analisis.....	4-8
4.3.1 Penentuan Konsistensi Tanah	4-9
4.3.2 Penentuan Berat Isi Tanah	4-9
4.3.3 Penentuan Kuat Geser Tanah Tak Terdrainase.....	4-10
4.3.4 Penentuan Sudut Geser Dalam Tanah	4-10
4.3.5 Penentuan c' dan ϕ' pada Tanah Pasir Tersementasi	4-10
4.3.6 Penentuan Modulus Elastisitas Tanah	4-11
4.3.7 Penentuan Angka <i>Poisson's Ratio</i>	4-11
4.3.8 Penentuan Permeabilitas Tanah	4-11
4.3.9 Penentuan Koefisien Tekanan Lateral Tanah at Rest	4-11
4.3.10 Penentuan Elemen Interface	4-12
4.4 Simulasi dengan Program Midas GTS NX	4-12
4.4.1 Analisis Pemodelan Simulasi.....	4-12
4.4.2 Hasil Analisis Pemodelan	4-16
4.4.3 Kurva Transfer Beban.....	4-20

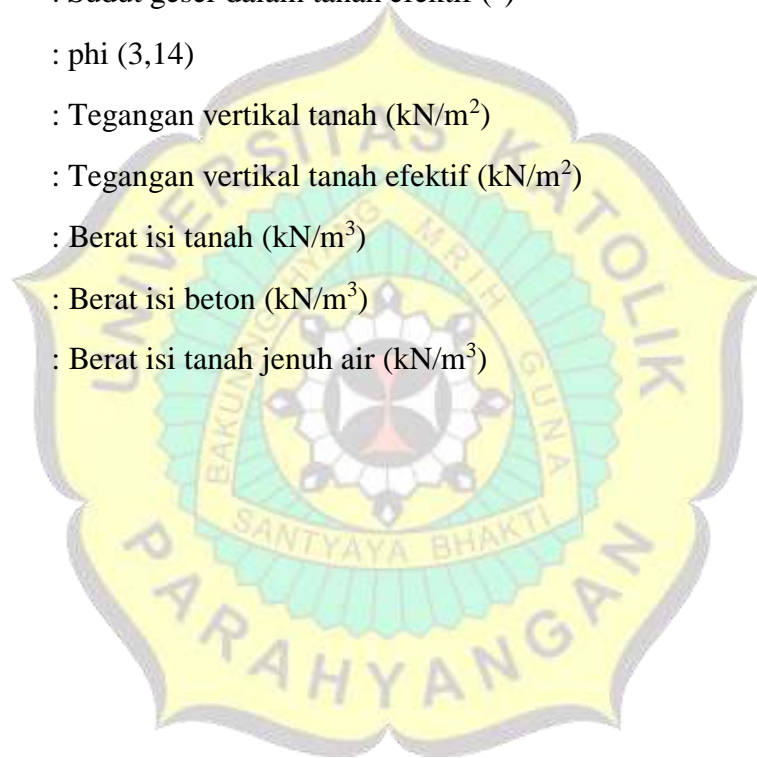
4.5 Perhitungan Konvensional.....	4-21
4.5.1 Metode Reese & Wright (1977) Modifikasi Metode Wahyuni (2010) .	4-22
4.5.2 Perbandingan Gesekan Selimut Kondisi Tekan dan Tarik	4-23
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran	5-3
DAFTAR PUSTAKA	xiv



DAFTAR NOTASI

A_{pile}	: Luas penampang tiang bor (m^2)
c'	: Kohesi tanah efektif (kN/m^2)
D_{pile}	: Diameter tiang bor (m)
E	: Modulus elastisitas (kN/m^2)
E'	: Modulus elastisitas efektif (kN/m^2)
E_{50}^{ref}	: Modulus secant reference (kN/m^2)
E_{eu}^{ref}	: Modulus unloading-reloading reference (kN/m^2)
E_{eod}^{ref}	: Modulus oedometer reference (kN/m^2)
E_{pile}	: Modulus elastisitas tiang (kN/m^2)
f_c'	: Kuat tekan beton (MPa)
f_s	: Gesekan selimut ultimit tiang (kN/m^2)
k	: Permeabilitas tanah (m/s)
K_{pile}	: Keliling tiang bor (m)
K'_0	: Koefisien tekanan lateral tanah dalam kondisi diam
L_{pile}	: Panjang tiang bor (m)
m	: Eksponen kekakuan tanah
N_{SPT}	: Nilai tumbukan pada uji SPT
P_0	: Tekanan tanah dalam kondisi diam (kN/m^2)
P'_0	: Tekanan tanah dalam kondisi diam efektif (kN/m^2)
P_{ref}	: Tekanan reference
Q	: Beban (kN)
Q_{act}	: Daya dukung yang bekerja (kN)
Q_{ult}	: Daya dukung ultimit tiang (kN)
Q_s	: Daya dukung selimut tiang (kN)
R	: Strength reduction factor
R_f	: Rasio kegagalan
s	: Displacement (m)

S_u	: Kuat geser tanah tak terdrainase / kohesi tanah (kN/m^2)
t_v	: Virtual thickness
u_0	: Tekanan air pori dalam kondisi diam (kN/m^2)
V_{pile}	: Volume tiang (m^3)
W_p	: Berat sendiri tiang (kN)
Z	: Titik kedalaman tanah (m)
α	: Faktor adhesi
ν'	: Poisso's ratio efektif
ϕ'	: Sudut geser dalam tanah efektif ($^\circ$)
Π	: phi (3,14)
σ_v	: Tegangan vertikal tanah (kN/m^2)
σ'_v	: Tegangan vertikal tanah efektif (kN/m^2)
γ	: Berat isi tanah (kN/m^3)
γ_{beton}	: Berat isi beton (kN/m^3)
γ_{sat}	: Berat isi tanah jenuh air (kN/m^3)



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-6
Gambar 2.1 Tiang Bor sebagai Pondasi Dalam	2-1
Gambar 2.2 Pengujian Pembebanan Aksial Tarik	2-5
Gambar 2.3 Ilustrasi Pengujian Pembebanan Aksial Tarik	2-6
Gambar 2.4 Instrumen Uji Pembebanan Aksial Tarik	2-7
Gambar 2.5 Rangkuman Deskripsi Kualitatif (Walsh, 1997)	2-11
Gambar 2.6 Nilai c' dan ϕ pada Weakly-Cemented Sands	2-12
Gambar 2.7 Nilai c' dan ϕ pada Moderately dan Strongly-Cemented Sands	2-12
Gambar 2.8 Grafik Hubungan antara P_0 dan N_{SPT}	2-13
Gambar 2.9 Grafik Hubungan antara f_s dan N_{SPT}	2-14
Gambar 3.1 Grafik Hubungan S_u terhadap N_{SPT}	3-3
Gambar 3.2 Grafik Hubungan ϕ terhadap N_{SPT}	3-4
Gambar 3.3 Skema Kapasitas Tarik Pondasi Tiang	3-6
Gambar 3.4 Grafik Hubungan f_s terhadap N_{SPT}	3-8
Gambar 3.5 Contoh Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Tarik Pondasi Tiang	3-10
Gambar 3.6 Jendela Penentuan Analysis Setting	3-11
Gambar 3.7 Contoh Bentuk Geometri Pemodelan	3-12
Gambar 3.8 Jendela Pengaturan Property	3-12
Gambar 3.9 Jendela Pengaturan Mesh	3-13
Gambar 3.10 Jendela Hasil Boundary Condition	3-14
Gambar 3.11 Jendela Pengaturan Change Property	3-14
Gambar 3.12 Jendela Pengaturan Interface	3-15
Gambar 3.13 Jendela Pengaturan Beban	3-15
Gambar 3.14 Jendela Pengaturan Tahapan Konstruksi (Stage Set)	3-16
Gambar 3.15 Jendela Running Analysis	3-16
Gambar 3.16 Menu Results	3-17
Gambar 3.17 Modulus Elastisitas pada Model Modified Mohr-Coulomb	3-19
Gambar 4.1 Denah Bore Hole dan Titik Pengujian Tiang	4-2
Gambar 4.2 Kurva Hubungan Beban terhadap Deformasi Empat Siklus	4-4
Gambar 4.3 Kurva Hubungan Beban Maksimal terhadap Deformasi setiap Siklus	4-4
Gambar 4.4 Grafik Persamaan untuk Ekstrapolasi	4-5
Gambar 4.5 Kurva Hubungan Beban terhadap Deformasi Interpretasi Metode Sharma (1984)	4-6

Gambar 4.6 Kurva Interpretasi Metode Modified Mazurkiewicz.....4-7

Gambar 4.7 Interpretasi Nilai N_{SPT} terhadap Kedalaman pada Titik Bore Hole BM-5 ..4-8

Gambar 4.8 Hubungan Berat Isi terhadap Kedalaman4-10

Gambar 4.9 Pemodelan dengan Midas GTS NX4-13

Gambar 4.10 Kurva Beban Maksimal terhadap Deformasi dengan Pemodelan.....4-17

Gambar 4.11 Kurva Beban terhadap Deformasi Empat Siklus Hasil Pemodelan4-18

Gambar 4.12 Perbandingan Kurva Deformasi terhadap Beban Empat Siklus Pemodelan dengan Pengukuran4-18

Gambar 4.13 Perbandingan Kurva Beban Maksimal terhadap Deformasi Pemdelan dengan Pengukuran4-19

Gambar 4.14 Distribusi Kapasitas Gesekan Selimut Sepanjang Tiang Hasil Pemodela 4-21

Gambar 4.15 Nilai f_s untuk Lapisan Tanah Pasir Tersementasi4-22



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipikal Pola Pembebanan Standar Siklik	2-9
Tabel 3.1 Konsistensi Tanah Berbutir Halus Berdasarkan N_{SPT}	3-2
Tabel 3.2 Konsistensi Tanah Berbutir Kasar Berdasarkan N_{SPT}	3-2
Tabel 3.3 Berat Isi Tanah Berdasarkan Jenis Tanah	3-3
Tabel 3.4 Angka Poisson's Ratio Berdasarkan Jenis Tanah	3-5
Tabel 3.5 Permeabilitas Tanah Berdasarkan Jenis Tanah	3-5
Tabel 3.6 Strength Reduction Factor Berdasarkan Jenis Interaksi Material	3-6
Tabel 3.7 Parameter untuk Model Modified Mohr-Coulomb	3-18
Tabel 4.1 Pembacaan Uji Pembebanan Aksial Tarik BP.25	4-3
Tabel 4.2 Perhitungan Ekstrapolasi	4-5
Tabel 4.3 Perhitungan Metode Modified Mazukiewicz	4-7
Tabel 4.4 Parameter Tanah Awal untuk Pemodelan	4-9
Tabel 4.5 Parameter Modified Mohr-Coulomb Awal untuk Pemodelan	4-9
Tabel 4.6 Parameter Tiang untuk Pemodelan	4-14
Tabel 4.7 Parameter Tanah Akhir untuk Pemodelan	4-15
Tabel 4.8 Parameter Modified Mohr-Coulomb Akhir untuk Pemodelan	4-15
Tabel 4.9 Deformasi pada Beban Maksimal Setiap Siklus Hasil Pemodelan	4-16
Tabel 4.10 Deformasi pada Setiap Siklus Hasil Pemodelan	4-17
Tabel 4.11 Perbandingan Deformasi dari Beban Maksimal pada Setiap Siklus	4-19
Tabel 4.12 Daya Dukung Tarik yang Bekerja Hasil Pemodelan	4-20
Tabel 4.13 Distribusi Kapasitas Gesekan Selimut Tiang Hasil Pemodelan	4-20
Tabel 4.14 Perhitungan Gesekan Selimut Ultimit Tiang dengan Metode Reese & Wright (1977) dengan Modifikasi Metode Wahyuni (2010)	4-23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 - Data Hasil Uji Pembebanan Tarik Lapangan BP.25	L1-1
Lampiran 2 - Kurva Hasil Uji Pembebanan Tarik Lapangan BP.25	L2-7
Lampiran 3 - Data Bore Hole BM-1	L3-9
Lampiran 4 - Data Bore Hole BM-2.....	L4-13
Lampiran 5 - Data Bore Hole BM-3.....	L5-17
Lampiran 6 - Data Bore Hole BM-4.....	L6-20
Lampiran 7 - Data Bore Hole BM-5.....	L7-23
Lampiran 8 - Data Bore Hole BM-6.....	L8-26
Lampiran 9 - Data Bore Hole BM-7.....	L9-29
Lampiran 10 - Data Bore Hole BM-8.....	L10-32



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pondasi sebagai salah satu bagian penting dari bangunan harus dipilih jenisnya sesuai kebutuhan di lapangan. Pada kondisi di mana pondasi menerima beban yang besar serta lapisan tanah keras berada di lapisan yang dalam, maka dipilih pondasi tiang. Setelah itu, tugas *engineer* perencana adalah merancang pondasi tiang tersebut. Saat melakukan perancangan pondasi tiang, salah satu parameter desain yakni daya dukung harus dipastikan cukup.

Kapasitas daya dukung pondasi tiang terbagi menjadi dua, yakni kapasitas aksial tekan dan aksial tarik. Pada kapasitas aksial tarik, kapasitas diperoleh dari daya dukung selimut pondasi tiang dan berat sendiri dari tiang tersebut. Kapasitas aksial tekan memiliki perbedaan dengan kapasitas aksial tarik. Pada kapasitas aksial tarik besarnya gesekan selimut ultimit pondasi tiang lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas aksial tekan, yakni berkisar 40%-70% dari kapasitas tekan (Rahardjo, 2017).

Pada proyek pembangunan Gedung Sekretariat ASEAN di Jakarta Selatan, dilakukan uji pembebanan aksial tarik atau *tensile loading test*. Uji tersebut dilaksanakan pada tiang bor, sesuai dengan sistem pondasi yang digunakan pada proyek tersebut. Pengujian pembebanan tarik dilakukan pada pondasi tiang tertentu pada bangunan, yang direncanakan dan dirancang untuk menerima beban tarik, seperti gempa dan gaya angkat oleh air. Uji pembebanan aksial tarik menjadi cara dalam mengevaluasi dan mengonfirmasi perancangan sesuai dan tetap dalam deformasi yang dapat ditoleransi.

1.2 Inti Permasalahan

Pondasi tiang akan mengalami pergerakan vertikal ke atas akibat beban tarik yang ditopang oleh daya dukung ultimit selimut, dimana daya dukung tersebut tidak bekerja penuh. Namun kondisi tanah di lokasi proyek terdapat tanah pasir tersementasi, dimana tanah pasir tersebut memiliki karakteristik khusus. Salah satu karakteristik dari tanah pasir tersementasi adalah kuat gesernya yang tinggi. Dengan

keberadaan lapisan tanah pasir tersementasi di lapangan, perlu dilakukan interpretasi serta kajian lebih lanjut untuk memperoleh hubungan lapisan tanah tersebut dengan kapasitas selimut pondasi tiang bor. Maka perlu dilakukan pemodelan menggunakan program elemen hingga untuk memperoleh informasi umum distribusi kapasitas aksial tarik sepanjang tiang, dan secara khusus pada lapisan tanah pasir tersementasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan adalah antara lain untuk:

1. Menginterpretasi kapasitas tarik tiang bor dari hasil pengukuran di lapangan.
2. Menginvestigasi perilaku tiang bor terhadap beban tarik dengan melakukan simulasi menggunakan program elemen hingga.
3. Melakukan analisis balik kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban berdasarkan hasil pengukuran di lapangan.

1.4 Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian untuk mencapai tujuan penelitian di atas antara lain:

1. Penggunaan data proyek Gedung Sekretariat ASEAN di Jakarta Selatan, dengan menggunakan data penyelidikan tanah terdekat dengan lokasi titik pengujian tiang, yaitu pada titik uji BM-5, dan Laporan *Tensile Loading Test Bored Pile* BP-25.
2. Interpretasi daya dukung aksial tarik ultimit berdasarkan kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban dari pengukuran di lapangan.
3. Penentuan parameter tanah dan tiang bor untuk *input* pada pemodelan program berbasis Metode Elemen Hingga, yaitu Midas GTS NX.
4. Menghasilkan kurva transfer beban akibat pembebanan aksial tarik dengan menggunakan program berbasis Metode Elemen Hingga, yaitu Midas GTS NX.
5. Penentuan parameter tanah yang menghasilkan kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban yang mendekati hasil uji pembebanan aksial tarik di lapangan.

1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Studi Literatur

Studi literatur dengan tujuan memperoleh pemahaman mengenai prosedur uji pembebanan aksial tarik pada ASTM-D3689-07, karakteristik tanah pasir tersementasi, dan perencanaan dan konstruksi pondasi tiang bor dari buku teks, jurnal, dan disertasi.

2. Pengumpulan Data

Data diperoleh melalui penyelidikan tanah yang dilakukan oleh PT. Testana Indoteknika pada tahun 2016, dan laporan pengujian pembebanan aksial tarik yang dilakukan oleh PT. Trocon Indah Perkasa pada tahun 2018.

3. Interpretasi Hasil dan Analisis Balik

Menginterpretasi kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban yang diperoleh dari hasil pemodelan dan hasil pengukuran di lapangan, dan membandingkan kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban hasil pemodelan dengan hasil pengukuran di lapangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada penelitian ini terdiri dari 5 bab sebagai berikut:

1. Bab I PENDAHULUAN, bab ini menjelaskan latar belakang dari penelitian, inti permasalahan yang diteliti, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir penelitian.
2. Bab II STUDI PUSTAKA, bab ini menjabarkan prosedur uji pembebanan aksial tarik, teori pondasi tiang bor, teori tanah pasir tersementasi, dan prinsip pemodelan pembebanan tiang dengan Metode Elemen Hingga melalui pendekatan *axisymmetric*.
3. Bab III METODE ANALISIS, bab ini menjabarkan prosedur umum yang digunakan dalam menganalisis uji pembebanan aksial tarik dan pemodelan menggunakan Metode Elemen Hingga.

4. Bab IV DATA DAN ANALISIS, bab ini menguraikan interpretasi dan analisis data melalui simulasi pemodelan uji pembabanan aksial tarik menggunakan program Midas GTS NX.
5. Bab V KESIMPULAN DAN SARAN, bab ini memaparkan kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.



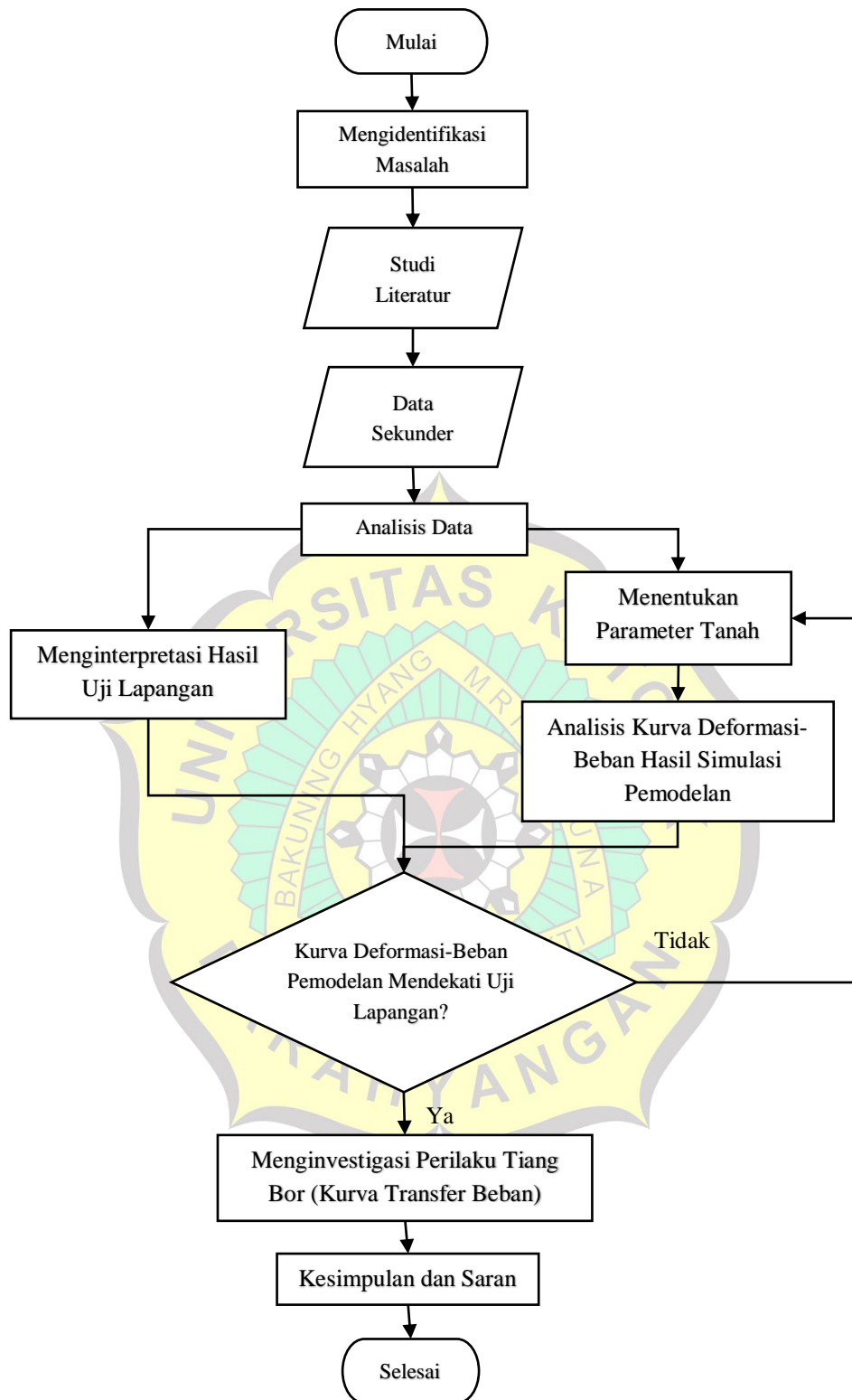
1.7 Diagram Alir Penelitian

Pada diagram alir penelitian, dijabarkan alur dari penelitian sebagai berikut:

Penelitian dimulai dengan mengidentifikasi permasalahan yang akan diteliti. Selanjutnya penelitian dilanjutkan dengan studi literatur melalui buku teks, jurnal, dan disertasi mengenai prosedur uji pembebanan aksial tarik pada ASTM-D3689-07, karakteristik tanah pasir tersementasi, perencanaan dan konstruksi pondasi tiang bor, dan prinsip pemodelan berbasis Metode Elemen Hingga. Lalu pengumpulan data sekunder sebagai kebutuhan pemodelan dan analisis pada penelitian, yakni data penyelidikan tanah dan laporan uji pembebanan aksial tarik pada proyek Gedung Sekretariat ASEAN di Jakarta Selatan. Kemudian dilakukan analisis data antara lain:

- Menginterpretasi hasil uji pembebanan aksial tarik di lapangan, berdasarkan kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban pada hasil uji pembebanan lapangan.
- Menentukan parameter tanah untuk simulasi pemodelan, lalu menganalisis kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban dengan melakukan simulasi pemodelan menggunakan program Midas GTS NX.

Berdasarkan kedua analisis tersebut, penelitian dilanjutkan dengan melakukan analisis balik kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban dari hasil pemodelan dengan hasil uji pembebanan di lapangan. Jika kurva deformasi kepala tiang ke atas (kenaikan) terhadap beban hasil pemodelan mendekati hasil pengukuran lapangan, maka selanjutnya menginvestigasi perilaku pondasi tiang bor, yakni kurva transfer beban, dengan pemodelan menggunakan program Midas GTS NX. Kemudian berdasarkan hasil interpretasi dan analisis tersebut, dapat ditarik kesimpulan dan saran. Berikut diagram alir penelitian pada **Gambar 1.1**.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian