

SKRIPSI

**ANALISA BALIK KURVA LOAD-SETTLEMENT
UNTUK TIANG PANJANG PADA TANAH LUNAK
(STUDI KASUS PROYEK APARTMENT
DI DADAP, TANGERANG)**



**VARIAN HARWIN BATISTUTA
NPM : 2016410071**

PEMBIMBING: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi SK BAN – PT No.: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2019**

SKRIPSI

**ANALISA BALIK KURVA LOAD-SETTLEMENT
UNTUK TIANG PANJANG PADA TANAH LUNAK
(STUDI KASUS PROYEK APARTMENT
DI DADAP, TANGERANG)**



**VARIAN HARWIN BATISTUTA
NPM : 2016410071**

**BANDUNG, 17 DESEMBER 2019
PEMBIMBING:**

Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi SK BAN – PT No.: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Varian Harwin Batistuta

NPM : 2016410071

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: “**Analisa Balik Kurva Load-Settlement untuk Tiang Panjang pada Tanah Lunak (Studi Kasus Proyek *Apartment* di Dadap, Tangerang)**” adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 17 Desember 2019



Varian Harwin Batistuta

2016410071

**ANALISA BALIK KURVA LOAD-SETTLEMENT UNTUK
TIANG PANJANG PADA TANAH LUNAK
(STUDI KASUS PROYEK APARTMENT
DI DADAP, TANGERANG)**

**Varian Harwin Batistuta
NPM: 2016410071**

Pembimbing: Aswin Lim, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi SK BAN – PT No.: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2019**

ABSTRAK

Tiang pancang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang umum digunakan dalam proyek pembangunan tingkat tinggi dewasa ini. Untuk melakukan verifikasi daya dukung dari suatu tiang pancang dilakukan berbagai jenis pengujian pembebanan, salah satunya adalah pengujian pembebanan statik dengan sistem *kentledge*. Dimana dari pengujian pembebanan tersebut dihasilkan kurva hubungan *load-settlement*, akan tetapi hasil pengujian di lapangan tidak menghasilkan kurva *load-settlement* yang ideal (tidak sampai *failure*). Sehingga, berakibat saat melakukan perhitungan interpretasi daya dukung ultimit dari tiang tersebut tidak dihasilkan hasil yang akurat dan presisi. Oleh karena itu, studi ini memiliki tujuan untuk mengkaji perbandingan daya dukung ultimit tiang pancang dengan berbagai macam metode interpretasi serta melakukan simulasi uji pembebanan dengan program PLAXIS 2D 2019, dengan parameter tanah ditentukan dengan analisa balik dari hasil uji penyelidikan geoteknik di lapangan (N_{SPT}) dan dikembangkan agar mendapatkan kurva *load-settlement* ekstrapolasi. Dari keseluruhan nilai Q_{ult} yang diperoleh metode yang paling mendekati dengan hasil beban maksimum PLAXIS (MEH) adalah metode *Mazurkiewicz*.

Kata Kunci: tiang pancang, uji pembebanan statik, PLAXIS 2D 2019, kurva *load-settlement*, daya dukung ultimit

**BACK ANALYSIS LOAD SETTLEMENT CURVES FOR
LONG PILES ON SOFT SOILS
(CASE STUDY APARTMENT PROJECT
IN DADAP, TANGERANG)**

**Varian Harwin Batistuta
NPM: 2016410071**

Advisor: Aswin Lim, Ph.D.

**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**

ABSTRACT

Spun pile is a type of deep foundations, that commonly used in a high-level buildings projects. To verify the carrying capacity of a pile there are various types of loading tests, one of them is the static loading test with the kentledge system. Where from the loading test, the load-settlement relationship curve is produced. Unfortunately, the results of field test not always produce an ideal load-settlement curves (not until failure). Thus, the result when calculating the ultimate carrying capacity interpretation of the pile does not produce accurate and precise results. Therefore, this study aims to examine the comparison of the ultimate carrying capacity of the pile with a variety of interpretation methods as well as simulating the loading test with the PLAXIS 2D 2019 program, where soil parameters are determined by back analysis of the results of the field test and developed in order to obtain a load curve extrapolation settlement. From the overall Q_{ult} values the method that is closest to the maximum load plan from PLAXIS (FEM) is the *Mazurkiewicz* method.

Keywords: spun pile, static loading test, PLAXIS 2D 2019, load-settlement curves, ultimate carrying capacity

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus, karena atas berkat dan kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisa Balik Kurva Load-Settlement untuk Tiang Panjang pada Tanah Lunak (Studi Kasus Proyek *Apartment* di Dadap, Tangerang)”**. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis melalui berbagai tantangan serta hambatan dari berbagai macam aspek. Namun, berkat bimbingan, saran, kritik, serta dukungan dari banyak pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Dengan penuh rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ungkapan terima kasih kepada:

1. Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah memberikan ilmu, kritik, saran dan waktu kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini;
2. Bapak Prof. Paulus P. Rahardjo, Ph.D., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir.,M.T., dan Ibu Siska Rustiani, Ir.,M.T., selaku pengajar di Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan waktunya untuk menjadi penguji pada seminar proposal judul dan seminar isi yang telah dilaksanakan dan memberikan masukan serta saran yang membangun dan positif bagi penulis;
3. Ibu Theresita Herni Setiawan., Ir., M.T., yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk melakukan magang sehingga penulis mendapatkan pengalaman baru dan dapat memperoleh data untuk penulisan skripsi ini dengan baik dan lengkap;
4. Mama, Pia, Devita, Ama, Baba, dan segenap keluarga yang selalu memberikan kekuatan dan dukungan baik secara moral maupun materi yang tiada berkesudahan bagi penulis;
5. Salsabila, yang selalu senantiasa setia mengasihi, mendukung dan mendampingi penulis dalam segala hal baik suka maupun duka;

6. Bang Aflizal Arafianto, Oktaviani Riandiatmi, Ci Vinna, Ko Kevin Martandi, Ko Vincent J.W., dan Kak Venessa Amanda yang membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi ini;
7. Kristian Krishma, Geraldo Axel, dan Bryan Marcus Sila yang menemani penulis selama proses magang di pesisir Jakarta Utara selama kurang lebih 2 bulan;
8. Tryaldi Tama, Gisella Liviana, Flavia Frederick, dan Rendy Asali yang merupakan teman satu perjuangan dalam menyusun skripsi, yang senantiasa membantu penulis pada masa-masa sulit;
9. Teman-teman angkatan 2016 lain yang telah membantu penulis dalam menjalani proses perkuliahan selama 3,5 tahun ini.
10. Ring 1 Himpunan Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil periode 2018/2019, selaku rekan kerja penulis yang memberikan penulis pengalaman dan kesempatan berorganisasi sehingga penulis dapat berkembang menjadi pribadi yang lebih baik lagi;
11. Pihak lain yang tidak dapat ditulis satu persatu yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap segala kritik dan saran agar penulisan skripsi ini dapat disempurnakan lagi. Akhir kata, penulis berharap agar penulisan skripsi ini tidak hanya berguna bagi penulis sendiri namun dapat berguna bagi rekan mahasiswa lain, bahkan masyarakat secara luas.

Bandung, 17 Desember 2019



Varian Harwin Batistuta

2016410071

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	1-1
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-4
1.4 Lingkup Penelitian.....	1-5
1.5 Metode Penelitian.....	1-5
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-6
1.7 Diagram Alir.....	1-7
BAB 2 DASAR TEORI.....	2-1
2.1 Pengertian Pondasi.....	2-1
2.1.1 Klasifikasi Pondasi.....	2-1
2.2 Pondasi Tiang.....	2-2
2.2.1 Mekanisme Pemikulan Beban pada Pondasi Tiang.....	2-4
2.3 Pondasi Tiang Pancang.....	2-6
2.3.1 Perlengkapan Pemancangan Tiang.....	2-8
2.3.2 Metode Konstruksi Pemancangan Tiang.....	2-11
2.3.3 Rekaman Pemancangan Tiang.....	2-12
2.3.4 Keuntungan dan Kekurangan Pondasi Tiang Pancang.....	2-13

2.4	Penyelidikan Geoteknik	2-13
2.4.1	Uji Lapangan	2-14
2.4.2	Uji Laboratorium	2-16
2.5	Pengujian Pondasi Tiang	2-16
2.5.1	Uji Pembebanan Statik	2-17
2.5.2	Peralatan Uji Pembebanan Statik Menggunakan Sistem Kentledge	2-21
BAB 3 METODE PENELITIAN		3-1
3.1	Penentuan Parameter Tanah	3-1
3.1.1	Klasifikasi Jenis Tanah	3-1
3.1.2	Korelasi N_{SPT} dengan Kuat Geser Tanah Kohesif Tak Teralir (S_u)	3-2
3.1.3	Korelasi Sudut Geser Efektif dalam Tanah (ϕ') dengan (N_{SPT})	3-2
3.1.4	Korelasi N_{SPT} dengan Modulus Elastisitas Tanah	3-2
3.1.5	Korelasi <i>poisson's ratio</i> efektif (μ') dengan jenis tanah	3-3
3.1.6	Berat Isi Tanah	3-4
3.2	Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Tunggal	3-4
3.3	Penentuan Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Uji SPT	3-5
3.3.1	Metode <i>Schmertmann</i> (1967)	3-5
3.3.2	Metode Meyerhof (1956)	3-6
3.4	Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik	3-7
3.4.1	Metode Chin	3-8
3.4.2	Metode Davisson	3-8
3.4.3	Metode Mazurkiewicz	3-10
3.5	Metode Elemen Hingga	3-11
3.5.1	Parameter Tanah dan Beton	3-12
3.5.2	Pemodelan Tanah dan Input pada <i>Program PLAXIS 2D 2019</i>	3-13
3.5.3	Tahapan Perhitungan <i>PLAXIS 2D 2019</i>	3-17

3.5.4 Hasil <i>Output</i> PLAXIS 2D 2019.....	3-18
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	4-1
4.1 Data Proyek.....	4-1
4.2 Denah Lokasi Proyek.....	4-1
4.3 <i>Detail</i> Spesifikasi Tiang Pancang & Metode Pemasangan.....	4-4
4.3.1 Spesifikasi Mutu Tiang Pancang.....	4-4
4.3.2 Spesifikasi Produk Tiang Pancang	4-4
4.4 Perhitungan Daya Dukung Tiang Berdasarkan Data Pengujian Statik.....	4-4
4.4.1 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik A1204 (<i>Tower 1</i>).....	4-4
4.4.2 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik A501 (<i>Tower 1</i>).....	4-9
4.4.3 Interpretasi Hasil Uji Pembebanan Statik B288 (<i>Tower 3</i>).....	4-13
4.5 Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Metode Konvensional	4-18
4.6 Perbandingan Nilai Daya Dukung Ultimit Awal Tiang Pancang.....	4-22
4.7 Analisa Balik Kurva Load-Settlement.....	4-24
4.7.1 Tipikal Korelasi N_{SPT} dengan S_u dan E'	4-26
4.8 Program PLAXIS (Metode Elemen Hingga).....	4-28
4.8.1 <i>Output</i> PLAXIS 2D 2019 Tiang A1204.....	4-28
4.8.2 <i>Output</i> PLAXIS 2D 2019 Tiang A501	4-32
4.8.3 <i>Output</i> PLAXIS 2D 2019 Tiang B288	4-36
4.9 Perbandingan Nilai Daya Dukung Ultimit Akhir Tiang Pancang	4-40
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xxv

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

Notasi

ϕ'	: sudut geser dalam tanah efektif
ν'	: angka <i>Poisson</i> tanah efektif
A_p	: luas penampang pondasi tiang pancang
B	: lebar pondasi
C'	: kohesi tanah efektif
D _f	: kedalaman pondasi
D	: diameter pondasi tiang pancang
E_p	: modulus elastisitas pondasi tiang
E'	: modulus elastisitas tanah efektif
L	: panjang pondasi tiang bor
N_0	: jumlah pukulan pada 15 cm pertama pukulan SPT
N_1	: jumlah pukulan pada 15 cm kedua pukulan SPT
N_2	: jumlah pukulan pada 15 cm ketiga pukulan SPT
N_{SPT}	: jumlah pukulan SPT pada kedalaman tertentu
Q_p	: kapasitas pondasi tiang dari tahanan ujung
Q_s	: kapasitas pondasi tiang dari gesekan selimut
Q_u	: daya dukung ultimit pondasi tiang pancang
γ	: berat isi tanah
S_u	: kuat geser tak alir
R_{inter}	: <i>interface</i> tiang

Singkatan

BH	: <i>Borehole</i>
QML	: <i>Quick Maintained Load Test</i>
SML	: <i>Slow Maintained Load Test</i>
SPT	: <i>Standard Penetration Test</i>
SML	: <i>Slow Maintained Load Test</i>
CRP	: <i>Constant Rate of Penetration Method (CRP)</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi proyek <i>Apartment X</i>	1-2
Gambar 1.2 Diagram Alir.....	1-7
Gambar 2.1 Kondisi saat dibutuhkan pemasangan pondasi tiang	2-3
Gambar 2.2 Mekanisme pengalihan beban pada tanah melalui pondasi tiang....	2-4
Gambar 2.3 Kurva hubungan beban terhadap penurunan	2-6
Gambar 2.4 Ilustrasi distribusi pemikulan beban pada pondasi tiang	2-6
Gambar 2.5 Bagian-bagian dari alat pancang.....	2-10
Gambar 2.6 Tahapan konstruksi pemancangan tiang pancang.....	2-11
Gambar 2.7 Contoh Nilai <i>Final Set</i>	2-12
Gambar 2.8 Proses Pengambilan Nilai <i>Final</i>	2-12
Gambar 2.9 Urutan <i>Standard Penetration Test</i>	2-15
Gambar 2.10 Contoh Formulir Data Uji SPT	2-15
Gambar 2.11 Proses <i>Loading Test Kentledge System, Apartment X</i>	2-18
Gambar 2.12 Tampak Atas <i>Loading Test</i>	2-21
Gambar 2.13 Potongan A-A <i>Loading Test Plan</i>	2-22
Gambar 2.14 Potongan B-B <i>Loading Test Plan</i>	2-22
Gambar 3.1 Korelasi nilai NSPT dengan kuat geser tanah kohesif tak teralir ...	3-2
Gambar 3.2 Contoh Kurva Beban – Penurunan	3-7
Gambar 3.3 Contoh Interpretasi Hasil Uji Statik dengan Metode <i>Chin</i>	3-8
Gambar 3.4 Contoh Interpretasi Hasil Uji Statik dengan <i>Davisson</i>	3-10
Gambar 3.5 Contoh Pengambilan Daya Dukung Metode <i>Mazurkiewicz</i>	3-11
Gambar 3.6 <i>Meshing</i> pada <i>plate</i>	3-12
Gambar 3.7 Pemodelan Tanah PLAXIS 2D 2019	3-14
Gambar 3.8 Proses Instalasi Tiang Pancang, Pembuatan <i>Interface</i>	3-15
Gambar 3.9 Hasil <i>Generate Mesh</i> pada PLAXIS 2D 2019	3-16
Gambar 3.10 Level Muka Air Tanah dan Tekanan Air Pori Mula-Mula pada PLAXIS 2D 2019 (Tiang A1204)	3-17
Gambar 3.11 Skenario <i>Stage Construction</i> pada PLAXIS 2D 2019	3-17
Gambar 3.12 Lokasi Titik Nodal Tiang Pancang A1204	3-18
Gambar 3.13 Contoh <i>Output</i> PLAXIS 2D 2019.....	3-19

Gambar 4.1 Denah Lokasi Proyek Pembangunan <i>Apartment X</i>	4-1
Gambar 4.2 Lokasi Tiang Pancang A1204 (<i>Tower 1</i>)	4-2
Gambar 4.3 Lokasi Tiang Pancang A501 (<i>Tower 1</i>).....	4-2
Gambar 4.4 Lokasi Tiang Pancang B288 (<i>Tower 3</i>).....	4-3
Gambar 4.5 Lokasi Borlog Acuan Proyek <i>Apartment X</i> (<i>Tower 1 & 3</i>).....	4-3
Gambar 4.6 Stratifikasi Tanah & Nilai N_{SPT} Tiang A1204	4-5
Gambar 4.7 Kurva Siklus Pembebanan Tiang A1204 (<i>Tower 1</i>).....	4-6
Gambar 4.8 Kurva Beban-Penurunan Tiang A1204 (Semua Siklus)	4-6
Gambar 4.9 Interpretasi metode <i>Chin</i> (A1204 – <i>Tower 1</i>).....	4-7
Gambar 4.10 Interpretasi metode <i>Davisson</i> (A1204 – <i>Tower 1</i>)	4-8
Gambar 4.11 Interpretasi metode <i>Mazurkiewicz</i> (A1204 – <i>Tower 1</i>)	4-9
Gambar 4.12 Stratifikasi Tanah & Nilai N_{SPT} Tiang A501	4-10
Gambar 4.13 Kurva Siklus Pembebanan Tiang A501 (<i>Tower 1</i>)	4-10
Gambar 4.14 Kurva Beban-Penurunan Tiang A501 (Semua Siklus).....	4-11
Gambar 4.15 Interpretasi Metode <i>Chin</i> (A501 – <i>Tower 1</i>)	4-12
Gambar 4.16 Interpretasi metode <i>Davisson</i> (A501 – <i>Tower 1</i>)	4-12
Gambar 4.17 Interpretasi Metode <i>Mazurkiewicz</i> (A1204 – <i>Tower 1</i>).....	4-13
Gambar 4.18 Stratifikasi Tanah & Nilai N_{SPT} Tiang B288	4-14
Gambar 4.19 Kurva Siklus Pembebanan Tiang B288 (<i>Tower 3</i>).....	4-15
Gambar 4.20 Kurva Beban-Penurunan Tiang B288 (Semua Siklus).....	4-15
Gambar 4.21 Interpretasi metode <i>Chin</i> (B288 – <i>Tower 3</i>).....	4-16
Gambar 4.22 Interpretasi Metode <i>Davisson</i> (B288 – <i>Tower 3</i>)	4-17
Gambar 4.23 Interpretasi metode <i>Mazurkiewicz</i> (B288 – <i>Tower 3</i>)	4-18
Gambar 4.24 Korelasi Hubungan N_{SPT} dengan S_u & E' (BH – 01)	4-26
Gambar 4.25 Korelasi Hubungan N_{SPT} dengan S_u & E' (BH – 03)	4-26
Gambar 4.26 <i>Output</i> PLAXIS 2D (Hubungan <i>Displacements</i> vs $\sum M_{stage}$)	4-28
Gambar 4.27 Kurva Hubungan <i>Load-Settlement</i> hasil PLAXIS 2D 2019	4-29
Gambar 4.28 Komparasi Kurva Hubungan <i>Load-Settlement</i> hasil PLAXIS 2D dengan Loading Test Tiang A1204 (<i>Tower 1</i>).....	4-30
Gambar 4.29 Interpretasi <i>Chin</i> Ekstrapolasi PLAXIS (A1204 – <i>Tower 1</i>).....	4-31
Gambar 4.30 Interpretasi <i>Davisson</i> Ekstrapolasi Tiang A1204	4-31
Gambar 4.31 Interpretasi <i>Mazurkiewicz</i> Ekstrapolasi (A1204 – <i>Tower 1</i>)	4-32

Gambar 4.32	<i>Output</i> PLAXIS 2D (Hubungan <i>Displacements</i> vs $\sum M_{stage}$)	4-33
Gambar 4.33	Kurva Hubungan <i>Load-Settlement</i> hasil PLAXIS 2D 2019	4-33
Gambar 4.34	Komparasi Kurva Hubungan <i>Load-Settlement</i> hasil PLAXIS 2D dengan <i>Loading Test</i> Tiang A501 (<i>Tower 1</i>)	4-34
Gambar 4.35	Interpretasi <i>Chin</i> Ekstrapolasi PLAXIS (A501 – <i>Tower 1</i>)	4-34
Gambar 4.36	Interpretasi <i>Davisson</i> Ekstrapolasi Tiang A501	4-35
Gambar 4.37	Interpretasi <i>Mazurkiewicz</i> Ekstrapolasi (A501 – <i>Tower 1</i>)	4-36
Gambar 4.38	<i>Output</i> PLAXIS 2D (Hubungan <i>Displacements</i> vs $\sum M_{stage}$)	4-37
Gambar 4.39	Kurva Hubungan <i>Load-Settlement</i> hasil PLAXIS 2D 2019	4-37
Gambar 4.40	Komparasi Kurva Hubungan <i>Load-Settlement</i> hasil PLAXIS 2D dengan <i>Loading Test</i> Tiang B288 (<i>Tower 3</i>)	4-38
Gambar 4.41	Interpretasi <i>Chin</i> Ekstrapolasi	4-38
Gambar 4.42	Interpretasi <i>Davisson</i> Ekstrapolasi Tiang A501	4-39
Gambar 4.43	Interpretasi <i>Mazurkiewicz</i> Ekstrapolasi (B288 – <i>Tower 3</i>)	4-40
Gambar 4.44	Rekapitulasi Hasil Daya Dukung Ultimit (Data Lapangan)	4-42
Gambar 4.45	Rekapitulasi Hasil Daya Dukung Ultimit (Data PLAXIS)	4-43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pola Pembebanan Uji Pembebanan Statik (<i>Rahardjo, 2013</i>)	2-19
Tabel 3.1 Klasifikasi jenis tanah menurut <i>USCS</i> (<i>Look, 2007</i>)	3-1
Tabel 3.2 Korelasi Jenis Tanah terhadap Modulus Elastisitas (<i>Bowles, 1997</i>)....	3-3
Tabel 3.3 Korelasi Jenis Tanah terhadap Angka Poisson (<i>Budhu, 2015</i>)	3-3
Tabel 3.4 Nilai Tipikal Berat Isi Tanah (<i>Budhu, 2015</i>)	3-4
Tabel 3.5 Faktor Reduksi R_{inter} (<i>Brinkgreave & Shen, 2011</i>)	3-5
Tabel 3.6 Nilai gesekan selimut dan tahanan ujung untuk desain	3-6
Tabel 3.7 Parameter Beton untuk <i>input</i> PLAXIS 2D 2019	3-13
Tabel 3.8 Model dan Tipe Material pada <i>Program</i> PLAXIS 2D 2019	3-13
Tabel 4.1 Spesifikasi Produk Tiang Pancang Proyek <i>Apartment X</i>	4-4
Tabel 4.2 Data Kurva Beban-Penurunan Tiang A1204 (Semua Siklus).....	4-7
Tabel 4.3 Data Kurva Beban-Penurunan Tiang A501 (Semua Siklus).....	4-11
Tabel 4.4 Data Kurva Beban-Penurunan Tiang B288 (Semua Siklus).....	4-16
Tabel 4.5 Perhitungan Daya Dukung Ultimit Tiang Uji A1204 dengan Metode <i>Schmertmann</i> (1967)	4-18
Tabel 4.6 Perhitungan Daya Dukung Ultimit Tiang Uji A501 dengan.....	4-19
Tabel 4.7 Perhitungan Daya Dukung Ultimit Tiang Uji B288 dengan.....	4-20
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Metode <i>Meyerhof</i> (1956) Tiang Pancang A1204.	4-21
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Metode <i>Meyerhof</i> (1956) Tiang A501	4-21
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Metode <i>Meyerhof</i> (1956) Tiang B288.....	4-22
Tabel 4.11 Rekapitulasi Tahap 1 Hasil Perhitungan.....	4-22
Tabel 4.12 Parameter Tanah Berdasarkan Data N_{SPT} <i>Borelog-01</i>	4-24
Tabel 4.13 Parameter Tanah Berdasarkan Data N_{SPT} <i>Borelog-03</i>	4-25
Tabel 4.14 Tipikal Korelasi N_{SPT} dengan S_u	4-27
Tabel 4.15 Tipikal Korelasi N_{SPT} dengan E'	4-27
Tabel 4.16 Perbandingan Perhitungan Q_{ult} . metode <i>Chin</i> sebelum dan sesudah Ekstrapolasi (<i>Extension</i>)	4-41
Tabel 4.17 Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang.....	4-41
Tabel 4.18 Perbandingan Daya Dukung Ultimit Tiang Pancang.....	4-42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Borelog 01 (BH-01)

Lampiran 2 : Borelog 03 (BH-03)

Lampiran 3 : Data Uji Hasil Pembebanan Statik (Tiang A1204/TP19)

Lampiran 4 : Data Uji Hasil Pembebanan Statik (Tiang A501/TP12)

Lampiran 5 : Data Uji Hasil Pembebanan Statik (Tiang B288)

Lampiran 6 : Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang Metode *Meyerhof* (1956)

BAB 1

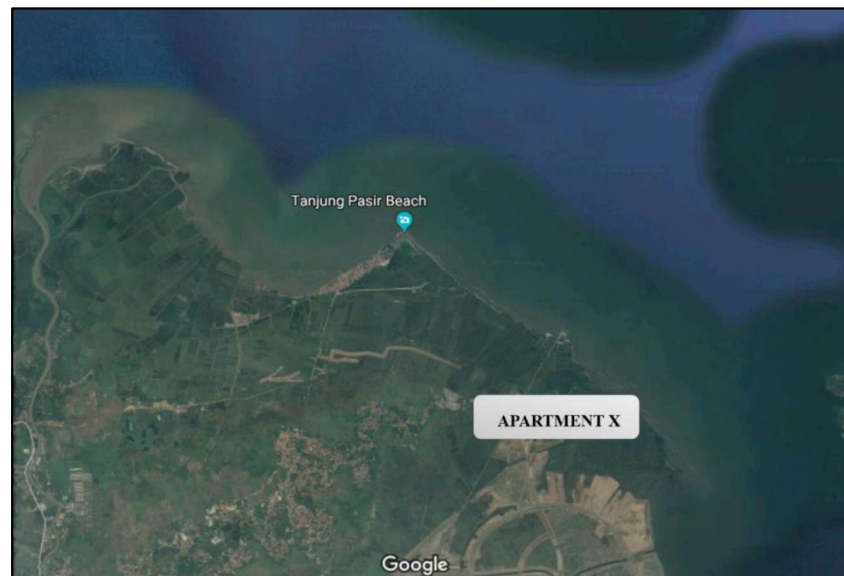
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk terbesar keempat di dunia dengan jumlah penduduk sebesar 268.074.600 jiwa (Badan Pusat Statistik, 2019) dimana setiap tahun mengalami peningkatan jumlah penduduk. Peningkatan jumlah populasi penduduk ini secara tidak langsung mendorong pembangunan infrastruktur secara masif. Salah satu elemen penting dari pembangunan infrastruktur adalah pondasi tiang, yang dapat diklasifikasikan sebagai bagian dari pondasi dalam. Pondasi dalam merupakan pondasi yang didirikan pada permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Umumnya, pondasi dalam dipasang pada kedalaman lebih dari 3 meter di bawah elevasi permukaan tanah. Terdapat 2 jenis kategori dalam pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor.

Proyek pembangunan yang diambil sebagai acuan studi adalah proyek pembangunan *Apartment X*, berlokasi di Dadap, Tangerang yang kelak akan terintegrasi dalam suatu kawasan residensial baru di teluk Jakarta Utara. Jenis pondasi dalam yang digunakan dalam proyek pembangunan *Apartment X*, ini adalah pondasi tiang pancang. Pondasi tiang pancang merupakan suatu pondasi tiang yang dicetak terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam tanah hingga mencapai kedalaman tertentu yang digunakan untuk mentransmisikan beban – beban permukaan ke tingkat – tingkat yang lebih rendah di dalam *massa* tanah (Bowles, 1991). Tiang pancang yang digunakan pada proyek pembangunan *Apartment X* ini termasuk dalam kategori tiang panjang, dimana tiang panjang merupakan tiang dengan panjang lebih dari 30 m dan dengan diameter tiang lebih dari 0.5 m (Kraft, 1981). Hal itu terbukti dari total panjang tiang tertanam adalah 45 m, dengan diameter tiang sebesar 0.6 m.

Proyek pembangunan *Apartment X* ini direncanakan akan menjadi suatu gedung *apartment* dengan total terdapat 11 gedung, dimana 10 gedung merupakan bagian dari *apartment* dan 1 gedung sebagai *club house*. Untuk *detail* lokasi proyek dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi proyek *Apartment X* (*Google Earth*, 2019)

Salah satu permasalahan yang muncul dalam proyek ini adalah karena lokasi proyek yang terletak di dekat pesisir utara laut Jawa, sehingga mengakibatkan tanah di lokasi proyek tersebut didominasi oleh tanah lunak. Tanah lunak dalam konstruksi bangunan tingkat tinggi seringkali menjadi permasalahan, hal ini disebabkan oleh rendahnya daya dukung tanah tersebut. Dengan daya dukung yang rendah ini dapat menimbulkan banyak kerugian serta masalah baik dari segi biaya konstruksi yang akan semakin membengkak, dikarenakan banyak tiang mengalami *heaving* sehingga harus dilakukan *re-drive* atau pemancangan ulang hingga faktor keselamatan konstruksi dimana struktur yang tidak mampu berdiri dengan stabil.

Menurut *Terzaghi* (1967), tanah lempung kohesif diklasifikasikan sebagai tanah lunak apabila mempunyai daya dukung lebih kecil dari $0,5 \text{ kg/cm}^2$ dan nilai *standard penetration test* lebih kecil dari 4 (*N-value*). Hal itu selaras dengan hasil borelog yang diperoleh dari lokasi pengujian studi skripsi ini, dimana tanah di daerah lokasi proyek pembangunan *Apartment X* didominasi oleh tanah dengan *N-value* di bawah dari 4. Oleh karena itu, pondasi tiang pancang yang akan dipasang

perlu diverifikasi lebih lanjut apakah sudah memiliki daya dukung yang sesuai direncanakan atau belum, berdasarkan hal tersebut dilakukanlah beberapa pengujian untuk mengetahui daya dukung pondasi tiang pancang tersebut yang aktual. Beberapa pengujian daya dukung tiang yang dilakukan pada proyek pembangunan *Apartment X* ini adalah seperti uji *Static Loading Test (Kentledge System, Reaction Pile System)*, dan *Dynamic Loading Test (PDA)*. Namun, pengujian daya dukung tiang yang akan spesifik dibahas pada skripsi ini adalah pengujian daya dukung tiang *Static Loading Test (Kentledge System)*.

Interpretasi dari hasil uji pembebanan statik merupakan bagian yang cukup penting untuk mengetahui respon tiang pada selimut dan ujung serta besarnya daya dukung ultimitnya. Berbagai metode interpretasi perlu dilakukan untuk mendapat nilai daya dukung ultimit karena setiap metode yang dilakukan dapat mendapatkan hasil yang berbeda (*Rahardjo, 2017*). Dari pengujian *Static Loading Test (Kentledge System, Reaction Pile System)* menghasilkan kurva hubungan antara beban-penurunan (*load-settlement*), akan tetapi seringkali hasil pengujian di lapangan tidak menghasilkan kurva antara beban-penurunan yang ideal (sampai tiang mengalami *failure*). Sehingga, mengakibatkan saat melakukan perhitungan Interpretasi daya dukung ultimit dari tiang tersebut tidak dihasilkan hasil yang akurat dan presisi.

Oleh karena itu, pada penulisan skripsi kali ini penyusun melakukan analisa balik (*back analysis*) menggunakan data borelog dengan korelasi N_{SPT} yang ada, kemudian dengan bantuan program komputer (PLAXIS 2D 2019) dihasilkan kurva ekstrapolasi atau *extension* antara beban-penurunan (*load-settlement*) yang ideal. Kurva ekstrapolasi tersebut kemudian dibandingkan dengan kurva *load-settlement* di lapangan, untuk menentukan apakah pola awal yang dihasilkan kurva ekstrapolasi dengan metode analisa balik (*back analysis*) sudah mendekati atau sesuai dengan hasil kurva di lapangan. Setelah itu, dilakukan analisis perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dengan menggunakan beberapa metode, dan barulah ditarik kesimpulan akhir.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah melakukan analisa balik (*back analysis*) kurva *load-settlement* dari tiang pancang tunggal dengan metode elemen hingga dengan bantuan program komputer (PLAXIS 2D 2019), kemudian dibandingkan terhadap hasil uji pembebanan tiang di lapangan dan dihitung daya dukung masing-masing tiang pancang yang ada dengan beragam metode perhitungan.

1.3 Tujuan Penelitian

Sedangkan, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menghitung daya dukung pondasi tiang pancang tunggal dengan metode konvensional dan elemen hingga dengan bantuan program PLAXIS 2D 2019.
2. Menginterpretasikan data uji pembebanan statik (*Loading Test, Kentledge System*) dengan berbagai variasi penggunaan data kurva beban-penurunan untuk memperoleh daya dukung pondasi tiang pancang tunggal, serta dilakukan perbandingan menggunakan metode *Mazurkiewicz, Chin*, dan *Davisson*.
3. Membandingkan kurva prediksi *load-settlement* dari metode elemen hingga (PLAXIS 2D 2019) terhadap kurva *load-settlement* aktual di lapangan.
4. Membandingkan semua hasil daya dukung pondasi tiang pancang tunggal yang didapatkan baik melalui metode konvensional, interpretasi *loading test*, dan dengan metode elemen hingga (PLAXIS 2D 2019).
5. Menentukan persamaan korelasi hubungan antara S_u dan E' dengan N_{SPT} pada setiap lapis tanah.

1.4 Lingkup Penelitian

Dalam penelitian ini, terdapat berbagai batasan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada proyek pembangunan *Apartment X*, Dadap, Tangerang.
2. Titik pondasi tiang pancang yang di analisis adalah tiang pancang A1204 (*Tower 1*), A501 (*Tower 1*), B288 (*Tower 3*), dan B1207 (*Tower 4*).
3. Data borlog yang digunakan adalah data borlog pada BH 01 & BH 04.
4. Jenis tiang pancang yang digunakan adalah *spun pile* diameter 600 tipe A1 dengan panjang total tertanam 45 m.
5. Membandingkan semua hasil daya dukung pondasi tiang pancang tunggal yang didapatkan baik melalui metode konvensional, interpretasi *loading test*, dan dengan metode elemen hingga (*PLAXIS 2D 2019*).

1.5 Metode Penelitian

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur. Tujuan dilakukan studi literatur ini adalah untuk memperoleh berbagai pengetahuan dan informasi mengenai ilmu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dibahas oleh penulis. Studi literatur yang dilakukan mencakup perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang secara konvensional, interpretasi data uji pembebanan statik dan korelasi penentuan parameter tanah berdasarkan nilai N_{SPT} .
2. Pengumpulan data. Pengumpulan data yang diambil adalah data denah proyek pembangunan *Apartment X*, data uji N_{SPT} , dan data hasil *Loading Test* (*Kentledge System*).
3. Metode analisis dan perbandingan. Pada tahap ini, penyusun menggunakan teori-teori yang telah dihimpun dan dikumpulkan untuk menunjang perhitungan nilai daya dukung pondasi tiang pancang. Setelah dilakukan perhitungan, dilakukan perbandingan hasil perhitungan dengan berbagai macam metode dengan hasil interpretasi uji pembebanan tiang di lapangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah susunan skripsi yang disusun oleh penyusun :

1. BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian ini penyusun membahas latar belakang masalah, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, sistematika penulisan yang dilakukan, metodologi dan diagram alir pengerjaan skripsi.

2. BAB II : DASAR TEORI

Pada bagian ini, penulis membahas mengenai teori-teori dasar yang berhubungan dengan pondasi tiang pancang, daya dukung pondasi tiang pancang tunggal, teori tentang pelaksanaan *loading test*, metode-metode Interpretasi *loading test* statik pada tiang pancang tunggal dan teori mengenai penentuan parameter tanah dengan korelasi N_{SPT} .

3. BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini penyusun menyajikan dan membahas data-data yang digunakan untuk analisis dan proses analisis untuk mendapatkan data yang diinginkan.

4. BAB IV : ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisi hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang, penentuan parameter tanah berdasarkan korelasi nilai N_{SPT} (*back analysis*) lalu hasil prediksi kurva *load-settlement* yang ideal dengan bantuan program komputer, *PLAXIS 2D 2019* beserta hasil uji pembebanan tiang dan berisi penjelasan singkat.

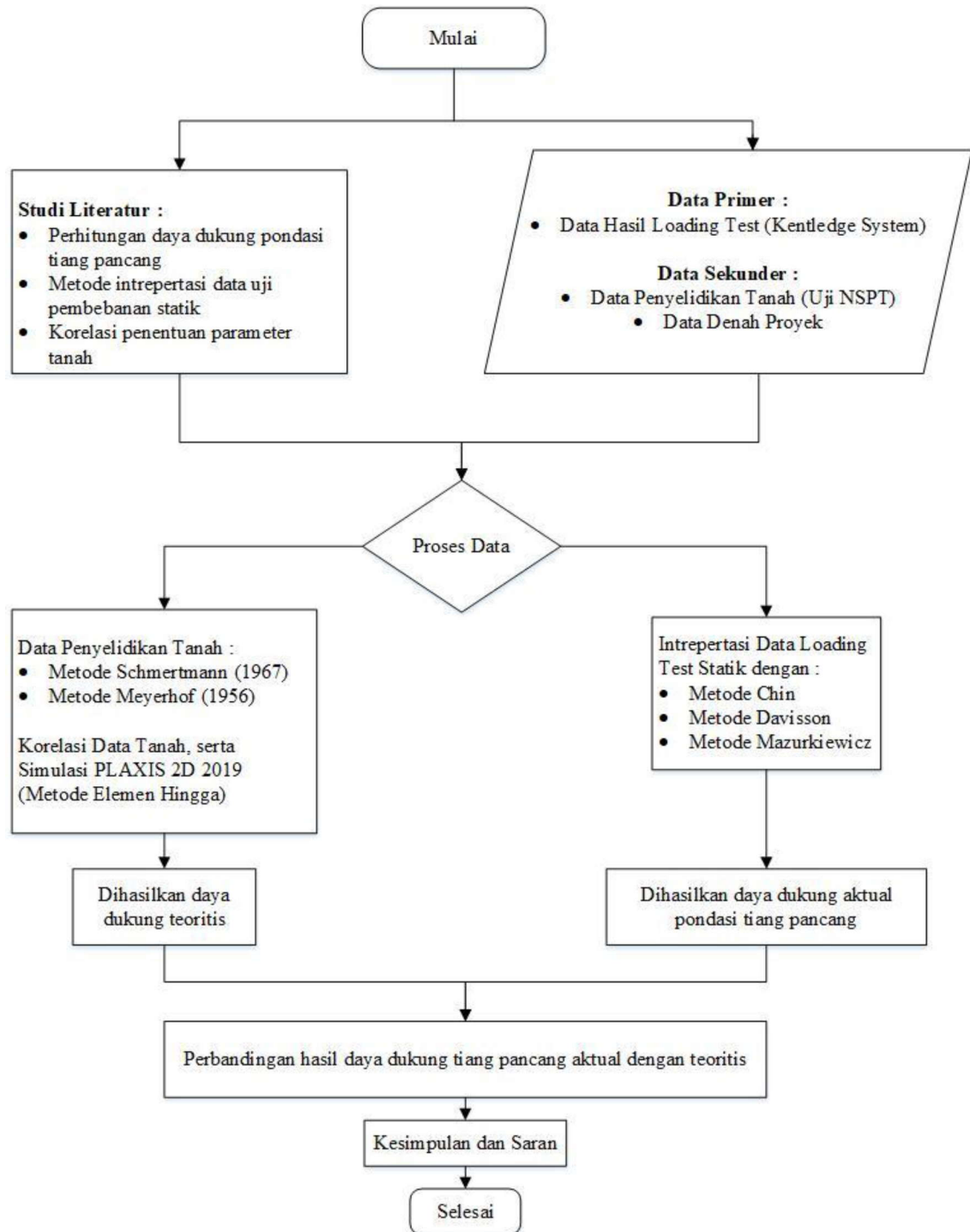
5. BAB V : PENUTUP

Pada bagian ini membahas mengenai kesimpulan dan saran dari penyusun.

6. DAFTAR PUSTAKA

7. LAMPIRAN

1.7 Diagram Alir



Gambar 1.2 Diagram Alir