

SKRIPSI

**ANALISIS *SETTLEMENT* GEDUNG BERTINGKAT
TINGGI PADA TANAH EKSPANSIF STUDI KASUS
PAKUWON INDAH SURABAYA**



**ERICKA MARID'SHA
NPM : 2015410047**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE.,
Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**ANALISIS *SETTLEMENT* GEDUNG BERTINGKAT
TINGGI PADA TANAH EKSPANSIF STUDI KASUS
PAKUWON INDAH SURABAYA**



**ERICKA MARID'SHA
NPM : 2015410047**

**PEMBIMBING: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE.,
Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**ANALISIS *SETTLEMENT* GEDUNG BERTINGKAT
TINGGI PADA TANAH EKSPANSIF STUDI KASUS
PAKUWON INDAH SURABAYA**



**ERICKA MARID'SHA
NPM : 2015410047**

**BANDUNG, 25 JUNI 2019
PEMBIMBING:**

Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ericka Marid'sha

NPM : 2015410047

Dengan ini menyatakan skripsi saya yang berjudul **Analisis *Settlement* Gedung Bertingkat Tinggi Pada Tanah Ekspansif Studi Kasus Pakuwon Indah Surabaya** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang – perundangan yang berlaku.

Bandung, 25 Juni 2019



Ericka Marid'sha

2015410047

ANALISIS *SETTLEMENT* GEDUNG BERTINGKAT TINGGI PADA TANAH EKSPANSIF STUDI KASUS PAKUWON INDAH SURABAYA

**ERICKA MARID'SHA
NPM : 2015410047**

Pembimbing: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

ABSTRAK

Bangunan sipil yang berdiri di seluruh dunia memiliki salah satu komponen yang penting yaitu pondasi. Pondasi berfungsi untuk meneruskan seluruh beban bangunan kepada tanah. Secara umum, pondasi dibedakan menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi tiang bor merupakan salah satu jenis dari pondasi dalam. Masalah yang sering dihadapi dalam perencanaan pondasi adalah besarnya penurunan yang terjadi pada bangunan. Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya penurunan tersebut adalah kondisi tanah yang berada dibawahnya. Salah satu jenis tanah yang berbahaya dalam suatu konstruksi adalah tanah ekspansif. Tanah ekspansif merupakan tanah yang mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air dalam tanah. Tanah jenis ini dapat mengembang ketika tanah menyerap air dan menyusut ketika tanah memiliki kadar air yang rendah. Perubahan volume ini dapat merusak kekuatan struktur bangunan yang berada di atas tanah tersebut. Tanah yang mengembang, mengganggu sistem kesetimbangan tekanan tanah yang dapat mengakibatkan bangunan di atasnya terangkat akibat beban tekanan pada tanah lebih besar dari pada beban tekanan pada bangunan di atasnya. Dalam penelitian ini, akan dikaji besarnya penurunan pada gedung bertingkat tinggi di tanah ekspansif. Penurunan dianalisis dengan menggunakan metode konvensional dan metode elemen hingga yaitu dengan program Plaxis 2D. Hasil dari penelitian ini berupa besarnya penurunan jangka pendek dan jangka panjang pada pondasi tiang bor dan besarnya reduksi *settlement* akibat pengembangan tanah.

Kata Kunci : Pondasi Tiang Bor, Tanah Ekspansif, Perubahan Volume, dan Penurunan

SETTLEMENT ANALYSIS OF HIGH RISE BUILDING ON EXPANSIVE SOIL CASE STUDY PAKUWON INDAH SURABAYA

**ERICKA MARID'SHA
NPM : 2015410047**

Advisor: Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

ABSTRACT

Civil buildings that stand around the world have one important component, that is the foundation. Function of the foundation is to continue all of the building load to the soil. Generally, there are two types of foundation, shallow foundation and deep foundation. Bore pile foundation is one type of deep foundation. The problem in foundation planning is the magnitude of the settlement that occurs in buildings. One of the factors that affect the magnitude of the settlement in buildings is the soil under the foundation. One type of soil that is dangerous in construction is expansive soil. Expansive soil is a soil that changes in volume due to changes in water content in the soil. This type of soil can expand when the soil absorbs water and shrinks when the soil has low water content. Volume changes can damage a structure strength of the buildings above the expansive soils. Expanding soils, disturpts the equilibrium system of the soil pressure that can cause buildings above it become lifted because of the weight pressure of the soil bigger than the weight pressure of the buildings. This study is to determine the settlement of high-rise buildings on expansive soils. This analysis is made using conventional methods and finite element methods, namely the 2D Plaxis Program. The results of this analysis are short term and long term settlement of bore pile foundation and reduction of settlement due to swelling development.

Kata Kunci : Bore Pile Foundation, Expansive Soil, Volume Change, and Settlement

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Analisis *Settlement* Gedung Bertingkat Tinggi Pada Tanah Ekspansif dengan Studi Kasus Pakuwon Indah, Surabaya. Skripsi ini merupakan salah satu prasyarat akademik untuk menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi hambatan dan rintangan untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik dan tepat waktu. Akan tetapi berkat bantuan, bimbingan serta dorongan semangat dari berbagai pihak maka pada akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga, dan ilmu pengetahuan kepada penulis serta memberikan semangat dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
2. Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., M.T., Ibu Siska Rustiani, Ir., M.T., Ibu Dr. Ir. Rinda Karlinasari, M.T., Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., dan Bapak Aswin Lim, Ph.D. selaku dosen Komunitas Bidang Ilmu Geoteknik yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyusunan skripsi ini,
3. Papa, Mama, Gerald Patrick dan Ricky Marcel yang selalu memberikan semangat, dukungan dan doa yang tiada henti sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini,
4. Aflizal Arafianto, S.T., M.T. yang telah meluangkan waktu baik ditengah jam kerja maupun saat libur untuk membantu dan mengajari penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
5. Vincent Justin W, S.T., Sefanus Diaz Alvi, S.T., M.T., dan seluruh staf kantor Geotechnical Engineering Consultant yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini,
6. Venessa Amanda, Fadhila Meylinda Annisa, Carlina Prasetya, Yonathan Dwitama dan Natasha Hartieni selaku teman – teman seperjuangan yang

telah menghibur, menemani dan memberi masukan dalam penyusunan skripsi ini,

7. Sahabat sejak SMA yaitu Nurul Rahmawati, Delya Meliyani, Desty Dwi Puspa dan M. Siddik Rizaldi yang telah menghibur dan mensupport penulis dalam menyusun skripsi ini,
8. Vincens Agung, Raszi Hanitra, dan Pio Kefas selaku teman – teman sesama dosen pembimbing,
9. Teman – teman Teknik Sipil angkatan 2015 yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama masa perkuliahan, dan
10. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Dibalik kekurangan tersebut, penulis berharap bahwa skripsi ini dapat berguna bagi teman – teman yang membacanya. Penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik untuk keberlanjutan penelitian yang akan datang.

Bandung, 25 Juni 2019



Ericka Marid'sha

2015410047

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	1-2
1.3.1 Maksud Penelitian	1-2
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Lingkup Pembahasan.....	1-3
1.5 Metoda Penelitian	1-3
1.5.1 Studi Literatur.....	1-3
1.5.2 Pengumpulan Data.....	1-3
1.5.3 Analisis Data dan Perhitungan	1-3
1.6 Diagram Alir Penelitian.....	1-3
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-5
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Tanah Lempung Ekspansif	2-1
2.2 Faktor yang Mempengaruhi Kembang – Susut pada Tanah ...	2-2

2.2.1	Faktor Mikro: Mineral dan Ikatan Kimia Tanah.....	2-2
2.2.2	Faktor Makro: Plastisitas dan Densitas	2-2
2.2.3	Kondisi Lingkungan.....	2-3
2.2.4	Kondisi Tegangan (<i>State of Stress</i>).....	2-4
2.2.5	Zona Aktif	2-4
2.3	Prediksi Pengembangan Tanah Berdasarkan Oedometer Tes..	2-6
2.4	Pondasi	2-7
2.5	Pondasi Tiang.....	2-8
2.5.1	Fungsi Pondasi Tiang.....	2-9
2.5.2	Persyaratan Pondasi Tiang	2-9
2.5.3	Penyelidikan Geoteknik	2-10
2.6	Pondasi Tiang Bor.....	2-11
2.6.1	Keuntungan Pondasi Tiang Bor	2-11
2.6.2	Kerugian Tiang Bor	2-12
2.6.3	Daya Dukung <i>Ultimate</i> Pondasi Tiang Bor	2-12
2.6.4	Daya Dukung Ujung Pondasi Tiang Bor	2-13
2.6.5	Daya Dukung Selimut Pondasi Tiang Bor	2-15
2.7	Penurunan Pondasi Tiang.....	2-17
2.8	Penurunan Pondasi Tiang pada Tanah Pasir	2-17
2.8.1	Penurunan Pondasi Tiang Tunggal	2-18
2.8.2	Penurunan Kelompok Tiang pada Tanah Pasir	2-20
2.9	Penurunan Pondasi Tiang pada Tanah Lempung.....	2-21
BAB 3 METODE PENELITIAN		3-1
3.1	Parameter Tanah	3-1
3.1.1	Kohesi Tanah	3-1
3.1.2	Kohesi Tanah Efektif	3-1

3.1.3	Sudut Geser Dalam Efektif.....	3-2
3.1.4	Modulus Elastisitas Tanah.....	3-2
3.1.5	Angka <i>Poisson</i> Tanah.....	3-3
3.1.6	Berat Isi Tanah	3-3
3.1.7	Angka Permeabilitas Tanah.....	3-3
3.2	Metode Konvensional.....	3-4
3.3	Metode Elemen Hingga.....	3-5
3.3.1	Program Plaxis 2D.....	3-5
3.3.2	Masukan Data (<i>Input</i>).....	3-5
3.3.3	Pemodelan Data.....	3-8
3.3.4	Perhitungan (<i>Calculation</i>).....	3-11
3.3.5	Keluaran (<i>Output</i>).....	3-12
3.3.6	Kurva (<i>Curves</i>).....	3-12
BAB 4 ANALISA DATA.....		4-1
4.1	Deskripsi Proyek	4-1
4.2	Parameter Tanah dan Pemodelan Lapisan Tanah.....	4-2
4.2.1	Berat Isi Tanah	4-3
4.2.2	Kohesi Tanah (S_u).....	4-3
4.2.3	Kohesi Tanah Efektif (c').....	4-4
4.2.4	Indeks Plastisitas	4-5
4.2.5	Sudut Geser Dalam Efektif (ϕ').....	4-6
4.2.6	Modulus Elastisitas Tanah.....	4-7
4.2.7	Angka <i>Poisson</i> Tanah	4-7
4.2.8	Angka Permeabilitas Tanah.....	4-7
4.3	Stratifikasi Lapisan Tanah.....	4-8
4.4	Analisis <i>Settlement</i> dengan Metode Elemen Hingga.....	4-8

4.4.1	Pemodelan dengan Program Plaxis 2D	4-8
4.4.2	Perhitungan dengan Program Plaxis 2D	4-13
4.5	Hasil Analisis Pemodelan dengan Plaxis 2D	4-15
4.5.1	<i>Short Term Settlement</i>	4-15
4.5.2	<i>Long Term Settlement</i>	4-17
4.6	Analisis <i>Settlement</i> dengan Metode Konvensional	4-21
4.6.1	Tanpa Memperhitungkan <i>Swelling</i> Tanah	4-21
4.6.2	Dengan Memperhitungkan <i>Swelling</i> Tanah	4-22
BAB 5 KESIMPULAN dan saran		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xix

DAFTAR NOTASI

ν	: angka <i>poisson</i> tanah
γ	: berat isi tanah
γ_{sat}	: berat isi tanah jenuh air
α	: faktor adesi
ΔH	: ketebalan lapis
\bar{N}'_0	: nilai rata – rata N_{SPT} yang telah dikoreksi terhadap tegangan vertikal efektif pada lapisan lunak dibawah lapisan pendukung
\bar{N}'_B	: nilai rata – rata N_{SPT} yang telah dikoreksi terhadap tegangan vertikal efektif pada lapisan pendukung
Δp	: peningkatan tegangan akibat beban yang bekerja
ϕ	: sudut geser dalam
σ'	: tegangan efektif
σ	: tegangan total
A_p	: luas penampang tiang
A_s	: luas selimut tiang
A_t	: luas aktual ujung tiang
A_{TP}	: luas proyeksi ujung tiang
B	: lebar pondasi
B_g	: lebar kelompok tiang
C_c	: <i>compression index</i>
CH	: <i>inorganic clays or high plasticity</i>
CL	: <i>inorganic clays of low plasticity</i>
C_p	: koefisien empiris
C_r	: <i>rebound compression index</i>
C_s	: faktor korelasi selimut
C_{tc}	: faktor korelasi ujung
D	: diameter pondasi
D_B	: panjang pembedaman tiang pada lapisan pendukung
D_f	: kedalaman pondasi
e_o	: angka pori

E_p	: modulus elastisitas tiang
E_s	: modulus <i>young</i> tanah
f_s	: tahanan selimut
F_p	: faktor daya dukung ujung pada pemancangan tiang baja H dan pipa ujung terbuka
F_{vs}	: faktor reduksi untuk pemancangan tiang dengan cara vibrasi
GC	: <i>clayey gravels</i>
GM	: <i>silty gravels</i>
GP	: <i>poorly graded gravels</i>
GW	: <i>well graded gravels</i>
I_r	: <i>rigidity index</i> tanah
I_{ws}	: faktor pengaruh
K_o	: koefisien tekanan tanah <i>at rest</i>
$K_{s,c}$: faktor reduksi jenis alat sondir
L	: panjang tiang
LL	: <i>liquid limit</i>
MH	: <i>inorganic silts</i>
ML	: <i>inorganic silts and very fine sand</i>
N	: nilai N_{SPT} rata – rata sepanjang tiang
N_{60}	: nilai N_{SPT} yang telah di koreksi terhadap efisiensi energi
N_b	: nilai N_{SPT} pada elevasi dasar tiang
N_k	: koefisien tak berdimensi
N_{SPT}	: jumlah tumbukan yang merepresentasikan resistensi tanah
OC	: <i>over consolidated</i>
OH	: <i>organic clays of medium high plasticity</i>
p	: keliling penampang tiang
p'_c	: tegangan prakonsolidasi
PI	: <i>plasticity index</i>
Q	: beban kerja
q	: tekanan pada dasar pondasi
q_c	: tahanan ujung konus sondir
q_E	: tahanan ujung CPTU yang sudah dikurangi dengan tekanan air pori

q_{eg}	: tegangan konus efektif rata – rata
q_{max}	: tahanan ujung <i>ultimate</i>
Q_p	: daya dukung ujung tiang
q_p	: tahanan ujung
Q_s	: daya dukung selimut tiang
Q_u	: daya dukung <i>ultimate</i> tiang
S	: penurunan total
SC	: <i>clayey sands</i>
S_e	: penurunan elastis total pondasi tiang tinggal
S_g	: penurunan kelompok tiang
SM	: <i>silty sands</i>
SP	: <i>poorly graded sands</i>
S_p	: penurunan dari ujung tiang
S_{ps}	: penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang
S_s	: penurunan akibat deformasi aksial tiang tinggal
s_u	: kuat geser tanah tak teralir
SW	: <i>well graded sands</i>
u_w	: tegangan air pori
w	: kadar air
W_P	: berat pondasi tiang

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Diagram Alir Penelitian	1-4
Gambar 2.1. Profil Kadar Air pada Zona Aktif (Nelson & Miller, 1992)	2-5
Gambar 2.2. Profil Kadar Air Musiman (Hamberg, 1985).....	2-5
Gambar 2.3. Plot Tipikal Hasil Uji <i>Consolidation – Swell Test</i> (Nelson & Miller, 1992)	2-6
Gambar 2.4. Plot Tipikal Uji <i>Swell Pressure Test</i> (Nelson & Miller, 1992).....	2-7
Gambar 2.5. Penentuan Jenis Pondasi	2-8
Gambar 2.6. Tahanan Ujung Ultimit pada Tanah Non Kohesif (Reese & Wright, 1977)	2-13
Gambar 2.7. Hubungan Tahanan Selimut Terhadap N_{SPT} (Wright, 1997)	2-16
Gambar 2.8. Faktor adhesi dari Kulhawy (1991).....	2-16
Gambar 2.9. Distribusi Tegangan untuk Perkiraan Penurunan Kelompok Tiang pada Tanah Lempung (Tomlinson, 1994).....	2-21
Gambar 3.1. Korelasi Nilai N_{SPT} dengan Kohesi Tanah (Terzaghi dan Peck, 1967; Sowers, 1979)	3-1
Gambar 3.2. Korelasi Nilai Indeks Plastisitas dengan Sudut Geser Dalam Efektif (Bjerrum and Simons, 1960).....	3-2
Gambar 3.3. Korelasi Modulus Elastisitas Tanah Efektif dengan Regangan (K.Y. Yong, 2015)	3-2
Gambar 3.4. Distribusi Tegangan Perhitungan Penurunan Kelompok Tiang Bor	3-4
Gambar 3.5. <i>Create or Open Project</i>	3-6
Gambar 3.6. <i>General Setting Project</i>	3-6
Gambar 3.7. <i>General Setting Dimensions</i>	3-7
Gambar 3.8. <i>Plaxis Input</i>	3-7
Gambar 3.9. <i>Calculation</i> pada Plaxis 2D.....	3-12
Gambar 4.1. Lokasi Proyek Tower Anderson, Surabaya.....	4-1
Gambar 4.2. Lokasi Pengeboran Proyek Pakuwon Supermall Indah, Surabaya	4-2
Gambar 4.3. <i>Plotting</i> Berat Isi Tanah vs Kedalaman	4-3
Gambar 4.4. <i>Plotting</i> Kohesi Tanah vs Kedalaman.....	4-4

Gambar 4.5. <i>Plotting</i> Kohesi Tanah Efektif vs Kedalaman	4-4
Gambar 4.6. <i>Plotting Plasticity Index</i> vs Kedalaman.....	4-5
Gambar 4.7. <i>Plotting</i> Sudut Geser Dalam Efektif vs Kedalaman	4-6
Gambar 4.8. Pemodelan Lapisan Tanah	4-8
Gambar 4.9. Pembuatan <i>Geometry Line</i>	4-9
Gambar 4.10. Pemodelan <i>Pile Cap</i> dan Kelompok Tiang Bor	4-9
Gambar 4.11. Pemodelan Beban	4-10
Gambar 4.12. Pemodelan Lapisan Tanah	4-11
Gambar 4.13. <i>Generate Mesh</i> Pada Pemodelan	4-12
Gambar 4.14. Pemodelan Muka Air Tanah	4-12
Gambar 4.15. Perhitungan <i>Initial Stresses</i>	4-13
Gambar 4.16. <i>Plotting Swelling Pressure</i> dan <i>Overburden Pressure</i> Terhadap Kedalaman	4-14
Gambar 4.17. Perhitungan dengan Plaxis 2D.....	4-14
Gambar 4.18. <i>Output Short Term Settlement</i> Tanpa <i>Swelling</i> Pada Tanah.....	4-15
Gambar 4.19. <i>Output Differential Settlement</i> Tanpa <i>Swelling</i> Tanah pada <i>Short Term Analysis</i>	4-16
Gambar 4.20. <i>Output Short Term Settlement</i> dengan Memperhitungkan <i>Swelling</i> Pada Tanah	4-16
Gambar 4.21. <i>Output Short Term Settlement</i> Pondasi Rakit	4-17
Gambar 4.22. <i>Output Long Term Settlement</i> Tanpa <i>Swelling</i> Pada Tanah	4-18
Gambar 4.23. <i>Output Differential Settlement</i> Tanpa <i>Swelling</i> Tanah pada <i>Long Term Analysis</i>	4-18
Gambar 4.24. <i>Output Long Term Settlement</i> dengan Memperhitungkan <i>Swelling</i> Pada Tanah	4-19
Gambar 4.25. <i>Output Differential Settlement</i> Dengan <i>Swelling</i> Tanah pada <i>Long Term Analysis</i>	4-20
Gambar 4.26. Kurva Hubungan Waktu vs <i>Settlement</i> pada Kondisi <i>Long Term</i>	4-20
Gambar 4.27. Distribusi Tegangan Penelitian Tanpa <i>Swelling</i> Tanah	4-21
Gambar 4.28. Distribusi Tegangan Penelitian Dengan <i>Swelling</i> Tanah.....	4-22

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Hubungan Aktivitas dan Kandungan Mineral Tanah (Skempton, 1983)	2-2
Tabel 2.2. E_s/s_u pada tanah kohesif dari Uji Triaxial UU dan nilai N_c^* (O'Neill & Reese, 1999).....	2-14
Tabel 2.3. Rekomendasi nilai unit tahanan ujung pada tanah non-kohesif dengan penurunan < 5% dari diameter dasar tiang (O'Neill & Reese, 1999)	2-14
Tabel 2.4. Nilai Koefisien C_p (Vesic, 1977).....	2-19
Tabel 3.1. Korelasi Angka <i>Poisson</i> dengan Jenis Tanah (Schmertmann, 1978) .	3-3
Tabel 3.2. Korelasi Berat Isi Tanah dengan Jenis Tanah Kohesif (<i>Soil Mechanics</i> , Whilliam T., Whitman, Robert V., 1962).....	3-3
Tabel 3.3. Korelasi Angka Permeabilitas Tanah dengan Jenis Tanah (Braja, 1995)	3-4
Tabel 3.4. Tools yang Digunakan pada Pemodelan di Plaxis 2D	3-8
Tabel 4.1. Pemodelan Lapisan Tanah BH-6	4-2
Tabel 4.2. Berat Isi Tanah Pada Setiap Lapisan Tanah	4-3
Tabel 4.3. Kohesi Tanah Pada Setiap Lapisan Tanah.....	4-4
Tabel 4.4. Kohesi Tanah Efektif Pada Setiap Lapisan Tanah.....	4-5
Tabel 4.5. Indeks Plastisitas Tanah Pada Setiap Lapisan Tanah	4-6
Tabel 4.6. Sudut Geser Dalam Efektif Pada Setiap Lapisan Tanah.....	4-6
Tabel 4.7. Modulus Elastisitas Tanah dan Modulus Elastisitas Tanah Efektif Untuk Setiap Lapisan Tanah	4-7
Tabel 4.8. Angka Poisson Tanah Efektif Untuk Setiap Lapisan Tanah.....	4-7
Tabel 4.9. Stratifikasi Lapisan Tanah	4-8
Tabel 4.10. Material <i>Pile Cap</i>	4-10
Tabel 4.11. Parameter Kekakuan dan Berat Pondasi Tiang Bor.....	4-11
Tabel 4.12. Beban Kolom yang Bekerja Pada Pondasi.....	4-13
Tabel 4.13. Rekapitulasi Penurunan Pada Berbagai Metode	4-23

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Uji N_{spt} Proyek Anderson Tower Pakuwon Indah, Surabaya	L1 - 1
Lampiran 2. Data Uji <i>Swelling Potential</i> Proyek Anderson Tower Pakuwon Indah Surabaya.....	L2 - 2

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Tanah di definisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral – mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan – bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang – ruang kosong diantara partikel – partikel padat tersebut.

Tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air dalam tanah. Tanah jenis ini mengandung mineral lempung yang mampu menyerap air. Ketika mineral tersebut menyerap air maka volume tanah akan meningkat. (King, 2015). Pada saat kondisi kadar air tinggi, tanah akan mengembang dan menjadi lunak yang mengakibatkan bangunan dapat terangkat. Sedangkan pada kondisi kadar air yang rendah, tanah akan menyusut dan mengeras yang menyebabkan penurunan pada bangunan di atasnya (*settlement*). Penurunan tersebut dapat terjadi pada masa konstruksi maupun selama masa operasional bangunan tersebut. (Raditya, Zaika, & Rachmansyah, 2017). Perubahan volume ini dapat merusak kekuatan struktur bangunan yang menempati tanah tersebut. (Wesley, 2012).

Salah satu fungsi tanah adalah sebagai pendukung pondasi dari bangunan. Pondasi adalah elemen struktur yang berfungsi meneruskan beban kepada tanah, baik beban dalam arah vertikal maupun horizontal. Sehingga pondasi merupakan salah satu komponen terpenting dalam bangunan. Oleh karena itu, pondasi perlu didesain dengan baik terutama untuk bangunan tingkat tinggi. Pondasi dibedakan menjadi pondasi dangkal dan pondasi dalam. Contoh dari pondasi dalam yaitu pondasi tiang. Pondasi tiang dibedakan berdasarkan jenis tiangnya yaitu tiang pancang dan tiang bor.

Proyek pembangunan Pakuwon Indah Surabaya direncanakan memiliki 3 tower dengan 42 lantai yang dibangun diatas tanah ekspansif. Proyek pembangunan ini rencananya akan menggunakan pondasi rakit, pondasi tiang pancang dan tiang

bor diatas tanah ekspansif. Salah satu masalah utama pada bangunan bertingkat tinggi adalah besarnya penurunan tanah yang terjadi akibat beban yang besar. Penurunan tanah yang besar dapat membahayakan gedung dan sekitarnya. Selain itu, perubahan volume tanah dapat merusak kekuatan struktur bangunan maupun jalan yang berada dan menempati tanah tersebut.

1.2 Inti Permasalahan

Tanah ekspansif adalah jenis tanah yang terbentuk pada masa tersier dimana tanah memiliki sifat yang sensitif terhadap air. Tanah ini dapat mengalami kembang susut (perubahan volume) ketika terkontaminasi dengan air. Ketika tanah ekspansif menyerap air, maka kadar air tanah meningkat sehingga tegangan efektif menurun. Jika tegangan efektif tanah menurun, maka besar penurunan yang terjadi akan meningkat. Pada bangunan gedung, penurunan dan distorsi (perbedaan penurunan) yang besar akan membahayakan bangunan gedung. Perilaku tanah ekspansif berbeda dari jenis tanah lainnya, sehingga perilaku settlement yang terjadi pada gedung bertingkat tinggi di atas tanah ekspansif akan dikaji dalam penelitian ini.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah :

1. Melakukan kajian literatur tentang tanah ekspansif, pondasi tiang, kelompok tiang, *settlement*, dan PLAXIS 2D,
2. Melakukan analisis *settlement* pada kelompok tiang dengan metode konvensional dan metode elemen hingga, dan
3. Meneliti efek pengembangan (*swelling*) terhadap pondasi gedung dan terjadinya reduksi *settlement*.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh pemahaman tentang mekanisme perhitungan besarnya *settlement* yang terjadi akibat pondasi tiang bor di tanah ekspansif.

1.4 Lingkup Pembahasan

Lingkup bahasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi proyek yang digunakan dalam penelitian berada pada Proyek Pakuwon Indah Surabaya,
2. Melakukan kajian literatur tentang tanah ekspansif, pondasi tiang, kelompok tiang, *settlement*,
3. Menganalisis *settlement* pada pondasi tiang menggunakan metode konvensional, dan
4. Menganalisis *settlement* pada pondasi tiang menggunakan metode elemen hingga (PLAXIS 2D).

1.5 Metoda Penelitian

1.5.1 Studi Literatur

Metode studi literatur yaitu metode berupa pengumpulan teori – teori yang dibutuhkan untuk menganalisis masalah. Literatur yang digunakan berupa buku, jurnal, atau artikel.

1.5.2 Pengumpulan Data

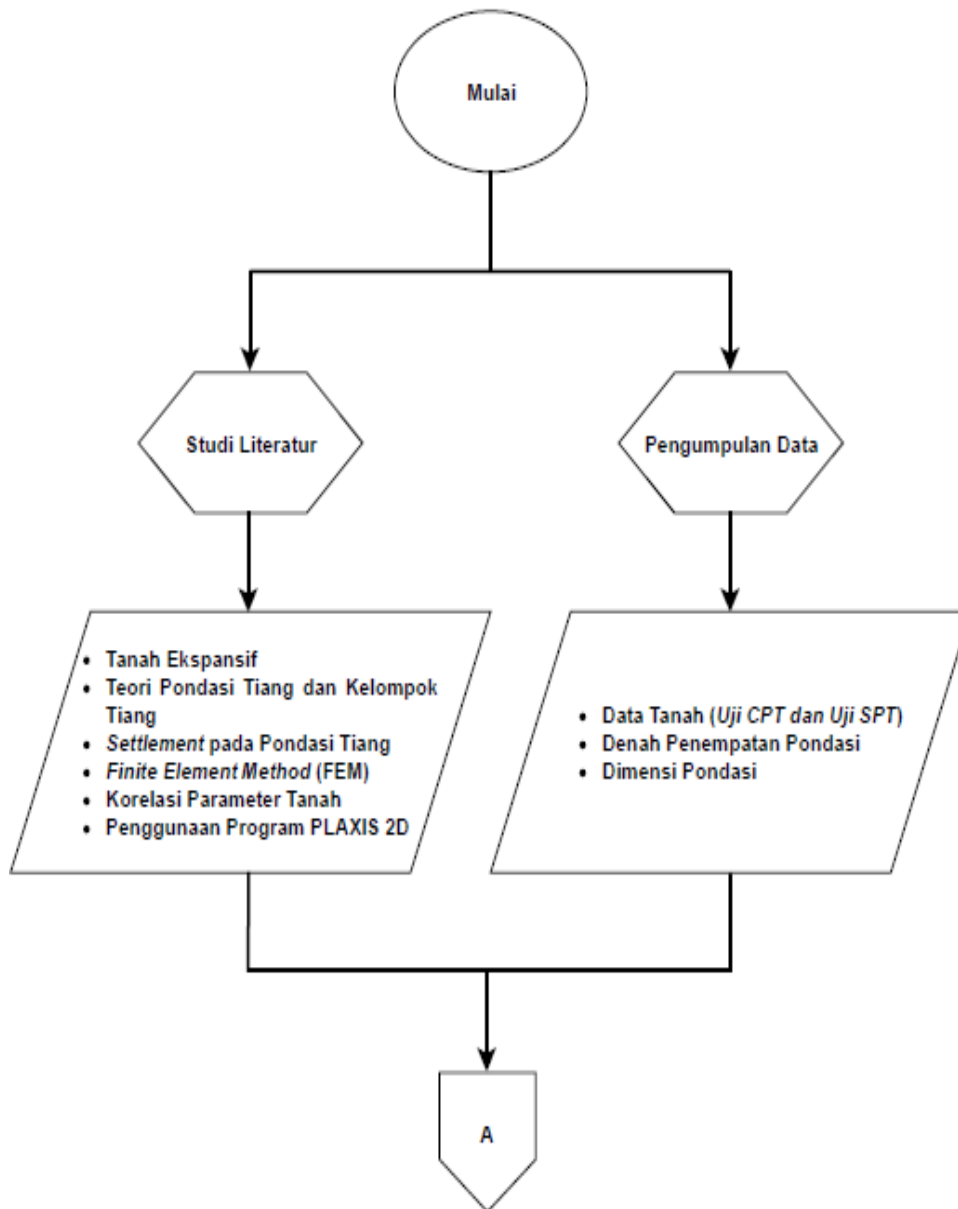
Pengumpulan data berupa data tanah hasil uji CPT, uji SPT, ukuran dimensi pondasi, dan denah penempatan pondasi di Kawasan Pakuwon Indah Surabaya.

1.5.3 Analisis Data dan Perhitungan

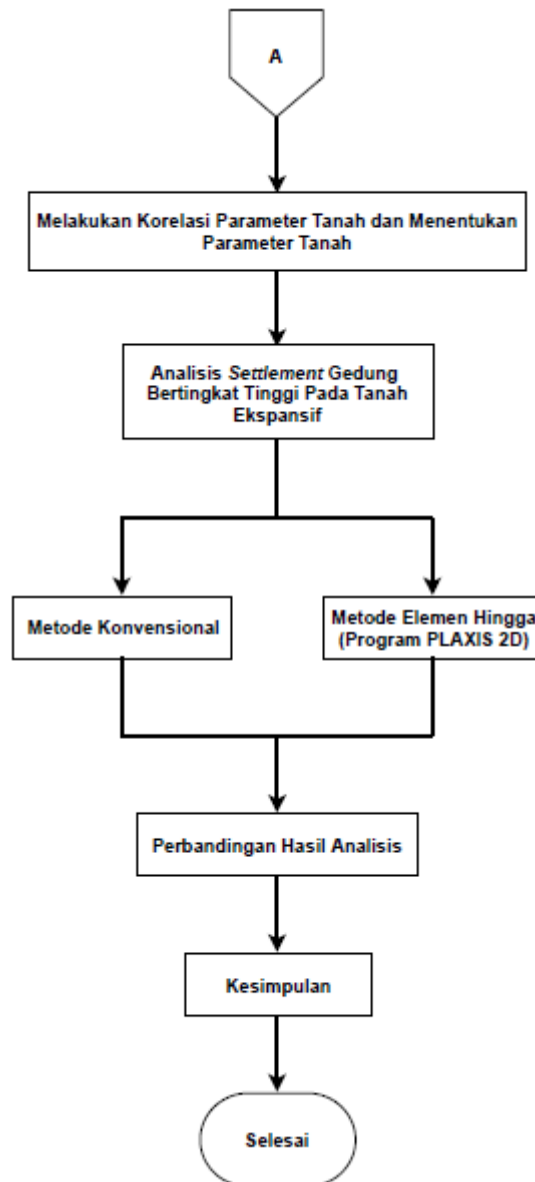
Metode analisis data dan perhitungan dilakukan dengan metode konvensional dan metode elemen hingga dengan cara pemodelan menggunakan program PLAXIS 2D.

1.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.1



Gambar 1.1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.1. Diagram Alir Penelitian

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari 5 bab, yaitu :

BAB 1 : PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, maksud dan tujuan penelitian, lingkup pembahasan, metoda penelitian, diagram alir penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 : STUDI PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang teori – teori dan konsep yang digunakan sebagai acuan penulisan penelitian.

BAB 3 : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisi tentang langkah – langkah analisis *settlement* menggunakan metode konvensional dan metode elemen hingga (PLAXIS 2D).

BAB 4 : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari hasil perhitungan *settlement* pada tanah ekspansif dengan menggunakan metode konvensional dan metode elemen hingga (PLAXIS 2D).

BAB 5 : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 menjelaskan tentang kesimpulan dari hasil penelitian menggunakan program PLAXIS 2D dan saran untuk kedepannya.