

SKRIPSI

**INTERPRETASI HASIL UJI TEKAN AKSIAL PONDASI
TIANG BERINSTRUMEN PADA TANAH EKSPANSIF DI
CIKARANG JAWA BARAT**



MUHAMMAD ICHSAN

NPM: 2013410055

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/2013)

BANDUNG

JULI 2017

SKRIPSI

**INTERPRETASI HASIL UJI TEKAN AKSIAL TIANG
BOR BERINSTRUMEN PADA TANAH EKSPANSIF DI
CIKARANG JAWA BARAT**



**MUHAMMAD ICHSAN
NPM: 2013410055**

**BANDUNG, 16 JUNI 2017
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/2013)
BANDUNG
JUNI 2017**

INTERPRETASI HASIL UJI TEKAN AKSIAL PONDASI TIANG BOR BERINSTRUMEN PADA TANAH EKSPANSIF DI CIKARANG JAWA BARAT

Muhammad Ichsan
NPM: 2013410055

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/2013)
BANDUNG
JULI 2017

ABSTRAK

Pembebanan aksial yang dilakukan memiliki tahapan saat pemberian maupun pelepasan beban. Tahap pertama, beban yang diberikan memiliki nilai sebesar 50% dari beban desainnya, lalu setelah beberapa saat beban pun ditambah secara bertahap menjadi 100%, 150%, dan 200% beban desain. Didalam pondasi tiang bor juga terdapat instrumen *strain gauges* yang telah tertanam didalam pondasi tiang bor untuk membaca regangan yang terjadi di setiap elevasi tiang bor. Data uji dari tahap-tahap pembebanan dan instrumen *strain gauges* berfungsi untuk mencari besarnya perpendekkan (*compression*) pada tiap segmen tiang bor dan membuat kurva τ -z akibat peralihan beban pada tiang bor. Kurva τ -z akibat peralihan beban kemudian dikoreksi dengan garis linier elastis-plastis agar didapat kurva τ -z teoritis untuk menganalisis transfer beban dengan bantuan program TZ agar mendapatkan besarnya transfer beban (*load transfer*) yang terjadi di sepanjang tiang bor, besarnya beban akibat *movement to maximum ratio*, besarnya peralihan tiap segmen akibat transfer beban, besarnya deformasi yang terjadi pada tiap segmen dan menggambarkan kurva *load versus settlement*. Dari perhitungan yang dilakukan berdasarkan data tahap-tahap pembebanan, instrumen *strain gauge*, dan analisis transfer beban dengan program TZ, hasil perpendekkan (*compression*) tiang keseluruhan dan transfer beban terbesar terjadi akibat tahap pembebanan paling besar yaitu 200% beban desain.

Kata Kunci: *Strain Gauges*, Kurva τ -z, Transfer Beban, Kurva Penurunan terhadap Beban.

INTERPRETATION OF AXIAL COMPRESSION TEST ON INSTRUMENTED BORED PILE FOUNDATION UNDER EXPANSIVE SOIL AT CIKARANG WEST JAVA

Muhammad Ichsan
NPM: 2013410055

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

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING

(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JULY 2017

ABSTRACT

Axial loading has sequences during the loading and unloading. In the first sequence, the loading process has a value of 50% of the design load, after that, the load will be added gradually to 100%, 150%, and 200% design load. In the bored pile foundation there is also a *strain* gauges instrument that has been embedded in the bored pile foundation to read the *strain* occurred in each bored pile elevation. The data from the loading sequences and the *strain* gauges instrument are used to find the value of compression on each bored pile segments and to create τ -z curves due to the load sequences. The τ -z curves due to load sequences are then corrected with a linear elastic-plastic line to obtain the theoretical τ -z curves for analyzing load transfer with TZ program to obtain the load transfer that occurs along the bored pile, the value of the load due to *movement to maximum ratio*, the amount of settlement per segment due to load transfer, the value of deformation of each segments and to create the load versus settlement curve. From the calculations performed based on the data of the loading sequences, the *strain* gauges instrument, and the load transfer analysis with TZ program, the largest compression result of overall bored pile and the largest load transfer occurred at the largest loading sequence of 200% design load.

Keywords: Strain Gauges, τ -z Curve, Load Transfer, Load vs Settlement Curve.

PRAKATA

Segala puji bagi Allah Tabaraka Wa Ta'ala, karena atas izin dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “INTERPRETASI HASIL UJI TEKAN AKSIAL PONDASI TIANG BOR BERINSTRUMEN PADA TANAH EKSPANSIF DI CIKARANG JAWA BARAT”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 (Sarjana) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis menyadari dalam menyusun skripsi ini telah mendapat banyak masalah dalam prosesnya. Namun berkat kritik, saran, dan dorongan semangat dari berbagai pihak maka akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir., MSCE., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan perhatian, waktu, tenaga, dan membagikan ilmu pengetahuan yang berguna bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini tanpa lelah dan tidak patah semangat dalam membimbing penulis,
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D., Ibu Siska Rustiani, Ir., MT., Ibu Anastasia Sri Lestari, Ir., MT., dan Ibu Dr. Rinda Karlinasari, Ir., MT., selaku dosen yang telah memberikan saran dan kritik kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan lebih baik,
3. Ayah dan Mamah yang selalu memberikan dukungan dan semangat serta terutama do'a yang tiada henti sehingga penulis tetap semangat dalam pengerjaan skripsi ini,
4. Kepada seluruh staf kantor Geotechnical Engineering Consultants yang telah membantu serta mengajari penulis untuk lebih memahami permasalahan dalam bidang geoteknik,
5. Rekan-rekan seperjuangan: Bimo Muhammad, Kenny Huang, Nicholas Sutjiamidjaja, Tiara Ayuningtias, Nurwunlansari Widhaning, Mitzi Raneysa dan Darlleen Davina dalam bimbingan skripsi KBI Geoteknik yang telah banyak berdiskusi serta bertukar pikiran dalam pembelajaran,

6. Seluruh “Sahabat Mangrove” mahasiswa Teknik Sipil Unpar Angkatan 2013 yang telah memberikan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung selama empat tahun pembelajaran di Sipil Unpar serta atas segala momen kebersamaan dalam suka-duka, canda-tawa dan perjuangan selama proses perkuliahan,
7. Kepada beberapa orang: Julian Alando, William Yapko, Erwin Samuel, dan Bimo Muhammad yang mau meluangkan waktu membantu penulis dalam pembuatan skripsi ini,
8. Serta seluruh pihak lain yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini sehingga dapat diselesaikan yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Penulis sangat berterima kasih apabila ada saran dan kritik yang dapat membuat skripsi ini akan menjadi lebih baik lagi. Dibalik kekurangan tersebut, penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi teman-teman dan semua orang yang membacanya.

Bandung, 3 Juli 2017



Muhammad Ichsan
2013410055

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama Lengkap: Muhammad Ichsan

NPM: 2013410055

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“INTERPRETASI HASIL UJI TEKAN AKSIAL TIANG BOR BERINSTRUMEN PADA TANAH EKSPANSIF DI CIKARANG JAWA BARAT”** adalah karya ilmiah yang bebas plagiat.

Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 3 Juli 2017



Muhammad Ichsan

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
PERNYATAAN	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xxi
DAFTAR LAMPIRAN	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Maksud & Tujuan Penelitian	1-2
1.3.1 Maksud penelitian	1-2
1.3.2 Tujuan penelitian	1-3
1.4 Lingkup Pembahasan	1-3
1.5 Metodologi Penelitian	1-4
1.5.1 Studi Literatur	1-4
1.5.2 Pengumpulan Data	1-4
1.5.3 Pengolahan Data dan Analisis	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-5
1.7 Diagram Alir	1-7
BAB 2 STUDI PUSTAKA	2-1
2.1 Uji Pembebanan Statik	2-1
2.1.1 Prosedur Pembebanan	2-3

2.1.1.1	Prosedur Pembebanan Standar (SML) Motonik	2-3
2.1.1.2	Prosedur Pembebanan Standar (SML) siklik	2-3
2.1.1.3	<i>Quick Load Test (Quick ML)</i>	2-5
2.1.1.4	Prosedur Pembebanan dengan Kecepatan Konstan (<i>Constant Rata of Penetration Method</i> atau CRP).....	2-6
2.1.2	Kriteria Pembebanan Dihentikan.....	2-6
2.2	Pondasi Tiang Bor	2-9
2.2.1	Karakteristik Pondasi Tiang Bor	2-9
2.2.2	Masalah Pada Pondasi Tiang Bor	2-10
2.2.3	Keuntungan Pondasi Tiang Bor.....	2-10
2.2.4	Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor	2-11
2.2.4.1	Peralatan Pemboran.....	2-11
2.2.4.2	Metode Konstruksi Tiang Bor.....	2-14
2.2.5	Pengendalian Mutu Pondasi Tiang Bor	2-16
2.2.5.1	Kondisi Tanah	2-17
2.2.5.2	Inspeksi Lubang Bor	2-17
2.2.5.3	Tulangan dan Cara Penanganannya	2-18
2.2.5.4	Pemeriksaan Mutu Beton	2-18
2.2.6	Permasalahan Tanah Ekspansif Terhadap Pondasi Tiang Bor	2-18
2.2.7	Stabilisasi Tanah.....	2-19
2.2.7.1	Stabilisasi dengan Bahan Pengikat.....	2-19
2.2.7.2	Stabilisasi Tanah dengan Garam Anorganik	2-20
2.2.7.3	<i>Water Glass</i>	2-21
2.3	Jenis Beban Berdasarkan Sifat dan Kondisi Pembebanan	2-22
2.4	Kapasitas Daya Dukung Pondasi Tiang Bor.....	2-23
2.4.1	Daya Dukung Ujung.....	2-23
2.4.1.1	Metode Reese & Wright (1977).....	2-24
2.4.1.2	Metode O'Neill & Reese (1999)	2-24
2.4.2	Daya Dukung Selimut	2-26
2.4.2.1	Metode Reese & Wright (1977).....	2-26

2.4.2.2	Metode Kulhawy.....	2-27
2.4.2.3	Metode O'Neill & Reese (1999) atau FHWA (1999).....	2-28
2.5	Transfer Beban (<i>Load Transfer</i>).....	2-30
2.6	Perkiraan Parameter Tanah dari N-SPT	2-31
2.6.1	Kuat Geser Tak Teralir.....	2-31
2.6.2	Modulus Elastisitas Tanah	2-32
2.6.3	Berat Isi Tanah	2-33
2.6.4	Sudut Geser Dalam	2-34
BAB 3	METODE PENELITIAN	3-1
3.1	Mekanisme Pemikulan Beban Pada Pondasi Tiang	3-1
3.2	Instrumentasi Pondasi Tiang	3-4
3.2.1	<i>Vibrating Wire Strain Gauges (VWSG)</i>	3-4
3.2.2	<i>Strain Indicator</i>	3-5
3.2.3	<i>Tell-tale Extensometer</i>	3-6
3.3	Analisis Transfer Beban	3-7
3.4	Kurva τ -z	3-10
3.4.1	Model Kurva τ -z Teoritis	3-11
3.4.1.1	Linier Elastis Plastis.....	3-11
3.4.1.2	Hiperbolik	3-12
3.4.1.3	Coyle.....	3-13
3.4.1.4	Vijayvergiya.....	3-13
3.5	Program TZ	3-14
3.5.1	Hasil Keluaran yang Diperoleh.....	3-15
3.5.2	Keterbatasan Program	3-15
3.5.3	Syarat Sistem yang Diperlukan.....	3-15
3.5.4	Cara Pengoperasian.....	3-15
3.5.4.1	Poisson's Ratio (ν).....	3-17
3.5.4.2	Modulus Elastis Tiang (E).....	3-17

3.5.4.3	Modulus Tanah Dasar (E_γ).....	3-17
3.5.4.4	Diameter Tiang (B) dan Penampang Tiang (A).....	3-17
3.5.4.5	Jumlah Segmen Tiang.....	3-17
3.5.4.6	Jumlah Beban.....	3-17
3.5.5	Keluaran (<i>Output</i>) dan Interpretasinya.....	3-21
BAB 4	DATA & ANALISIS.....	4-1
4.1	Deskripsi Proyek.....	4-1
4.2	Pembagian Segmen Pondasi Tiang Bor Berisntrumen BP101.....	4-2
4.3	Evaluasi Hasil Uji Data N-SPT.....	4-3
4.3.1	Parameter Tanah Desain.....	4-4
4.3.1.1	Nilai Kuat Geser Tanah (C_u) dari Uji N-SPT.....	4-5
4.3.2	Program Borpile.....	4-6
4.3.3	Hasil Keluaran Program Borpile.....	4-10
4.4	Interpretasi Instrumen <i>Vibrating Wire Strain Gauges</i> (VWSG).....	4-10
4.4.1	Penentuan Nilai Regangan Dari <i>Vibrating Wire Strain Gauges</i> (VWSG).....	4-11
4.4.2	Penentuan Nilai Modulus Elastisitas Beton Dari <i>Vibrating Wire Strain Gauges</i> (VWSG).....	4-15
4.4.2.1	Koreksi Nilai Regangan Elevasi (-4 m).....	4-15
4.4.2.2	Nilai Modulus Elastisitas Beton (E_c).....	4-16
4.4.3	Transfer Beban dari Instrumen <i>Strain Gauges</i>	4-17
4.4.4	Penentuan Nilai Perpendekan (<i>Compression</i>) Dari <i>Vibrating Wire Strain Gauges</i> (VWSG).....	4-20
4.4.5	Nilai Gesekan Selimut (f_s).....	4-21
4.4.6	Nilai Tahanan Ujung Tiang (q_p).....	4-22
4.5	Penurunan Pondasi Tiang Bor (<i>Settlement</i>).....	4-23
4.6	Kurva τ - z	4-23
4.6.1	Nilai Peralihan Segmen (z).....	4-24
4.6.2	Hasil Plot Kurva τ - z	4-24

4.6.3	Nilai Faktor Adhesi Tanah Ekspansif (α).....	4-33
4.7	Kurva Q-z.....	4-33
4.8	Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ.....	4-35
4.8.1	Data Tanah dan Tiang.....	4-35
4.8.2	Data Jumlah Beban.....	4-35
4.8.2.1	Panjang Segmen.....	4-36
4.8.2.2	<i>Soil stress strength</i>	4-36
4.8.2.3	<i>Maximum ratio</i>	4-37
4.8.2.4	<i>Movement to maximum ratio</i>	4-38
4.8.3	Program TZ.....	4-39
4.8.3.1	Data yang Diinputkan.....	4-39
4.8.3.2	Pengoperasian Program TZ.....	4-42
4.8.3.3	Hasil Keluaran (<i>Output</i>) Program TZ.....	4-58
4.8.4	Transfer Beban.....	4-62
4.8.5	Kurva <i>Load vs Settlement</i>	4-63
4.9	Perbandingan Pola Kurva <i>Load vs Settlement</i>	4-63
BAB 5	KESIMPULAN & SARAN.....	5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
	DAFTAR PUSTAKA.....	xxv

DAFTAR NOTASI

A	: Luas Penampang Pondasi Tiang (m^2)
Bb	: Diameter Dari Pembenaman Tiang
Cs	: Jarak Rekahan
Cu	: Kuat Geser Tanah Undrained (ton/m^2)
D	: Diameter Pondasi Tiang (m)
D	: Panjang pembenaman tiang pada material IGM (berbeda dengan panjang pembenaman tiang bor)
E	: Modulus Elastisitas Beton
Es	: Modulus Elastisitas Tanah
Fc'	: Mutu Beton
λ°	: Koefisien Tanah <i>At Rest</i> = $1 - \sin \Phi$
Ksp	: Koefisien Empiric Bergantung Jarak Rekahan
l	: Panjang Segmen Tiang
M	: Faktor Empiric, Yang Bergantung Pada Nilai Slump Beton
N-SPT	: Nilai SPT (Blows / 60 cm)
P	: Beban Kerja Pada Tiang
p	: Keliling Penampang Pondasi Tiang Permukaan Tanah
Q	: Tahanan Ujung Tiang
QP	: Daya Dukung Ultimit Ujung Tiang (ton)
QS	: Daya Dukung Ultimit Selimut Tiang (ton)
Qu	: Daya Dukung Ultimit Tiang (ton)
qu	: Rata-Rata Nilai Kuat Tekan Bebas Dari Batuan
r	: <i>Rebound</i> (mm)
Sr	: <i>Settlement Residual</i> (mm)
W	: Berat Tanah (kg)
WP	: Berat Pondasi Tiang (ton)
Yt	: Penurunan Ujung Tiang (cm)
z	: Peralihan Segmen Tiang
Zc	: Kedalaman Titik Dimana σ_n Dihitung
α	: Faktor Adhesi

- γ : Berat Isi Tanah (kg/cm^3)
- γ_c : Berat Isi Cairan Beton (kg/cm^3)
- Δ : Ketebalan Dari Masing-Masing Rekahan
- Δ_i : Perpendekkan Segmen Tiang (m)
- E : Regangan (Hasil Bacaan VWSG)
- ν : Poisson's Ratio
- σ'_v : Tegangan Vertikal Efektif Tanah (ton/m^2)
- f_s : Tahanan/Gesekan Selimut Tiang
- Φ : Sudut Geser Dalam Tanah ($^\circ$)
- τ : *Soil stress strength* (kg/cm^2)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Diagram Alir	1-7
Gambar 2.1 Pengujian dengan <i>Kentledge System</i> (sumber: p3planningengineer.com).....	2-2
Gambar 2.2 Pengujian dengan Tiang Jangkar (sumber: del-mak.com.tr).....	2-2
Gambar 2.3 Contoh Hasil Uji Pembebanan Statik Aksial Tekan (sumber: pile testing.ppt).....	2-5
Gambar 2.4 Alat Pembor Ringan (<i>flight auger</i>) (sumber: http://img.archiexpo.com).....	2-12
Gambar 2.5 (a) <i>Flight auger</i> ; (b) <i>Core Barrels</i> ; (c) <i>Multiroller</i> ; (d) <i>Bucket Auger</i> ; (e) Alat bor pondasi tiang <i>bel</i> atau <i>under-reamer</i> (sumber: https://images.google.com/)	2-13
Gambar 2.6 Pembuatan Tiang Bor dengan Menggunakan Casing (A) Instalasi <i>Casing</i> Dengan Vibrasi; (B) Pemboran Tanah; (C) Penempatan Tulangan Dan Pengecoran (Reese & O'neil, 1998) (sumber: Manual Pondasi Tiang 4 th Edition)..	2-15
.....	2-15
Gambar 2.7 Contoh Konstruksi Tiang Bor Menggunakan <i>Casing</i> (sumber: weatherford.com)	2-15
Gambar 2.8 Pembuatan Tiang Bor dengan Menggunakan <i>Slurry</i> (A) Pembuatan Lubang Bor Disertai dengan Pengisian <i>Slurry</i> ; (B) Penempatan Tulangan; (C) Pengisian Material Beton; (D) Tiang Bor Yang Telah Selesai (Reese & O'Neill, 1988) (Sumber: Manual Pondasi Tiang 4 th Edition)	2-16
Gambar 2.9 Kriteria Pemilihan Bahan Pengikat (sumber: AUSTRROAD, 1998).....	2-20
.....	2-20
Gambar 2.10 Tahanan Ujung Ultimit Pada Tanah Non-Kohesif (sumber: Reese & Wright, 1977).....	2-24
Gambar 2.11 Hubungan tahanan selimut ultimit terhadap N-SPT (Wright, 1977) ..	2-27
.....	2-27
Gambar 2.12 Faktor Adhesi dari Kulhawy (1991).....	2-27
Gambar 2.13 Contoh Hasil Transfer Beban (<i>Load Transfer</i>) (sumber: Rekayasa Tiang Pancang Handout 2, UNS 2006).....	2-30

Gambar 2.14 Perkiraan Hubungan N-SPT Terhadap Su (Terzaghi & Peck, 1967; Sowers, 1979).....	2-31
Gambar 2.15 Hubungan Su dan Nilai N-SPT (Hara dkk, 1974).....	2-32
Gambar 2.16 Koefisien Modulus Terkekang SPT vs PI (Stroud, 1974).....	2-33
Gambar 2.17 Grafik korelasi <i>friction angle</i> dan N-SPT (Peck, Hanson & Thornburn 1953).....	2-35
Gambar 3.1 Mekanisme Pengalihan Beban Pada Tanah Melalui Pondasi Tiang	3-1
Gambar 3.2 Kurva Hubungan Beban Terhadap Penurunan	3-2
Gambar 3.3 Ilustrasi Distribusi Pemikulan Beban Pada Pondasi Tiang di (a) Titik A, (b) Titik B dan (c) Titik D	3-3
Gambar 3.4 Pengujian Tiang dengan Instrumentasi (a) <i>Tell-tale Extensometer</i> ;	3-4
Gambar 3.5 (a) <i>Vibrating Wire Strain Gauges</i> (VWSG); (b) Letak VWSG Pada Pondasi Tiang Bor (sumber: geonor.com).....	3-5
Gambar 3.6 (a) <i>Strain Indicator</i> ; (B) <i>Wheatstone Bridge System</i> Pada <i>Strain Indicator</i> (sumber: jamagroup.net).....	3-6
Gambar 3.7 <i>Tell-tale Extensometer</i> (sumber: geonor.com)	3-6
Gambar 3.8 Pondasi Tiang Yang Diberi Beban Vertikal	3-8
Gambar 3.9 Rasio Transfer Beban Dengan Kuat Geser Tanah Terhadap.....	3-9
Gambar 3.10 Model Linier Elastis-Plastis.....	3-12
Gambar 3.11 Model Hiperbolik.....	3-13
Gambar 4.1 Lokasi Pondasi Tiang Bor Berinstrumen (BP101)	4-1
Gambar 4.2 Pembagian Segmen Pada Pondasi Tiang Bor Berinstrumen BP101	4-3
Gambar 4.3 Data N-SPT BP101	4-4
Gambar 4.4 Langkah 1 Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-6
Gambar 4.5 Langkah 3 Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-7
Gambar 4.6 Langkah 4 Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-7
Gambar 4.7 Langkah 5 Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-8
Gambar 4.8 Langkah 6 Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-8
Gambar 4.9 Langkah 7 Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-9
Gambar 4.10 Hasil Keluaran Evaluasi Uji N-SPT Dengan Program Borpile	4-9
Gambar 4.11 Pola Penurunan terhadap Beban dari Hasil Evaluasi Uji N-SPT	4-10
Gambar 4.12 Grafik nilai regangan akibat beban 275 ton.....	4-13
Gambar 4.13 Grafik nilai regangan akibat beban 550 ton.....	4-13

Gambar 4.14 Grafik nilai regangan akibat beban 825 ton	4-14
Gambar 4.15 Grafik nilai regangan akibat beban 1100 ton	4-14
Gambar 4.16 <i>Trendline</i> Untuk Menentukan Nilai Modulus Elastisitas	4-17
Gambar 4.17 Pola Transfer Beban Hasil Data Lapangan	4-20
Gambar 4.18 Kurva τ -z Segmen 12	4-25
Gambar 4.19 Kurva τ -z Segmen 11	4-25
Gambar 4.20 Kurva τ -z Segmen 10	4-26
Gambar 4.21 Kurva τ -z Segmen 9	4-26
Gambar 4.22 Kurva τ -z Segmen 8	4-27
Gambar 4.23 Kurva τ -z Segmen 7	4-27
Gambar 4.24 Kurva τ -z Segmen 6	4-29
Gambar 4.25 Kurva τ -z Segmen 5	4-30
Gambar 4.26 Kurva τ -z Segmen 4	4-31
Gambar 4.27 Kurva τ -z Segmen 3	4-31
Gambar 4.28 Kurva τ -z Segmen 2	4-32
Gambar 4.29 Kurva τ -z Segmen 1	4-32
Gambar 4.30 Kurva Q-z.....	4-34
Gambar 4.31 Korelasi Alpha Tomlinson (2008).....	4-38
Gambar 4.32 Langkah 1 Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ.....	4-42
Gambar 4.33 Langkah 2 Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ.....	4-43
Gambar 4.34 Langkah 3 Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ.....	4-43
Gambar 4.35 Langkah 4 Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ.....	4-44
Gambar 4.36 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 1	4-45
Gambar 4.37 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 2	4-45
Gambar 4.38 Informasi dari interaksi tanah dan tiang segmen 3	4-46
Gambar 4.39 Informasi dari interaksi tanah dan tiang segmen 4.....	4-46
Gambar 4.40 Informasi dari interaksi tanah dan tiang segmen 5.....	4-47
Gambar 4.41 Informasi dari interaksi tanah dan tiang segmen 6.....	4-47
Gambar 4.42 Informasi dari interaksi tanah dan tiang segmen 7.....	4-48
Gambar 4.43 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 8	4-48
Gambar 4.44 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 9	4-49
Gambar 4.45 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 10	4-49
Gambar 4.46 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 11	4-50

Gambar 4.47 Informasi Dari Interaksi Tanah Dan Tiang Segmen 12	4-50
Gambar 4.48 Nilai <i>Tip Movement</i> Akibat Tahap Pembebanan Tiang Bor	4-51
Gambar 4.49 Koreksi <i>input</i> data tanah dan tiang bor	4-52
Gambar 4.50 Koreksi <i>Input Soil stress strength</i> Tiap Segmen Tiang Bor	4-52
Gambar 4.51 Koreksi <i>input movement to maximum ratio</i> tiap segmen tiang bor	4-53
Gambar 4.52 Koreksi <i>Input Tip Movement</i> Akibat Tahap-Tahap Pembebanan.	4-53
Gambar 4.53 Penyimpanan Data yang Telah Dimodifikasi	4-54
Gambar 4.54 Penyimpanan Data Keluaran (<i>Output</i>).....	4-55
Gambar 4.55 Hasil Keluaran (<i>Output</i>) Program TZ.....	4-55
Gambar 4.56 Hasil Keluaran (<i>Output</i>) Program TZ.....	4-56
Gambar 4.57 Hasil Keluaran (<i>Output</i>) Program TZ.....	4-56
Gambar 4.58 Hasil Keluaran (<i>Output</i>) Program TZ.....	4-57
Gambar 4.59 Pola Transfer Beban yang Terjadi dengan Program TZ	4-62
Gambar 4.60 Pola Peralihan Tiap Segmen Akibat Tahap-tahap Transfer Beban	4-63
Gambar 4.61 Pola <i>Load vs Settlement</i> Akibat Evaluasi Data N-SPT dengan Program Borpile	4-64
Gambar 4.62 Pola <i>Load vs Settlement</i> dari Bacaan <i>Dial Gauges</i> (Data Lapangan)	4-64
Gambar 4.63 Pola <i>Load vs Settlement</i> dari Analisis dengan Program TZ	4-65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tipikal Pola Pembebanan Standar Siklik (sumber: Manual Pondasi Tiang 4 th Edition)	2-4
Tabel 2.2 Resume Kriteria Pembebanan Tiang Dari Beberapa Negara (Wang, dkk, 2011)	2-7
Tabel 2.3 Resume Prosedur Uji Beban Tiang Dan Kriteria Penerimaan di Hong Kong (sumber: Geo No.1, 2006).....	2-8
Tabel 2.4 Metode Stabilisasi yang Cocok Berdasarkan Unsur yang Dominan (INGLES, 1972).....	2-20
Tabel 2.5 Karakteristik Water Glass dengan Analisis Kimia (Sumber: Pusat Litbang Pemukiman, 1998, Laporan Akhir Penelitian Bahan Penghambat Api Aman Lingkungan dengan Bahan dasar silika)	2-21
Tabel 2.6 Es/Su Pada Tanah Kohesif Dari Uji Triaxial UU dan Nilai N_c^* (sumber: O'Neill & Reese, 1999).....	2-25
Tabel 2.7 Rekomendasi nilai unit tahanan ujung pada tanah non-kohesif dengan penurunan < 5% dari diameter dasar tiang (O'Neill & Reese, 1999)	2-26
Tabel 2.8 Nilai Tipikal Berat Isi Tanah, γ (Coduto, 1994)	2-34
Tabel 2.9 Nilai Tipikal Berat Isi Tanah, γ (Budhu, 2000)	2-34
Tabel 3.1 Model Coyle.....	3-13
Tabel 4.1 Klasifikasi Tanah Desain	4-5
Tabel 4.2 Nilai Kuat Geser Tanah (C_u) Tiap Segmen	4-5
Tabel 4.3 Nilai Penurunan Terhadap Beban yang Bekerja	4-10
Tabel 4.4 Data Regangan Dari Instrumen <i>Strain Gauges</i>	4-11
Tabel 4.5 Data Regangan dari Instrumen <i>Strain Gauges</i> yang Telah Dikoreksi.....	4-12
Tabel 4.6 Koreksi Regangan Elevasi (-4 m)	4-15
Tabel 4.7 Nilai Modulus Elastisitas Beton (E_c).....	4-16
Tabel 4.8 Nilai Modulus Elastisitas Tiang Bor pada Tiap Tahap Pembebanan	4-17
Tabel 4.9 Nilai Tegangan yang Bekerja pada Tiap Elevasi <i>Strain Gauges</i>	4-18
Tabel 4.10 Nilai Transfer Beban yang Bekerja di Sepanjang Tiang Bor	4-19
Tabel 4.11 Nilai Perpendekkan Segmen, Δ_i (m).....	4-21
Tabel 4.12 Nilai Gesekkan Selimut Tiang (f_s)	4-22

Tabel 4.13 Nilai Tahanan Ujung Tiang (q_p)	4-22
Tabel 4.14 Nilai Peralihan Tiap Segmen Tiang Akibat 4 Tahap Pembebanan, z (m)	4-24
Tabel 4.15 Nilai Gesekan Selimut Maksimum pada Segmen 6 dan 5	4-28
Tabel 4. 16 Nilai Faktor Adhesi (α) Tanah Ekspansif.....	4-33
Tabel 4.17 Panjang Tiap Segmen Pada Tiang Bor	4-36
Tabel 4.18 <i>Soil stress strength</i> Pada Tiap Segmen.....	4-37
Tabel 4.19 Nilai <i>Movement to maximum ratio</i> Tiap Segmen.....	4-38
Tabel 4.20 Data Tanah dan Tiang Bor	4-39
Tabel 4.21 Data Informasi Interaksi Tanah dan Tiang	4-40
Tabel 4.22 <i>Tip Movement</i> Sebagai Input Program TZ	4-41
Tabel 4.23 Hasil Keluaran Dari Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ	4-58
Tabel 4.24 Hasil Keluaran Dari Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ	4-59
Tabel 4.25 Hasil Keluaran Dari Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ	4-60
Tabel 4.26 Hasil Keluaran Dari Analisis Transfer Beban Dengan Program TZ	4-61

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 DENAH LOKASI TITIK-TITIK TIANG BOR PADA AREA EF
- Lampiran 2 DATA N-SPT BP101
- Lampiran 3 KURVA *LOAD VS SETTLEMENT* AKIBAT HASIL PENGUJIAN
TAHAP-TAHAP PEMBEBANAN

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Tanah ekspansif adalah tanah yang mengalami perubahan volume akibat perubahan kadar air di dalam tanah. Biasanya tanah ekspansif mengandung mineral-mineral lempung seperti smektit dan montmorilonit yang mampu mengembang dan menyusut dalam kondisi kelembaban yang berbeda karena terjadi perubahan kadar air. Apabila keadaan lingkungan lembab atau basah, tanah ini memiliki potensi mengembang dan menjadi lunak karena meningkatnya kadar air pada volume tanah. Sedangkan jika keadaan lingkungan kering, maka volume tanah berkurang karena berkurangnya kadar air yang menyebabkan penyusutan dan mengeras kemudian timbul rekahan-rekahan pada permukaan tanah.

Permasalahan konstruksi yang timbul akibat tanah ekspansif biasanya terjadi pada konstruksi jalan, dinding penahan tanah (*retaining wall*), *basement*, dan pondasi dimana jika kadar air dalam tanah tinggi maka dapat mengakibatkan tanah mengembang sehingga dapat menyebabkan bangunan terangkat (*Uplift*) dan akan mengurangi kekuatan daya dukung tanah sehingga dapat menyebabkan tekanan tanah lateral/tekanan tanah aktif menjadi tinggi yang berakibat pada kegagalan konstruksi. Sedangkan, jika kadar air dalam tanah rendah dapat mengakibatkan penurunan pada bangunan di atasnya (*Settlement*) terlebih jika penurunannya tidak seragam (*Non-uniform Settlement*). Penurunan tersebut dapat terjadi pada masa konstruksi maupun selama operasional bangunan tersebut.

Dalam studi kasus proyek *Orange-County* (17 tower 50 lantai dan 1 tower 75 lantai) yang berlokasi di Cikarang yang dibangun diatas tanah ekspansif, pondasi yang digunakan adalah tiang bor berinstrumen yang telah dilakukan uji tekan aksial sebagai pemberian beban pada tiang bor. Sedangkan instrumen yang digunakan adalah *strain gauge* yang ditanam didalam tiang bor dan berfungsi sebagai pengukur besarnya regangan dan daya dukung selimut yang terjadi pada tiap kedalaman pondasi tiang bor akibat pemberian beban dari uji tekan aksial. Nantinya, data dari hasil uji tekan aksial dan instrumen *strain gauge* akan

digunakan untuk menganalisis besarnya transfer beban (*load transfer*) dengan bantuan program TZ pada tiap kedalaman pondasi tiang bor sehingga didapat hubungan kurva *load versus settlement*.

1.2 Inti Permasalahan

Studi ini mengkaji data dari hasil uji N-SPT, instrumen *strain gauge* dan menghitung nilai perpendekkan tiap segmen tiang, mengoreksi kurva τ - z akibat pengalihan beban dan menganalisis transfer beban (*load transfer*) yang terjadi sepanjang tiang bor dengan bantuan program TZ sehingga didapat hubungan *load versus settlement* pada tiap segmen tiang.

1.3 Maksud & Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah:

1.3.1 Maksud penelitian

Maksud penelitian ini dilakukan antara lain untuk:

1. Mengevaluasi data bor atau N-SPT dengan program borpile.
2. Menghitung besarnya perpendekkan (*compression*) pada setiap segmen tiang bor dari bacaan regangan *vibrating wire strain gauge* (VWSG).
3. Mendapatkan pola transfer beban akibat data lapangan.
4. Mencari nilai faktor adhesi (α) tanah ekspansif.
5. Menghitung peralihan awal (z) pada setiap segmen tiang bor sebagai *input* untuk kurva τ - z akibat pengalihan beban.
6. Mengoreksi hasil kurva τ - z akibat pengalihan beban dengan membuat garis linier elastis-plastis.
7. Menentukan nilai parameter-parameter untuk data tanah, data tiang, dan data jumlah beban dari kurva kurva τ - z dan kurva Q - z .
8. Analisis transfer beban sepanjang tiang bor dari parameter-parameter data tanah, data tiang dan data jumlah beban dengan program TZ.
9. Membandingkan hasil transfer beban akibat data lapangan dan dari program TZ.

10. Mencari hubungan *load versus settlement* dari hasil evaluasi dengan program borpile, hasil uji lapangan dan analisis transfer beban dengan program TZ.

1.3.2 Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini dilakukan antara lain untuk:

1. Mengetahui nilai daya dukung ultimit tiang bor dari program borpile.
2. Mengetahui besarnya perpendekkan (*compression*) akibat tiap tahap pembebanan pada tiap segmen tiang bor.
3. Mendapatkan pola transfer beban akibat data lapangan.
4. Mengetahui nilai faktor adhesi (α) tanah ekspansif.
5. Mendapatkan hasil kurva τ -z dan kurva Q-z akibat peralihan beban pada tiap segmen tiang bor.
6. Mendapatkan nilai Es pada ujung tiang dari kurva Q-z
7. Mendapatkan nilai *soil stress strength* dan *movement to maximum ratio* pada tiap segmen tiang bor.
8. Mengetahui besarnya transfer beban (*load transfer*) yang terjadi di sepanjang tiang bor dari hasil analisis transfer beban dengan program TZ.
9. Mengetahui perbedaan transfer beban dari data lapangan dan dari hasil evaluasi parameter kurva τ -z dan Q-z.
10. Mengetahui hubungan *load versus settlement* dari hasil evaluasi dengan program borpile, hasil uji lapangan dan analisis transfer beban dengan program TZ.

1.4 Lingkup Pembahasan

Lingkup pembahasan dalam penelitian ini adalah :

1. Evaluasi data N-SPT untuk mengetahui load vs settlement yang terjadi dengan program borpile.
2. Interpretasi data uji tekan aksial dan instrumen *strain gauge* untuk mencari besarnya perpendekkan (*compression*) pada tiap segmen tiang bor dan mendapatkan hasil kurva τ -z akibat peralihan beban pada tiap

segmen tiang bor. Membuat pola transfer beban dari akibat data lapangan.

3. Analisis transfer beban dengan bantuan program TZ untuk mendapatkan besarnya transfer beban (*load transfer*) yang terjadi di sepanjang tiang bor, besarnya beban akibat *movement to maximum ratio*, besarnya peralihan tiap segmen akibat transfer beban, besarnya deformasi yang terjadi pada tiap segmen dan menggambarkan kurva *load versus settlement*.

1.5 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa metode, yaitu:

1.5.1 Studi Literatur

Penulis mendapatkan landasan-landasan teori yang berhubungan dengan penelitian ini melalui membaca dari buku referensi, jurnal, artikel, skripsi perbandingan, dan internet.

1.5.2 Pengumpulan Data

Data yang digunakan berupa data uji N-SPT, hasil regangan dari bacaan instrumen *strain gauge*, dimensi tiang bor berinstrumen dan kedalaman tiang bor berinstrumen.

1.5.3 Pengolahan Data dan Analisis

Pengolahan data dilakukan dengan evaluasi data hasil uji N-SPT, interpretasi data instrumen *strain gauge*, dan analisis transfer beban dengan bantuan program T-Z.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun meliputi:

BAB 1 PENDAHULUAN

Menjelaskan latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode yang digunakan dalam perhitungan, sistematika penulisan, dan diagram alir.

BAB 2 STUDI PUSTAKA

Menjabarkan mengenai landasan-landasan teori yang digunakan seperti dasar parameter untuk tanah ekspansif, permasalahan yang muncul pada tanah ekspansif dan beberapa solusinya, dasar pelaksanaan uji tekan aksial, penjelasan instrumen *strain gauge*, jenis pembebanan statis pada pondasi tiang bor, dan metoda daya dukung pondasi tiang.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Penjelasan tentang mekanisme pemikulan beban pada pondasi tiang dan jenis pembebanan yang digunakan dalam studi kasus ini. Langkah-langkah analisis transfer beban secara teoritis dengan cara iterasi, parameter-parameter yang dibutuhkan untuk analisis transfer beban dengan program T-Z dan cara menggunakan program TZ.

BAB 4 DATA & ANALISIS

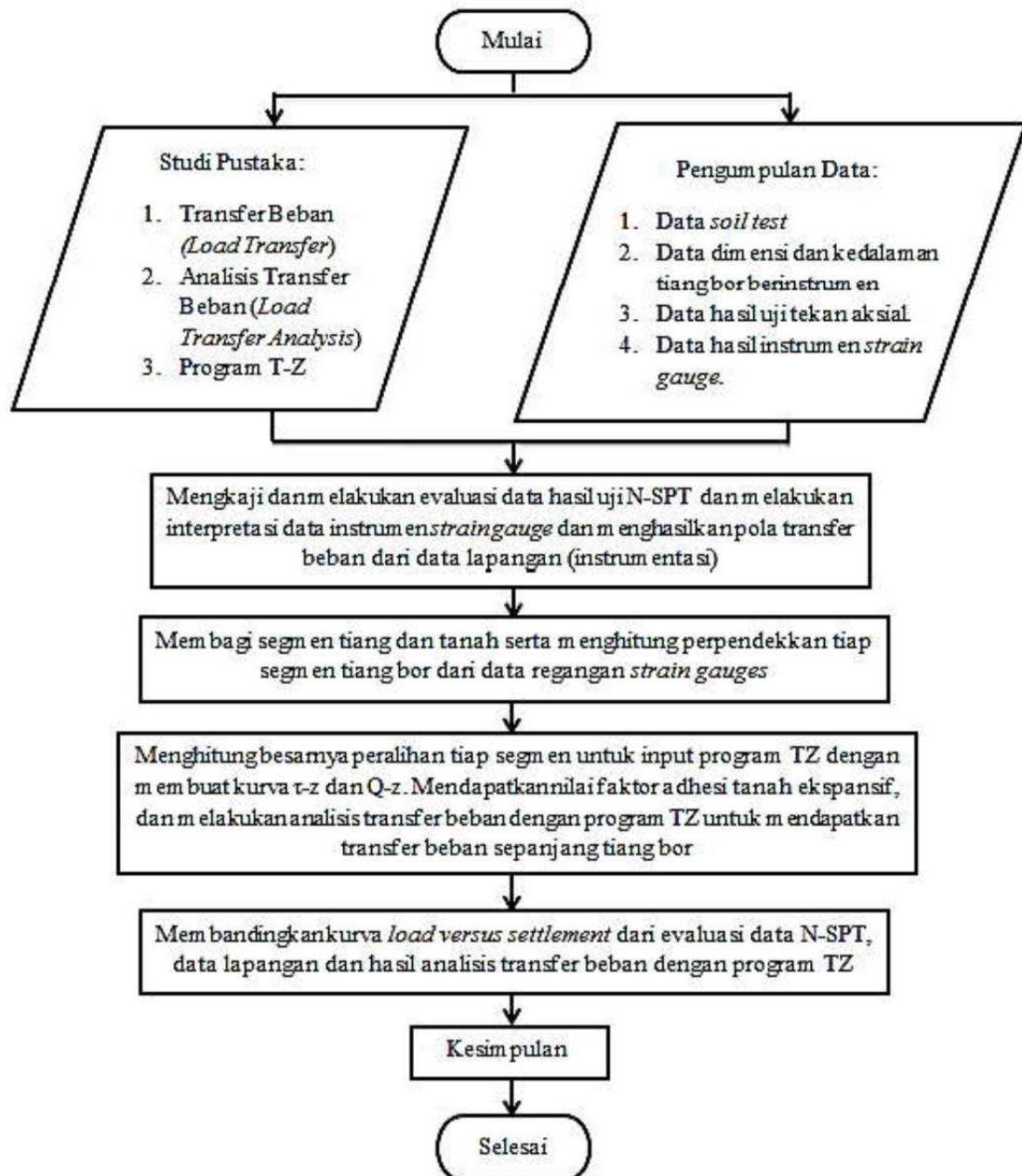
Melakukan deskripsi tentang proyek, melakukan pembagian segmen, menentukan parameter tanah desain dari data uji N-SPT, melakukan evaluasi dari uji N-SPT, interpretasi dan mengkaji data hasil bacaan regangan dari instrumen *strain gauge*, menghitung besarnya perpempendekkan (*compression*) yang terjadi pada tiap segmen tiang bor dan membuat pola transfer beban dari data lapangan, menghitung peralihan tiap segmen dan menggambarkan kurva τ -z akibat pengalihan beban, mengoreksi kurva τ -z akibat pengalihan beban dengan menggambarkan garis liner elastis-plastis, Mendapatkan nilai *soil stress strength* dan *movement to maximum ratio* pada tiap segmen tiang bor dari kurva τ -z yang telah dikoreksi, melakukan analisis transfer beban dengan program TZ untuk mendapatkan besarnya transfer beban (*load transfer*) yang terjadi di sepanjang tiang bor, besarnya beban akibat *movement to maximum ratio*, besarnya peralihan tiap segmen akibat transfer beban, besarnya deformasi, dan menggambarkan

kurva *load versus settlement* dari hasil analisis transfer beban. Membandingkan perbedaan transfer beban dari data lapangan dan dari hasil evaluasi parameter kurva τ -z dan Q-z. Terakhir, membandingkan kurva *load versus settlement* dari hasil evaluasi dengan program borpile, data lapangan, dan program TZ.

BAB 5 KESIMPULAN & SARAN

Menarik kesimpulan mengenai perilaku pondasi tiang bor berinstrumen akibat beban aksial. Menjabarkan hasil perhitungan dengan data terukur, kelebihan dan kekurangan metode perhitungan yang digunakan, serta memberi saran terhadap pertimbangan-pertimbangan dalam desain pondasi serta pelaksanaan di lapangan yang dapat digunakan.

1.7 Diagram Alir



Gambar 1. 1 Diagram Alir