

**PERILAKU INTERFACE BORED PILE DAN TANAH
EKSPANSIF PADA PENGUJIAN TIANG DENGAN TEKNIK
*BIDIRECTIONAL TEST***

TESIS



Oleh:

Nisa Utami Rachmayanti

2017831018

Pembimbing:

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

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
SEPTEMBER 2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**PERILAKU INTERFACE BORED PILE DAN TANAH
EKSPANSIF PADA PENGUJIAN TIANG DENGAN TEKNIK
*BIDIRECTIONAL TEST***



Oleh:

Nisa Utami Rachmayanti

2017831018

Disetujui Untuk Diajukan Ujian Sidang Penelitian pada Hari/Tanggal:

Jumat, 11 September 2020

Pembimbing:

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

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
BANDUNG
SEPTEMBER 2020**

PERNYATAAN

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

Nama : Nisa Utami Rachmayanti

NPM : 2017831018

Program Studi : Teknik Sipil Magister Geoteknik

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa tesis dengan judul:

Perilaku Interface Bored Pile dan Tanah Expansive Pada Pengujian Tiang dengan Teknik Bidirectional Test 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 Sept 2020



**PERILAKU INTERFACE BORED *PILE* DAN TANAH EKSPANSIF PADA
PENGUJIAN TIANG DENGAN TEKNIK BIDIRECTIONAL TEST**

Nisa Utami Rachmayanti (Student ID: 2017831018)

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

Magister Teknik Sipil

Bandung

September 2020

ABSTRAK

Uji pembebanan pada tiang umumnya diperuntukan untuk tiang tiang dengan beban yang besar untuk memeriksa apakah tiang bor mampu menahan beban tersebut. Terdapat dua pengujian beban yaitu uji pembebanan statik satu arah (Kentledge) dan statik dua arah (Bidirectional). Kurva T-Z sebagai hasil analisa dari data pengujian tiang yang berinstrumentasi dapat menggambarkan distribusi beban dan mobilisasi gesekan selimut di sepanjang tiang. Terdapat sejumlah *vibrating wire strain gauge* (VWSG) di beberapa kedalaman tiang bor dan dua *tell-tale* yang dipasang di kepala dan ujung tiang yang digunakan sebagai data untuk analisa pada penelitian ini. Berdasarkan uji laboratorium, diduga ada isu tanah ekspansif di beberapa kedalaman. Selain distribusi beban sepanjang kedalaman tiang, penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui parameter tanah ekspansif yang ditunjukkan dari faktor adhesi. Dari hasil analisa kurva t-z, dilakukan back analysis untuk mengetahui nilai dari faktor adhesi untuk tanah ekspansif. Metode elemen hingga digunakan untuk membandingkan distribusi beban pada kedua pengujian tiang.

Kata Kunci:

T-Z Curve, Bidirectional, Kentledge, Tanah Ekspansif, VWSG

**BEHAVIOUR OF BORED PILE INTERFACE AND EXPANSIVE SOIL
ON PILE TEST USING BIDIRECTIONAL TEST**

Nisa Utami Rachmayanti (Student ID: 2017831018)

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

Magister of Civil Engineering

Bandung

September 2020

ABSTRACT

Pile loading test is generally proposed for piles under big axial load to examine the strength of the pile under the load. There are two types of loading test, head-down static load (Kentledge) and two-ways static load (Bidirectional). T-Z Curve as the analysis result of instrumented loading test describes the load distribution and mobilized skin friction along the pile. There are numerous vibrating wire strain gauges (VWSGs) at several depths of bored pie and two tell-tales installed at pile top and toe of the pile used as data to be analyzed in this research. According to the laboratory test, there is an issue of expansive soil at certain depths. Beside the load distribution this research is meant to determine the parameter of expansive soil based on the adhesion factor. From the t-z curve analysis result, back analysis is done to determine the adhesion factor. Finite element method represents the load distribution to differentiate between the two methods.

Keywords:

T-Z Curve, Bidirectional, Kentledge, Expansive Soil, VWSG

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penayang, dengan ini penulis panjatkan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat-Nya kepada penulis, sehingga tesis yang berjudul “Perilaku Interface Bored Pile dan Tanah Ekspansif Pada Pengujian Tiang dengan Bidirectional Test” dapat terselesaikan dengan baik.

Tentunya penyelesaian tesis ini tidak dapat tercipta tanpa ada campur tangan dari banyak pihak, maka dari itu penulis haturkan banyak terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Paulus Pramono Rahardjo, PhD, selaku pembimbing yang senantiasa menuntun, mengarahkan dan memberikan masukan masukan yang sangat bermanfaat.
2. Bapak Budijanto Widjaja PhD dan Bapak Aswin Lim PhD, selaku dosen pembahas dan penguji atas segala masukan, saran, serta ide yang membangun dalam proses penulisan tesis ini.
3. Keluargaku terkasih. Ayah, Ibu, Dina, Izmi, Mama dan Papa Ezar, Adik kecilku Ezar, atas segala doa, dukungan baik moril dan materil dari awal hingga akhir perkuliahan pascasarjana ini. Nisa sayang kalian semua!
4. Mama Any Sugianto, mamaku yang selalu mendoakan untuk kemudahan bagi segala urusanku. Terima kasih Mama. I love you.
5. Satu-satunya suamiku tercinta, Andy Sugianto, terima kasih atas segala dorongan dan bantuan yang sudah diberikan dari awal hingga akhir tesis ini

dibuat walau sempat melewati waktu waktu sulit yang akhirnya dapat dilewati dengan baik hingga penyelesaian. I love you, Suamiku.

6. Sahabat-sahabatku yang setia menemaniku mengerjakan tesis ini dikala sendiri dan ditemani oleh musik musik serunya, Gifari, Trinadi, Dhia. Terima kasih banyak guys! You guys are the best.
7. Sahabat-sahabatku yang tak pernah lelah menyemangati dari jauh sampai detik detik penghabisan tesis ini, Finna dan Lengga, sebentar lagi aku MT akhirnya!
8. Rekan-rekan seperjuangan perkuliahan pascasarjana baik yang mungkin sudah lulus mendahului maupun yang masih berjuang, Ryan, Sutoyo, Albert, dan Andreas, terima kasih atas segala suka dan duka selama perkuliahan ini. Akhirnya selesai!
9. Serta teman teman yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Tanpa doa kalam, tesis ini tidak akan pernah bisa diselesaikan dan menjadi tak bermanfaat.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis meminta maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan yang dijumpai dalam penulisan dan isi tesis ini. Besar harapan penulis atas kritik dan saran dari rekan-rekan sekalian untuk kesempurnaan tesis ini kedepannya. Terima kasih.

Bandung, 11 September 2020

Penulis

Nisa Utami Rachmayanti

DAFTAR ISI

TESIS	
HALAMAN PENGESAHAN	
ABSTRAK	
ABSTRACT	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1 BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Lingkup Penelitian	2
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
2 BAB 2 STUDI PUSTAKA	5
2.1 Pendahuluan	5
2.2 Pondasi Tiang Bor	6
2.2.1 Definisi	7
2.2.2 Kelebihan dan Kekurangan	7

2.2.3	Metode Pelaksanaan	8
2.3	Uji Pembebanan Pada Pondasi Tiang	12
2.4	Uji Pembebanan Statik Arah Vertikal (<i>Axial Load Test</i>)	13
2.4.1	Metode Pengujian	14
2.4.2	Instrumentasi Alat	15
2.4.3	Prosedur Pembebanan	17
2.4.4	Interpretasi Hasil Uji	21
2.5	Uji Pembebanan Statik Dua Arah (<i>BiDirectional Test</i>)	25
2.5.1	Metode Pengujian	28
2.5.2	Instrumentasi Alat	29
2.5.3	Interpretasi Hasil Uji	30
2.6	Tanah Ekspansif	33
2.6.1	Perilaku Kembang-Susut	34
2.6.2	Aspek Mineralogi	35
2.6.3	Perubahan Menjadi Tegangan Efektif dan Peran <i>Suction</i>	35
2.6.4	Variasi Kadar Air	36
2.6.5	Penyelidikan dan Evaluasi	38
2.7	Interaksi Tanah Struktur	40
3	BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1	<i>Load Transfer Analysis</i> (Analisis Transfer Beban)	42
3.1.1	Kurva Transfer Beban	46
3.1.2	Gesekan Selimut	47
3.1.3	Tahanan Ujung	48
3.2	TZ Curve	48

3.3	Metode Elemen Hingga	50
3.3.1	Input dalam Program PLAXIS 2D	51
3.3.2	Penentuan Kondisi Awal (Initial Condition)	54
3.3.3	Tahapan Konstruksi	54
3.3.4	Perhitungan Program PLAXIS	55
3.3.5	Keluaran (Output)	55
3.3.6	Pemodelan Material	55
4	BAB 4 STUDI KASUS	62
4.1	Deskripsi Masalah	62
4.2	Kondisi Tanah	65
4.2.1	Stratifikasi Tanah	65
4.2.2	Hasil Uji Laboratorium	67
4.3	Hasil Pengujian Lapangan	71
4.3.1	Uji Pembebanan Statik Satu Arah / <i>Kentledge</i>	71
4.3.2	Uji Pembebanan Statik Dua Arah / <i>O-Cell Bi Directional</i>	75
4.4	Analisis Transfer Beban	80
4.4.1	Uji Pembebanan Statik Satu Arah / <i>Kentledge</i>	80
4.4.2	Uji Pembebanan Statik Dua Arah / <i>BiDirectional</i>	83
4.5	Faktor Adhesi Tanah Ekspansif	85
4.6	Metode Elemen Hingga	89
4.6.1	Modulus Elastisitas (E)	90
4.6.2	Possion Ratio (ν)	90
4.6.3	Interface Ratio (Rinter)	91
4.6.4	Analisis berdasarkan data pemboran di titik BP 24	91

4.6.5	Analisis berdasarkan data pemboran di titik TP 38	97
5	BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1	Kesimpulan	103
5.2	Saran	104
	DAFTAR PUSTAKA	xiii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ε = Regangan (%)

τ = Tegangan / Gesekan selimut tiang yang termobilisasi (t/m^2)

δ = Penurunan tiang (mm)

Δ = Perpendekan tiang (mm)

α = Faktore adhesi

E = Modulus elastisitas (kPa)

ν = Angka poisson

γ = Berat isi tanah (t/m^3)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skematis Tiang Bor (S.P. Limasalle & Hartono, 2006)	7
Gambar 2.2 Metode Pengeboran dengan Cara Kering	9
Gambar 2.3 Runtuhan tanah pada lubang bor.....	10
Gambar 2.4 Metode Pengeboran dengan Casing (Reese & O'Neill, 1998)	10
Gambar 2.5 Metode Pengeboran dengan <i>Slurry</i> (Reese & O'Neill, 1998).....	12
Gambar 2.6 Skematik Uji Pembebanan Statik Konvensional/Kentledge	14
Gambar 2.7 Instrumentasi alat yang digunakan pada Metode Konvensional / Kentledge (ASTM, 1986).....	16
Gambar 2.8 Sistem pengukuran regangan di sepanjang tiang	17
Gambar 2.9 Kurva beban vs penurunan pada beban ultimit berdasarkan metode Davisson (Sumber: Abdelrahman et al, 2003).....	22
Gambar 2.10 Kurva beban vs penurunan pada beban ultimit berdasarkan metode Chin-Kondner (Sumber: Abdelrahman et al, 2003)	24
Gambar 2.11 Kurva beban vs penurunan pada beban ultimit berdasarkan Metode Mazurkiewicz (Sumber: Abdelrahman et al, 2003).....	25
Gambar 2.12 Uji <i>bidirectional</i> terinstrumentasi (Sumber: Fellenius & Salem, 2017).....	27
Gambar 2.13 Detail Pemasangan O-Cell pada Rangkaian Tulangan Tiang Bor (England, 2010)	28
Gambar 2.14 Instrumentasi Pengujian Menggunakan <i>Osterberg Cell</i>	29
Gambar 2.15 Contoh Kurva <i>Equivalent Top Load</i> (Bullock, 2013)	31
Gambar 2.16 Kurva pergerakan-beban hasil pengukuran uji <i>bidirectional</i>	31

Gambar 2.17 Hasil evaluasi distribusi beban di kedalaman tertentu	32
Gambar 2.18 Kurva pergerakan vs tahanan selimut	33
Gambar 2.19 Profil Kadar Air Pada Zona Aktif (Nelson dan Miller, 1992)	37
Gambar 3.1 Mekanisme transfer beban dalam pembebanan aksial tiang dan model <i>spring-mass</i> (Sumber: Rocscience, 2018).....	43
Gambar 3.2 Diagram bebas segmen tiang (Sumber: Rocscience, 2018).....	44
Gambar 3.3 Pembagian diskretisasi pada segmen tiang	45
Gambar 3.4 Ilustrasi Settlement Pada Pengujian Tiang.....	49
Gambar 3.5 Definisi E_0 dan E_{50} dari pengujian Triaxial Drained (Sumber: Plaxis, 1998)	58
Gambar 3.6 Lingkaran Tegangan Saat Keruntuhan (Plaxis, 1998)	60
Gambar 4.1 Lokasi penelitian	62
Gambar 4.2 Lokasi titik pemboran	64
Gambar 4.3 Stratifikasi Tanah Pada Area BP 24 (<i>Kentledge</i>).....	65
Gambar 4.4 Stratifikasi Tanah Pada Area TP38 (<i>O-Cell</i>)	66
Gambar 4.5 Batas Cair vs Indeks Plastisitas Pada Area Lokasi Penelitian	68
Gambar 4.6 Plastisitas Tanah mengidentifikasi Derajat Swelling (Seed et al, 1962)	69
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Konsolidasi di Laboratorium	69
Gambar 4.8 Kurva N-SPT vs S_u	70
Gambar 4.9 Observasi Waktu Instalasi Tiang Bor BP 24 (1500 mm).....	72
Gambar 4.10 Ilustrasi Pemasangan Instrumentasi VWSG pada BP-24.....	72
Gambar 4.11 Kurva Load-Settlement pada BP-24	73

Gambar 4.12 Unit <i>Skin Friction</i> vs Elevasi.....	75
Gambar 4.13 Waktu Observasi Instalasi Tiang Bor TP 38 (1500 mm)	76
Gambar 4.14 Instalasi Osterberg Cell TP – 38 (1500 mm).....	76
Gambar 4.15 Ilustrasi Tiang Bor TP-38 <i>O-Cell</i>	77
Gambar 4.16 Kurva <i>Load-Settlement</i> di <i>Top</i> dan <i>Bottom O-Cell</i> pada pengujian tiang TP-38	79
Gambar 4.17 <i>Equivalent Top Load</i> pada pengujian TP-38	79
Gambar 4.18 Kurva Transfer Beban pada tiang di titik BP-24	81
Gambar 4.19 Kurva <i>tz</i> di titik BP-24 pada tanah lempung.....	81
Gambar 4.20 Kurva <i>tz</i> di titik BP-24 pada tanah pasir.....	82
Gambar 4.21 Kurva Transfer Beban di titik TP-38	83
Gambar 4.22 Kurva <i>tz</i> pada titik TP-38.....	84
Gambar 4.23 Pemodelan Uji Kentledge di BP 24.....	92
Gambar 4.24 Displacement dan Shear Stress Pada Uji Kentledge.....	93
Gambar 4.25 Kurva Load-settlement Pada Uji Kentledge di titik BP 24.....	94
Gambar 4.26 Pemodelan Uji Bidirectional di BP 24.....	95
Gambar 4.27 Shear Stress Pada Pengujian Bidirectional di titik BP 24.....	96
Gambar 4.28 Pemodelan Uji Bidirectional di TP 38	98
Gambar 4.29 Displacement dan Shear Stress Hasil Analisis PLAXIS Uji Bidirectional di titik TP 38	99
Gambar 4.30 Kurva Load-Settlement Pada Uji Bidirectional.....	100
Gambar 4.31 Kurva Equivalent Top Load	101
Gambar 4.32 Pemodelan Uji Kentledge di TP 38	101

Gambar 4.33 Perbandingan Shear Stress Hasil Analisis PLAXIS Uji Bidirectional
dan Uji Kentledge di titik TP 38 102

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelebihan dan kekurangan pondasi tiang bor.....	8
Tabel 2.2 Tipikal Pola Pembebanan Standar Siklik (Rahardjo, 2013)	20
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Ekspansif (Chen, 1965).....	40
Tabel 4.1 Rata rata <i>Unit Skin Friction</i> pada Pengujian Tiang <i>Kentledge</i>	74
Tabel 4.2 Kalkulasi Faktor Adhesi pada Pengujian Tiang dengan Cara Konvensional (<i>Kentledge</i>)	87
Tabel 4.3 Kalkulasi Faktor Adhesi pada Pengujian Tiang dengan Cara <i>Bidirectional (O-Cell)</i>	88
Tabel 4.4 Korelasi Jenis Tanah terhadap Angka Possion.....	90
Tabel 4.5 Parameter final di titik BP 24 pada pengujian kentledge	91
Tabel 4.6 Parameter final di titik BP 24 pada pengujian bidirectional.....	92
Tabel 4.7 Parameter final di titik TP 38 pada pengujian bidirectional.....	97
Tabel 4.8 Parameter final di titik TP 38 pada pengujian kentledge	98

DAFTAR LAMPIRAN

L. 1 HASIL PENYELIDIKAN TANAH	xiii
L. 2 HASIL UJI LABORATORIUM	xiii
L. 3 HASIL UJI MINERALOGI	xiii
L. 4 HASIL ANALISIS	xxiii

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tujuan utama dari analisis pondasi adalah untuk memberikan suatu tinjauan dan perencanaan pondasi yang aman dan ekonomis. Perencanaan sistem dan analisis pondasi tidak dapat dilepaskan dari kondisi tanah yang dijabarkan melalui pelapisan tanah. Kondisi tanah tersebut akan menjadi acuan terhadap kondisi pembebanan yang akan disalurkan kepada struktur tiang untuk dianalisis perilaku tanah akibat konstruksi pondasi tersebut. Analisis ini dapat berupa daya dukung tanah, stabilitas tanah maupun penurunan yang dialami oleh tanah akibat konstruksi pondasi. Dengan demikian, pekerjaan pondasi khususnya pondasi tiang, dibantu dengan adanya pengujian tiang untuk mengetahui pembebanan yang dapat disalurkan kepada seluruh struktur tiang.

Uji pembebanan ini bertujuan untuk memeriksa apakah tiang bor mampu menahan beban. Pada umumnya, uji pembebanan yang diterapkan adalah uji pembebanan static konvensional/*Kentledge*, namun pada kasus Proyek yang berlokasi di Jalan Sudirman, Jakarta menggunakan teknik *bidirectional*.

Kedua teknik pengujian tiang tersebut memiliki perbedaan baik kelebihan maupun kekurangan dilihat dari berbagai aspek. Teknik pengujian beban aksial masih dianggap lumrah digunakan dalam berbagai jenis pengujian tiang dibandingkan dengan teknik *bidirectional*. Pengujian tiang dengan teknik

bidirectional diperuntukkan untuk menumpu beban yang sangat besar diatas kondisi lapisan tanah yang lunak. Disamping itu, dengan memperhatikan kondisi tanah yang sangat lunak, perlu dipertimbangkan untuk menggunakan pondasi tiang yang panjang. Teknik *bidirectional* yang lebih diandalkan untuk mengatasi masalah-masalah ini dengan teknik pengujian yang efisien. Maka dari itu, dalam penelitian ini, penulis akan membahas lebih mengenai pengujian tiang dengan teknik *bi-directional*.

1.2 Tujuan Penelitian

Maksud penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui perilaku dari interface bored pile dan tanah akibat adanya pengujian tiang dengan teknik *bidirectional* yang mana dalam penelitian ini berupa tanah *ekspansif*. Hasil analisis yang dilakukan dapat berupa parameter yang dimiliki tanah, stabilitas tanah, pengaruh deformasi dan penyaluran beban terhadap struktur akibat adanya pengujian tiang dengan teknik ini. Selain itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mempelajari mekanisme pemikulan beban pada uji *bidirectional*.

Tujuan penelitian yang diharapkan adalah untuk mempelajari secara detail bagaimana perilaku interaksi tanah struktur akibat adanya pengujian tiang dengan beban aksial dan pengujian tiang dengan teknik *bidirectional* dengan harapan dapat mengetahui seberapa besar perbedaan hasil transfer beban pada tiang dengan menggunakan kedua teknik pengujian.

1.3 Lingkup Penelitian

Penelitian dilakukan dengan beberapa batasan agar cakupan pembahasan tidak terlampaui luas, sebagai berikut:

1. Kajian literatur mengenai pengujian tiang dengan teknik *bidirectional*.
2. Pengumpulan data dan penentuan parameter tanah.
3. Analisis transfer beban bangunan struktur terhadap pondasi akibat pengujian tiang dengan teknik *bidirectional*.
4. Studi kasus pada Proyek di Jakarta.
5. Data pengamatan yang digunakan adalah data yang merupakan bagian proses konstruksi dilakukan.

1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penyusunan dan pelaksanaan penelitian adalah observasi lapangan mengenai kondisi tanah, metode pengujian dengan teknik *bidirectional*, laporan penyelidikan tanah pada rencana area konstruksi dan laporan interpretasi hasil pengujian tiang di lapangan lokasi penelitian.

1.5 Sistematika Penulisan

Secara garis besar tesis terdiri dari 5 (lima) bab, dengan sistematika penulisan yang dijabarkan sebagai berikut:

BAB 1 Pendahuluan, latar belakang, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, prosedur penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Studi Literatur mengenai pengujian tiang teknik beban aksial, pengujian tiang teknik *bidirectional*, analisis transfer beban struktur bangunan kepada pondasi, perilaku tanah akibat pengaruh pengujian tiang serta mengetahui parameter utama dari tanah ekspansif untuk

identifikasi. BAB 3 Perhitungan analisis transfer beban dan Kurva TZ

BAB 4 Studi kasus Proyek di Jakarta, hasil analisis berdasarkan teori transfer beban dan kurva tz untuk mengetahui mobilisasi gesekan selimut tiang akibat pengujian beban statik baik secara konvensional maupun bidirectional. Serta mengidentifikasi parameter utama tanah ekspansif.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran.

Pada bab ini, penulis akan menyimpulkan hasil analisis studi kasus dan studi parametrik yang telah dilakukan serta menyampaikan saran untuk penelitian selanjutnya.