

# PENGEMBANGAN KURVA T-Z UNTUK PONDASI TIANG BOR PADA TANAH PASIR TERSEMENTASI DARI UJI PEMBEBANAN DINAMIK

TESIS



Oleh :

**STEFANUS DIAZ ALVI**  
2016831037

Pembimbing :

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

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

No. Kode	: TES - PMTS ALV p18BANDUNG
Tanggal	: 25 November 2018 AGUSTUS 2018
No. Ind.	: kes 1993
Divisi	:
Hadiah / Beli	:
Dari	: Fakultas Teknik

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGEMBANGAN KURVA T-Z UNTUK PONDASI TIANG BOR PADA  
TANAH PASIR TERSEMENTASI DARI UJI PEMBEBANAN DINAMIK**



**Oleh :**

**STEFANUS DIAZ ALVI  
2016831037**

**Persetujuan Untuk Ujian Sidang Tesis pada Hari/Tanggal :  
Senin, 6 Agustus 2018**

**Pembimbing :**

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

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
AGUSTUS 2018**

## Pernyataan

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

Nama : Stefanus Diaz Alvi  
Nomor Pokok Mahasiswa : 2016831037  
Program Studi : Magister Teknik Sipil  
Program Pascasarjana  
Universitas Katolik Parahyangan



Menyatakan bahwa Tesis dengan judul :

Pengembangan Kurva T-Z untuk Pondasi Tiang Bor pada Tanah Pasir  
Tersementasi dari Uji Pembebanan Dinamik

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan Pembimbing, dan 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 yang 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 : 6 Agustus 2018



Stefanus Diaz Alvi



**PENGEMBANGAN KURVA T-Z UNTUK PONDASI TIANG  
BOR PADA TANAH PASIR TERSEMENTASI DARI  
UJI PEMBEBANAN DINAMIK**

**Stefanus Diaz Alvi (NPM : 2016831037)**

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

**Magister Teknik Sipil**

**Bandung**

**Agustus 2018**

**ABSTRAK**



Respon tanah akibat beban aksial tekan direpresentasikan dengan kurva hubungan gesekan selimut tiang ( $\tau$ ) dan peralihan tiang ( $z$ ) atau disebut juga “Kurva T-Z”. Penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan kurva t-z pada pondasi tiang bor untuk tanah tersementasi melalui uji pembebanan dinamik. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa uji PDA sebagai uji pembebanan dinamik yang umum digunakan di Indonesia mampu menghasilkan kurva t-z dengan cara menguji tiang dengan energi palu yang bervariasi. Kurva dari uji pembebanan dinamik dibandingkan dengan kurva hasil uji pembebanan statik dengan VWSG dan perhitungan teoritis. Gesekan selimut pondasi tiang bor pada tanah tersementasi diperoleh sebesar 30-38 ton/m<sup>2</sup>. Gesekan selimut dari uji PDA lebih besar 10%-23% dibandingkan dengan hasil pengukuran VWSG.

Kata kunci : Kurva t-z, Pondasi Tiang Bor, Uji Pembebanan Dinamik, Tanah Pasir Tersementasi

# **DEVELOPMENT OF T-Z CURVES FOR BORED PILES EMBEDDED IN CEMENTED SANDS FROM DYNAMIC LOAD TEST**

**Stefanus Diaz Alvi (NPM : 2016831037)**

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

**Master of Civil Engineering**

**Bandung**

**August 2018**

## **ABSTRACT**



The soil response due to compression loading is represented by a relationship curve between pile shaft resistance ( $\tau$ ) and pile movement ( $z$ ) or "T-Z Curve". This research was conducted to develop the t-z curves on bored piles embedded in cemented sands through a dynamic load test. The research presents the findings that the t-z curve can be developed by PDA test as the most common dynamic load test in Indonesia by testing the pile with varying hammer energy. The curves of dynamic load test was compared with the instrumented static load test and the theoretical analysis. This research presents that the unit skin friction of bored piles embedded in cemented sands are about 30-38 ton/m<sup>2</sup> and the differences of unit skin friction from PDA test are 10%-23% larger than the VWWSG measurement.

**Keyword : T-Z Curves, Bored Piles. Dynamic Load Test, Cemented Sands**

## KATA PENGANTAR



Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus atas kasih dan penyertaan-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan Kurva T-Z untuk Pondasi Tiang Bor pada Tanah Pasir Tersementasi dari Uji Pembebanan Dinamik”. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-2 di Fakultas Teknik, Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Penulis menyadari terdapat hambatan dan rintangan dalam proses penyusunan tesis ini. Namun berkat saran, bantuan, dan dorongan semangat dari berbagai pihak, tesis ini dapat diselesaikan. Oleh sebab itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Paulus Pramono Rahardjo, Ir. MSCE, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang telah mencurahkan bantuan, waktu, dan ilmu pengetahuan bagi penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Budijanto Widjaja, Ph.D. dan Bapak Aswin Lim, Ph.D., selaku dosen yang telah memberikan arahan serta saran kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Kedua orang tua yang tercinta, Yudi dan Ai Lie, serta adik-adik terkasih, Ariadne Bella Everanza, Graciela Brenda Louisa, dan Georgia Ferren Jovanka atas dukungan, doa, kasih sayang, dan perhatian yang tiada henti dari jarak jauh sehingga penulis tetap semangat dalam menyelesaikan tesis ini.
4. Ko Ricky Setiawan dan Ko David Wibisono, yang telah membantu penulis sehingga penulis mampu melakukan uji PDA di lapangan, mengoperasikan Program CAPWAP, serta menjadi rekan diskusi dalam proses belajar penulis memahami uji PDA.
5. Pak Rudy Febrijanto selaku Kepala Balai Geoteknik, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian dengan memfasilitasi Program CAPWAP bagi penulis.
6. Para Donatur Beasiswa Unggulan UNPAR, yang telah memfasilitasi penulis selama menempuh pendidikan S2 dan menyelesaikan tesis.

7. Seluruh rekan-rekan kantor PT. Geotechnical Engineering Consultancy yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama penelitian dan penyusunan laporan tesis.
8. Pak Aksan dari PT. Geotech Efathama, atas bantuannya sehingga penulis dapat memperoleh data untuk penelitian ini.
9. Michael Sutoyo, Sonatha Christianto, Alvianti, Melissa Kurnia, Regina Charisty, Ryan Alexander, Albert Johan, dan Jeremy Budiono, sebagai rekan-rekan yang selalu memberi dukungan dan semangat pada penulis.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih belum sempurna. Akhir kata, besar harapan penulis kepada pembaca untuk memberi kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tesis ini. Semoga laporan tesis ini bermanfaat bagi setiap orang yang membacanya.

Bandung, 6 Agustus 2018

Stefanus Diaz Alvi  
2016831037



# DAFTAR ISI



ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxv
BAB 1 .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Inti Permasalahan .....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Lingkup Penelitian .....	3
1.5 Metode Penelitian.....	3
BAB 2 .....	5
2.1 Mekanisme Transfer Beban.....	5
2.2 Daya Dukung Aksial Tekan Pondasi Tiang Bor .....	8
2.2.1 Daya Dukung Ujung .....	8
2.2.2 Daya Dukung Selimut .....	8



2.3	Kurva t-z.....	10
2.3.1	Kurva T-Z Teoritis .....	10
2.3.2	Variasi Bentuk Kurva T-Z .....	11
2.4	Tanah Pasir Tersementasi.....	14
2.5	Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi .....	15
2.5.1	Uji Pembebanan Statik.....	15
2.5.2	Instrumentasi yang Digunakan pada Uji Pembebanan Statik .....	18
2.6	Uji Pembebanan Dinamik .....	20
2.6.1	Prosedur Uji Pembebanan Dinamik dengan PDA .....	21
2.6.2	Teori Dasar Mekanika Gelombang .....	23
2.6.3	Kelebihan dan Kekurangan Uji Pembebanan Dinamik .....	31
BAB 3	.....	33
3.1	Metode Analisis Data Hasil Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi..	33
3.1.1	Interpretasi Daya Dukung Ultimit.....	33
3.1.2	Penentuan Nilai Modulus dari Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi .....	35
3.1.3	Analisis Kurva $\tau$ -z dari Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi..	35
3.2	Metode Analisis Data Hasil Uji PDA dengan Program CAPWAP.....	37
3.2.1	Program CAPWAP .....	37
3.2.2	Metode Analisis dengan Program CAPWAP .....	38
3.2.3	Analisis Kurva $\tau$ -z dari Uji Pembebanan Dinamik (PDA) .....	42

3.3	Metode Analisis Transfer Beban .....	43
BAB 4 .....		45
4.1	Deskripsi Proyek dan Kondisi Tanah .....	45
4.2	Kurva T-Z Teoritis .....	47
4.3	Data dan Analisis Data Hasil Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi .....	48
4.3.1	Skema Uji Pembebanan Statik .....	48
4.3.2	Interpretasi Daya Dukung Ultimit.....	50
4.3.3	Nilai Modulus Material Tiang.....	52
4.3.4	Interpretasi Kurva T-Z .....	54
4.3.5	Kurva Transfer Beban .....	58
4.3.6	<i>Back Analysis</i> Kurva Beban-Penurunan.....	58
4.4	Data dan Analisis Data Hasil Uji Pembebanan Dinamik .....	60
4.4.1	Skema Uji Pembebanan Dinamik .....	60
4.4.2	Parameter Input pada Program CAPWAP .....	61
4.4.3	Interpretasi Daya Dukung dengan CAPWAP .....	61
4.4.4	Kurva Transfer Beban .....	63
4.4.5	Interpretasi Kurva T-Z .....	64
4.5	Perbandingan Hasil Analisis.....	66
4.5.1	Perbandingan Besar Gesekan Selimut Tiang .....	66
4.5.2	Perbandingan Kurva T-Z pada Tanah Pasir Tersementasi.....	68
4.5.3	Perbandingan Kurva Transfer Beban .....	69

4.6	Kelebihan dan Kekurangan Pengembangan Kurva T-Z dari Uji Pembebanan Dinamik.....	70
BAB 5	.....	73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA	.....	75

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas penampang tiang
c	= Kecepatan Rambatan Gelombang
CAPWAP	= Case Pile Wave Analysis Program
$c_u$	= Kohesi Tanah
D	= Diameter tiang
E	= Modulus elastisitas tiang
F	= Gaya
$f_s$	= Gesekan Selimut Tiang
J	= Faktor Redaman Tanah
$N_{SPT}$	= Nilai SPT ( <i>blows/60 cm</i> )
SPT	= <i>Standard Penetration Test</i>
t	= Gesekan Selimut Tiang
P	= Beban Aksial
p	= Keliling Tiang
PDA	= Pile Driving Analyser
$Q_p$	= Daya Dukung Ujung Tiang
$Q_s$	= Daya Dukung Selimut Tiang
$Q_u$	= Daya Dukung Total Tiang
$q_p$	= Tahanan Ujung Tiang



R	= Resistensi Tanah
v	= Kecepatan
VWSG	= Vibrating Wire Strain Gauge
Z	= Impedansi Tiang
z	= Peralihan Tiang
$\alpha$	= Faktor Adhesi
$\epsilon$	= Regangan
$\nu$	= Angka Poisson
$\sigma$	= Tegangan
$\tau$	= Gesekan Selimut Tiang

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1.</b> Mekanisme Pengalihan Beban pada Tanah Melalui Pondasi Tiang.	5
<b>Gambar 2.2.</b> Kurva Hubungan Beban Terhadap Penurunan (Sumber : Manual Pondasi Tiang) .....	6
<b>Gambar 2.3.</b> Ilustrasi Distribusi Pemikulan Beban pada Pondasi Tiang Menurut Coyle dan Reese di (a) Titik A, (b) Titik B, (c) Titik D (Sumber : Manual Pondasi Tiang) .....	6
<b>Gambar 2.4.</b> Tahanan ujung ultimit pada tanah non-kohefif (Reese dan Wright, 1977) .....	8
<b>Gambar 2.5.</b> Hubungan tahanan selimut ultimit terhadap $N_{SPT}$ (Reese dan Wright, 1977) .....	9
<b>Gambar 2.6.</b> Deformasi Geser Tanah sebagai Silinder Konsentris (Randolph dan Wroth, 1978) .....	10
<b>Gambar 2.7.</b> Kurva t-z dengan Fungsi Eksponensial (Van der Veen, 1953) .....	12
<b>Gambar 2.8.</b> Kurva t-z dengan Fungsi Hiperbolik (Chin –Kondner, 1971) .....	12
<b>Gambar 2.9.</b> Kurva t-z dengan Fungsi Rasio (Gwizdala, 1966) .....	13
<b>Gambar 2.10.</b> Kurva t-z dengan Kurva Strain-Softening (Vijayvergiya, 1977) ..	14
<b>Gambar 2.11.</b> Pengujian dengan Blok-Blok Beton (ASTM 1143D/D1143M-07) .....	16
<b>Gambar 2.12.</b> Pengujian dengan Tiang Jangkar (ASTM 1143D/D1143M-07) ..	17
<b>Gambar 2.13.</b> Posisi <i>Load Cell</i> dan <i>Hydraulic Jack</i> (Sumber : Manual Pondasi Tiang) .....	19
<b>Gambar 2.14.</b> Perangkat Uji PDA, Strain Gauges, dan Akselerometer .....	21

<b>Gambar 2.15.</b> Ilustrasi Perambatan Gelombang pada Tiang (Balhaus dan Kielbasa, 1986) .....	23
<b>Gambar 2.16.</b> Model Smith untuk Analisis Gelombang pada Tiang (Smith, 1960) .....	24
<b>Gambar 2.17.</b> Kecepatan Rambat Partikel dan Kecepatan Rambat Gelombang .	25
<b>Gambar 2.18.</b> Contoh Analisis Gelombang Naik dan Gelombang Turun.....	27
<b>Gambar 2.19.</b> Model Elastoplastik dan Viskous Linier pada Material Tanah ....	28
<b>Gambar 2.20.</b> Hubungan Deformasi Tanah dan Beban.(After Poulos dan Davis, 1980) .....	28
<b>Gambar 2.21.</b> Jenis-Jenis Redaman (Sumber : Tien, 1987) .....	29
<b>Gambar 2.22.</b> Hubungan Indeks Kecairan dan Redaman Smith pada Tanah Lempung .....	30
<b>Gambar 2.23.</b> Hubungan Sudut Geser Dalam dan Redaman Smith pada Tanah Pasir.....	30
<b>Gambar 3.1</b> Interpretasi daya dukung ultimit dengan metode Chin.....	33
<b>Gambar 3.2</b> Interpretasi daya dukung ultimit dengan metode Mazurkiewich ....	34
<b>Gambar 3.3</b> Metode Perhitungan Gesekan Selimut dan Peralihan Tiang dari VWSG dengan Metode Tangen .....	36
<b>Gambar 3.4</b> Tampilan Awal Program CAPWAP .....	38
<b>Gambar 3.5</b> Bagian-Bagian Utama dari Program CAPWAP .....	40
<b>Gambar 3.6</b> Parameter Tanah dari Program CAPWAP .....	42
<b>Gambar 3.7</b> Kualitas Pencocokan Sinyal pada Program CAPWAP .....	42
<b>Gambar 3.8</b> Transfer Beban dari Analisis Setiap Segmen Tiang .....	44
<b>Gambar 4.1</b> Lokasi Proyek .....	45

<b>Gambar 4.2</b> Data Hasil Penyelidikan Tanah dan Kedudukan Tiang .....	46
<b>Gambar 4.3</b> Daya Dukung Aksial Tekan dan Gesekan Selimut Tiang Ultimit...	47
<b>Gambar 4.4</b> Kurva T-Z Teoritis untuk Tanah Pasir Tersementasi .....	47
<b>Gambar 4.5</b> Hubungan Beban Uji. Peralihan Tiang, dan Waktu untuk PTP-1 ...	48
<b>Gambar 4.6</b> Hubungan Beban Uji. Peralihan Tiang, dan Waktu untuk PTP-4 ...	49
<b>Gambar 4.7</b> Interpretasi Daya Dukung Ultimit dengan Metode Chin pada Tiang Uji PTP-1 .....	50
<b>Gambar 4.8</b> Interpretasi Daya Dukung Ultimit dengan Metode Mazurkiewich pada Tiang Uji PTP-1.....	51
<b>Gambar 4.9</b> Interpretasi Daya Dukung Ultimit dengan Metode Chin pada Tiang Uji PTP-4 .....	52
<b>Gambar 4.10</b> Interpretasi Daya Dukung Ultimit dengan Metode Mazurkiewich pada Tiang Uji PTP-4.....	52
<b>Gambar 4.11</b> Hubungan Modulus tiang dan Regangan pada VWSG Teratas Tiang Uji PTP-1 .....	53
<b>Gambar 4.12</b> Hubungan Modulus tiang dan Regangan pada VWSG Teratas Tiang Uji PTP-4 .....	53
<b>Gambar 4.13</b> Hubungan Nilai Modulus Tangen dan Regangan di Sepanjang Tiang Uji PTP-1 .....	54
<b>Gambar 4.14</b> Hubungan Nilai Modulus Tangen dan Regangan di Sepanjang Tiang Uji PTP-4 .....	54
<b>Gambar 4.15</b> Interpretasi Kurva T-Z Setiap Siklus dari Hasil Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi .....	55



<b>Gambar 4.16</b> Kurva T-Z Hasil Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi pada Tiang Uji PTP-1 .....	57
<b>Gambar 4.17</b> Kurva T-Z Hasil Uji Pembebanan Statik Terinstrumentasi pada Tiang Uji PTP-4 .....	57
<b>Gambar 4.18</b> Kurva Transfer Beban untuk Tiang Uji PTP-1 .....	58
<b>Gambar 4.19</b> Kurva Transfer Beban untuk Tiang Uji PTP-4.....	58
<b>Gambar 4.20</b> Perbandingan Kurva Beban-Penurunan Hasil Analisis Balik dan Hasil Pengukuran untuk Tiang Uji PTP-1 .....	59
<b>Gambar 4.21</b> Perbandingan Kurva Beban-Penurunan Hasil Analisis Balik dan Hasil Pengukuran untuk Tiang Uji PTP-4 .....	59
<b>Gambar 4.22</b> Skema Uji PDA .....	60
<b>Gambar 4.23</b> Gelombang Gaya dan Kecepatan Hasil Uji PDA pada Tiang Uji PTP-1 .....	62
<b>Gambar 4.24</b> Gelombang Gaya dan Kecepatan Hasil Uji PDA pada Tiang Uji PTP-4 .....	62
<b>Gambar 4.25</b> Estimasi Daya Dukung Ultimit Tiang Uji PTP-1 untuk Tinggi Jatuh Palu 2 m .....	62
<b>Gambar 4.26</b> Estimasi Daya Dukung Ultimit Tiang Uji PTP-4 untuk Tinggi Jatuh Palu 2 m .....	63
<b>Gambar 4.27</b> Kurva Transfer Beban untuk Tiang Uji PTP-1 .....	63
<b>Gambar 4.28</b> Kurva Transfer Beban untuk Tiang Uji PTP-4.....	63
<b>Gambar 4.29</b> Kurva T-Z Tiang Uji PTP-1 dari Uji Pembebanan Dinamik.....	64
<b>Gambar 4.30</b> Kurva T-Z Tiang Uji PTP-4 dari Uji Pembebanan Dinamik.....	65

<b>Gambar 4.31</b> Perbandingan Gesekan Selimut Maksimum Tiang Terhadap Kedalaman.....	66
<b>Gambar 4.32</b> Plot Gesekan Selimut Tanah Pasir Tersementasi Terhadap Kurva Rekomendasi Reese dan Wright (1977).....	67
<b>Gambar 4.33</b> Perbandingan Kurva T-Z pada Tanah Pasir Tersementasi pada Tiang Uji PTP-1 .....	68
<b>Gambar 4.34</b> Perbandingan Kurva T-Z pada Tanah Pasir Tersementasi pada Tiang Uji PTP-4 .....	68
<b>Gambar 4.35</b> Kurva T-Z pada Tanah Pasir Tersementasi dari Kedua Tiang Uji	69
<b>Gambar 4.36</b> Perbandingan Hasil Analisis Kurva Transfer Beban .....	69

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Tingkat Kekerasan Tanah Pasir Tersementasi (Sumber : Walsh, 1997)	
.....	15
<b>Tabel 2.2</b> Besaran yang umum disajikan dalam pengujian PDA .....	22
<b>Tabel 2.3</b> Rekomendasi Faktor Redaman (J) Berdasarkan Jenis Tanah (Sumber : Manual PDA) .....	31
<b>Tabel 4.1</b> Elevasi Lokasi Pemasangan VWSG untuk PTP-1 dan PTP-4 .....	49
<b>Tabel 4.2</b> Penurunan yang Terukur di Kepala Tiang Uji PTP-1 .....	50
<b>Tabel 4.3</b> Penurunan yang Terukur di Kepala Tiang Uji PTP-4 .....	51
<b>Tabel 4.4</b> Energi yang Terukur di Kepala Tiang Uji PTP-1.....	60
<b>Tabel 4.5</b> Energi yang Terukur di Kepala Tiang Uji PTP-4.....	60

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Data Hasil Pengeboran dan Uji Penetrasi Standar
- Lampiran 2** Data Hasil Uji Pembebanan Statik Tiang Uji PTP-1
- Lampiran 3** Data Hasil Uji Pembebanan Statik Tiang Uji PTP-4
- Lampiran 4** Data VWSG dan Perhitungan T-Z untuk Tiang Uji PTP-1
- Lampiran 5** Data VWSG dan Perhitungan T-Z untuk Tiang Uji PTP-4
- Lampiran 6** Data Hasil Uji PDA untuk Tiang Uji PTP-1
- Lampiran 7** Data Hasil Uji PDA untuk Tiang Uji PTP-4



# BAB 1

## PENDAHULUAN



### 1.1 Latar Belakang

Beban yang diterima oleh pondasi tiang ditransfer kepada tanah melalui selimut dan ujung tiang. Respon tanah dan tiang dalam menerima beban melalui selimut tiang ditunjukkan melalui kurva t-z. Kurva t-z merupakan kurva hubungan antara gesekan selimut ( $\tau$ ) dan peralihan tiang ( $z$ ) yang digunakan dalam analisis transfer beban aksial pada tiang. Kurva t-z dapat diperoleh melalui pendekatan analitik, uji geser langsung, serta uji pembebanan statik terinstrumentasi pada tiang.

Masing-masing metode memiliki keterbatasan, dimana penggunaan metode teoritis merupakan perhitungan yang masih memerlukan verifikasi dari uji lapangan (Kraft et. al. 1981), bentuk kurva t-z dari uji geser langsung akan berbeda tergantung pada kecepatan penggeseran dan dimensi sampel uji (Febrijanto, 2017), sedangkan uji pembebanan tiang statik terinstrumentasi memerlukan biaya uji yang besar. Di antara metode-metode tersebut, uji pembebanan statik terinstrumentasi merupakan satu-satunya uji yang dapat digunakan untuk menghasilkan kurva t-z dari uji lapangan. Karena uji ini memerlukan biaya yang paling besar diantara tiga metode yang ada, baik dari biaya uji statik maupun instrumen yang dipasang, maka diperlukan pengembangan uji lapangan lainnya yang dapat menghasilkan kurva t-z dengan biaya yang lebih ekonomis.

## 1.2 Inti Permasalahan

Hingga saat ini, metode yang dapat digunakan untuk memperoleh kurva  $\tau$ -z dari pengujian tiang di lapangan adalah melalui uji pembebanan statik terinstrumentasi. Uji pembebanan dinamik seperti uji PDA (*Pile Driving Analyzer*) yang umum digunakan di Indonesia memiliki keterbatasan dimana kurva  $\tau$ -z tidak dapat diperoleh dari uji ini sebelumnya. Penelitian ini mengembangkan interpretasi dari uji PDA untuk menghasilkan kurva  $\tau$ -z dengan melakukan uji PDA beberapa kali dengan variasi energi pukulan yang diterima oleh kepala tiang pada tiang yang sama. Variasi energi yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menguji tiang dengan tinggi jatuh palu yang berbeda, sehingga energi yang dihasilkan akan berbeda pula. Energi yang berbeda akan menghasilkan besar gesekan selimut tiang dan peralihan tiang yang berbeda.

## 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Beberapa maksud dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memperoleh besar gesekan selimut ultimit dari perhitungan teoritis, uji PDA, dan uji pembebanan statik terinstrumentasi.
2. Memperoleh kurva T-Z dari perhitungan teoritis, uji PDA, dan uji pembebanan statik terinstrumentasi.
3. Memperoleh kurva transfer beban dari perhitungan teoritis, uji PDA, dan uji pembebanan statik terinstrumentasi.
4. Melakukan perbandingan kurva T-Z dan kurva transfer beban dari perhitungan teoritis, uji PDA, dan uji pembebanan statik terinstrumentasi.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil dari kurva t-z yang dikembangkan dari uji pembebanan dinamik dengan variasi energi.

#### **1.4 Lingkup Penelitian**

Dalam analisis ini, lingkup penelitian meliputi :

- Uji pembebanan terdiri dari uji pembebanan statik terinstrumentasi dan uji pembebanan dinamik. Uji pembebanan dilakukan pada pondasi tiang bor pada tanah pasir tersementasi.
- Uji pembebanan statik dan dinamik dilakukan pada tiang yang sama, dimana uji pembebanan statik dilakukan terlebih dahulu dengan tambahan instrumen, kemudian dilanjutkan dengan uji pembebanan dinamik dengan variasi energi.
- Uji pembebanan dinamik dilakukan dengan Uji PDA (Pile Driving Analyzer) dengan variasi tinggi jatuh untuk menghasilkan energi yang berbeda.
- Analisis dari uji PDA dilakukan dengan bantuan Program CAPWAP (Case Pile Wave Analysis Program).
- Analisis kurva t-z dari uji pembebanan statik dilakukan berdasarkan data instrumen berupa VWSG (Vibrating Wire Strain Gauge).

#### **1.5 Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan tesis ini adalah :

- Tinjauan pustaka mengenai transfer beban dan kurva  $\tau$ -z pada pondasi tiang, teori mekanika gelombang, uji pembebanan statik terinstrumentasi, dan uji pembebanan dinamik.
- Melakukan perhitungan kurva t-z secara teoritis
- Mengolah data gelombang hasil uji PDA dengan Program CAPWAP.
- Mengolah data hasil uji pembebanan statik terinstrumentasi.

- Melakukan perbandingan kurva t-z dari perhitungan teoritis, pengolahan data instrumen pada uji statik, dan uji PDA.