



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**DETERMINASI DISTRIBUSI BEBAN  
PADA TIANG BOR YANG DIINSTRUMENTASI**

**SKRIPSI**

**GIBRANIUS BERUTU  
0606072282**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**DEPOK  
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**DETERMINASI DISTRIBUSI BEBAN  
PADA TIANG BOR YANG DIINSTRUMENTASI**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik**

**GIBRANIUS BERUTU  
0606072282**

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**DEPOK  
JULI 2010**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : GIBRANIUS BERUTU**

**NPM : 0606072282**

**Tanda Tangan : **

**Tanggal : 5 Juli 2010**

**PAGE OF ORIGINALITY PRONOUNCEMENT**

**I hereby declare that this final report is the result of my own research,  
and all of references either quoted or cited herein  
have been stated clearly.**

**Name : GIBRANIUS BERUTU**

**NPM : 0606072282**

**Signature : **

**Date : July 5<sup>th</sup>, 2010**

## HALAMAN PENGESAHAN


Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Gibranus Berutu  
NPM : 0606072282  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Determinasi Distribusi Beban pada Tiang Bor yang Diinstrumentasi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M. Eng. (  )

Penguji : Ir. Widjojo A. Prakoso, M.Sc., Ph.D. (  )

Penguji : Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc. (  )

Ditetapkan di : Depok

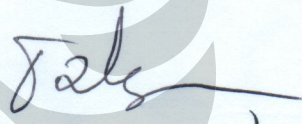
Tanggal : 5 Juli 2010


## APPROVAL PAGE

The final report by :  
Name : Gibranus Berutu  
NPM : 0606072282  
Study Program : Civil Engineering  
Title : Load Distribution Determination of an Instrumented Bored Pile

Has been examined by the Examining Board and was accepted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor of Engineering in Study Program of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

### EXAMINING BOARD

Counselor : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M. Eng. (  )

Examiner : Ir. Widjojo A. Prakoso, M.Sc., Ph.D. (  )

Examiner : Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc. (  )

Approved at : Depok

Date : July 5<sup>th</sup>, 2010

## KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur saya naikkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan penyertaan-Nya yang menolong saya menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini saya lakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dalam kelompok ilmu Geoteknik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Dengan rendah hati dan rasa syukur saya menyadari telah banyak bantuan dan bimbingan yang saya dapatkan dari berbagai pihak terhitung dari masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini dan saya ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada,

1. Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M. Eng selaku dosen pembimbing yang telah banyak mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini
2. Ir. Widjojo A. Prakoso, M.Sc., Ph.D yang telah memberikan bantuan dalam permodelan dengan *software* PLAXIS V8
3. Pihak *owner* proyek konstruksi di mana topik skripsi ini diangkat, yaitu kepada *Project Director, Engineering Staff* (khususnya untuk Bapak Alloysius atas usulan topik skripsi ini) dan *Chief Supervisors* di proyek ini atas banyak bantuan dan keramahannya
4. Kedua orang tua dan kakak saya yang terkasih untuk segalanya dalam hidup saya
5. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil (terkhusus untuk Geotekers) dan Lingkungan angkatan 2006, staff Departemen Teknik Sipil, Laboran Lab. Mekanika Tanah DTS-FTUI dan juga untuk para senior dan junior.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas semua kebaikan yang tulus dari semua pihak yang telah membantu saya. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan sumbangsih dalam pengembangan ilmu pengetahuan walaupun hanya sedikit.

Depok, 6 Juli 2010

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Gibranus Berutu  
NPM : 0606072282  
Program Studi : Teknik Sipil  
Departemen : Teknik Sipil  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

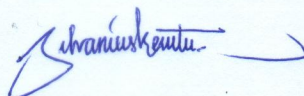
**DETERMINASI DISTRIBUSI BEBAN  
PADA TIANG BOR YANG DIINSTRUMENTASI**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok  
Pada tanggal : 5 Juli 2010

Yang menyatakan



**Gibranus Berutu**



## ABSTRAK

Nama : Gibranus Berutu  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul : Determinasi Distribusi Beban Pada Tiang Bor yang Diinstrumentasi

Friksi selimut dan tahanan ujung yang dikerahkan tanah dipengaruhi oleh peralihan tiang, akan tetapi peralihan yang diukur di kepala tiang pada uji beban aksial mengandung pemendekan elastis tiang. Instrumentasi lengkap terhadap tiang bor memberikan pengetahuan yang lebih jelas mengenai mekanisme transfer beban. Determinasi distribusi beban dihitung dengan modulus elastisitas dan luas penampang tiang yang konstan sepanjang kedalaman dan selama uji beban berlangsung. Simulasi model PLAXIS V8 dilakukan untuk melakukan pendekatan numerik terhadap perilaku tiang. Model dengan parameter kuat geser *drained* pada tanah dan model *Linear-Elastic* untuk tiang menunjukkan kecenderungan perilaku yang mengikuti kondisi aktual.

Kata kunci:

Distribusi beban, instrumentasi, pemendekan elastis, peralihan, PLAXIS V8, regangan, tahanan, tegangan, tiang bor.

## ABSTRACT

Name : Gibranus Berutu  
Study Program : Civil Engineering  
Title : Load Distribution Determination of an Instrumented Bored Pile

Mobilized shaft and toe resistance influenced by vertical displacement of pile, nevertheless, elastic shortening of the pile was included as a part of measurement of pile head movement in axial loading test. Fully instrumented bored pile would give more clear information about load transfer mechanism. Determination of load distribution will be calculated using a constant value of modulus elasticity over the pile length and during the loading test. PLAXIS V8 simulations were done to approximating pile behavior numerically. Model with drained shear strength parameters for soil and Linear-Elastic characteristic for pile shows tendency of behavior that relatively close to actual condition.

Key words:

Bored pile, elastic shortening, instrumentation, load distribution, movement, PLAXIS V8, resistance, strain, stress.

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	vi
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	vii
ABSTRAK .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
<b>2 LANDASAN TEORI .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pondasi Dalam.....	6
2.2 Tiang Bor.....	8
2.2.1 Jenis Tiang Bor.....	8
2.2.2 Konstruksi Tiang Bor .....	9
2.3 Kapasitas Vertikal Tiang Tunggal.....	11
2.3.1 Metode Tegangan Total.....	11
2.3.2 Metode Tegangan Efektif.....	13
2.4 Pengujian Pondasi Tiang.....	15
2.4.1 Uji Pembebanan Statik .....	15
2.4.2 Uji Integritas Tiang .....	15
2.5 Instrumen Pengukur Deformasi Tiang .....	16
2.5.1 <i>Vibrating Wire Strain Gauge</i> .....	16
2.5.2 <i>Telltale</i> .....	18
2.6 Output Instrumen.....	19
2.6.1 <i>Vibrating Wire Strain Gauge</i> .....	19
2.6.2 <i>Telltale</i> .....	19
2.7 Transfer Beban .....	19
2.7.1 Metode Analisis.....	20
2.7.2 Deformasi Elastis Pondasi Tiang .....	22
2.7.3 Peralihan Vertikal Ujung Tiang .....	23
2.7.4 Modulus Elastisitas Pondasi Tiang.....	23
2.7.5 Beban Residual.....	26
2.8 Evaluasi Daya Dukung Tanah.....	26

<b>3</b>	<b>METODOLOGI.....</b>	<b>27</b>
3.1	Metode Elemen Hingga.....	27
3.1.1	Pengertian.....	28
3.1.2	Diskritisasi Model.....	28
3.1.3	Model Axisimetri.....	29
3.1.4	Analisis Non-Linier.....	32
3.1.5	Aplikasi Metode Elemen Hingga: Perangkat Lunak PLAXIS V8.....	32
3.2	Hasil Uji Pembebanan Vertikal Statik.....	34
3.2.1	Intepretasi Berdasarkan Peralihan Tiang.....	34
3.2.2	Intepretasi Grafis.....	35
3.2.3	Intepretasi Matematis.....	36
3.3	Determinasi Distribusi Beban.....	37
3.3.1	Menentukan Modulus Elastisitas Tiang.....	37
3.3.2	Pemodelan PLAXIS V8.....	38
3.3.3	Menyajikan Perilaku Penurunan vs Beban dan Deformasi Tiang.....	38
3.3.4	Meninjau Tegangan-Regangan Tiang.....	39
3.3.5	Menghitung Distribusi Beban.....	39
3.3.6	Menghitung Unit Tahanan Friksi.....	40
3.3.7	Estimasi Kapasitas Tiang Setelah Reduksi Panjang.....	40
<b>4</b>	<b>TIANG UJI TP-01 (BP 737).....</b>	<b>43</b>
4.1	Penyelidikan Tanah.....	43
4.1.1	Titik Penyelidikan B-2.....	43
4.1.2	Profil Tanah.....	43
4.1.3	Properti Tanah.....	43
4.2	Data Teknis Tiang Bor.....	45
4.3	Estimasi Kapasitas Tiang.....	45
4.3.1	Tahanan Selimut dan Ujung Tiang.....	45
4.3.2	Berat Tiang Bor.....	48
4.3.3	Kapasitas Ultimit Tiang Bor.....	48
4.4	Instrumentasi.....	49
4.4.1	<i>Telltale</i> .....	49
4.4.2	<i>Vibrating Wire Strain Gauge</i> .....	49
4.5	Konstruksi Tiang Uji.....	51
4.5.1	Pengeboran Lubang.....	51
4.5.2	Tulangan Tiang Bor.....	51
4.5.3	Pengecoran Tiang Bor.....	52
4.6	Uji Beban Vertikal Statik.....	54
4.6.1	Metode Pelaksanaan.....	54
4.6.2	Peralatan Uji Beban.....	55
4.6.3	Pelaksanaan Uji Beban.....	56
4.7	Hasil Uji Beban Vertikal Statik.....	57
4.7.1	Perilaku Daya Dukung vs Penurunan Tiang.....	57
4.7.2	Output Istrumen Pengukur Deformasi.....	58
4.8	Modulus Elastisitas Tiang.....	59

<b>5</b>	<b>PERMODELAN PLAXIS V8.....</b>	<b>61</b>
5.1	Gambaran Umum .....	61
5.2	Model .....	61
5.3	Geometri Model .....	62
5.4	Input Properti Material .....	63
5.4.1	Material Tanah .....	63
5.4.2	Material <i>Interface</i> .....	65
5.4.3	Material Beton .....	67
5.5	Generalisasi Jaring Elemen .....	68
5.6	Kondisi Awal.....	69
5.6.1	Tekanan Air Pori .....	69
5.6.2	Tegangan Tanah Awal.....	70
5.7	Simulasi Perhitungan.....	70
<b>6</b>	<b>PERBANDINGAN HASIL .....</b>	<b>74</b>
6.1	Perilaku Daya Dukung vs Penurunan .....	74
6.1.1	Kepala Tiang .....	75
6.1.2	<i>Cut-Off Level</i> .....	76
6.1.3	Ujung Tiang.....	77
6.2	Deformasi Aksial Tiang .....	78
6.3	Intepretasi Uji Pembebanan: $Q_{ult}$ .....	83
6.4	Regangan Tiang.....	85
6.4.1	<i>Loading Cycle 1</i> .....	85
6.4.2	<i>Unloading Cycle 1</i> .....	86
6.4.3	<i>Reloading Cycle 2</i> .....	87
6.4.4	<i>Unloading Cycle 2</i> .....	89
6.4.5	<i>Reloading Cycle 3</i> .....	91
6.4.6	<i>Unloading Cycle 3</i> .....	93
6.4.7	<i>Reloading Cycle 4</i> .....	95
6.4.8	<i>Unloading Cycle 4</i> .....	98
6.4.9	<i>Reloading Cycle 5</i> .....	100
6.4.10	<i>Unloading Cycle 5</i> .....	103
6.4.11	Tinjauan Perilaku Regangan Secara Umum.....	106
6.5	Tegangan Tiang.....	107
6.5.1	Siklus Pertama.....	108
6.5.2	Siklus Kedua.....	109
6.5.3	Siklus Ketiga .....	110
6.5.4	Siklus Keempat.....	111
6.5.5	Siklus Kelima .....	112
6.5.6	Tinjauan Perilaku Tegangan Secara Umum .....	113
<b>7</b>	<b>DETERMINASI DISTRIBUSI BEBAN.....</b>	<b>114</b>
7.1	Penjelasan Umum.....	114
7.2	Berdasarkan Regangan.....	115
7.2.1	Siklus Pertama.....	115
7.2.2	Siklus Kedua.....	117
7.2.3	Siklus Ketiga .....	118
7.2.4	Siklus Keempat.....	121

7.2.5	Siklus Kelima .....	123
7.2.6	Penyajian Hasil.....	125
7.3	Berdasarkan Tegangan .....	129
7.3.1	Siklus Pertama.....	129
7.3.2	Siklus Kedua.....	131
7.3.3	Siklus Ketiga .....	133
7.3.4	Siklus Keempat.....	135
7.3.5	Siklus Kelima .....	137
7.3.6	Penyajian Hasil.....	139
7.4	Analisis Perilaku Tiang .....	141
7.5	Analisis Perilaku Tanah .....	146
<b>8</b>	<b>EVALUASI DAYA DUKUNG TANAH.....</b>	<b>147</b>
8.1	Tahanan Friksi.....	147
8.1.1	Tiang Uji (TP-01).....	147
8.1.2	Model C.....	148
8.2	Tahanan Ujung .....	150
8.2.1	Tiang Uji (TP-01).....	150
8.2.2	Model C.....	150
8.3	Analisis Daya Dukung Tanah .....	151
8.4	Analisis Transfer Beban.....	152
8.4.1	Tahanan Friksi.....	152
8.4.2	Tahanan Ujung .....	158
8.5	Rekomendasi Daya Dukung Tanah.....	160
8.6	Kapasitas Tiang Setelah Reduksi Panjang .....	162
<b>9</b>	<b>PENUTUP .....</b>	<b>160</b>
9.1	Kesimpulan.....	164
9.2	Saran.....	171
	<b>DAFTAR REFERENSI .....</b>	<b>172</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Beberapa Macam Pondasi-Dalam .....	6
Gambar 2.2.	Metode Transmisi Beban Pondasi-Dalam .....	7
Gambar 2.3.	Jenis Tiang Bor Menurut Daya Dukungnya.....	8
Gambar 2.4.	Tahap Konstruksi Tiang Bor dengan Metode Kering .....	9
Gambar 2.5.	Tahap Konstruksi Tiang Bor dengan Metode <i>Casing</i> .....	10
Gambar 2.6.	Tahap Konstruksi Tiang Bor dengan Metode Basah.....	10
Gambar 2.7.	Faktor Adhesi ( $\alpha$ ) untuk Panjang Badan Tiang yang Terpendam dalam Tanah < 50 m .....	12
Gambar 2.8.	<i>Vibrating Wire Embedded Strain Gauge</i> Model 4200 .....	17
Gambar 2.9.	Skema Transfer Beban pada Pondasi Tiang Tunggal .....	20
Gambar 2.10.	Model Transfer Beban 1D Tiang Tunggal dengan Beban Aksial ..	21
Gambar 3.1.	Suatu Domain Solusi Dua-Dimensi yang Dibagi Menjadi Elemen Hingga Segitiga .....	28
Gambar 3.2.	Model Axisimetri dan Sistem Koordinat Silindris (3D).....	30
Gambar 3.3.	Intepretasi Hasil Uji dengan Metode Davisson (1972) .....	34
Gambar 3.4.	Intepretasi Hasil Uji dengan Metode Mazurkiewicz (1972) .....	35
Gambar 3.5.	Intepretasi Hasil Uji dengan Metode Chin (1970, 1971) .....	36
Gambar 3.6.	Diagram Alir Prosedur Perhitungan .....	41
Gambar 4.1.	Profil Tanah untuk Estimasi Kapasitas Aksial TP-01 .....	42
Gambar 4.2.	Plot Daya Dukung vs Panjang Tiang Sebelum Direduksi Berat Sendiri.....	48
Gambar 4.3.	Pengeboran Lubang .....	51
Gambar 4.4.	Tulangan Tiang Bor.....	52
Gambar 4.5.	Sketsa Potongan Melintang TP-01 .....	53
Gambar 4.6.	Proses Pengecoran Lubang Bor.....	53
Gambar 4.7.	Pelaksanaan Uji Beban Statik.....	54
Gambar 4.8.	Grafik Daya Dukung vs Penurunan TP-01 (BP: 737).....	57
Gambar 4.9a.	$M_{tan}$ vs Regangan (Siklus ke-5) pada Setiap Level VWSG.....	59
Gambar 4.9b.	$M_{tan}$ vs Regangan (Siklus ke-5) pada Level A .....	60
Gambar 5.1.	Geometri Model Tipikal untuk Keempat Model.....	62
Gambar 5.2.	Jaring dan Informasi Elemen Hingga yang Digeneralisasi .....	68
Gambar 5.3.	Tekanan Air Pori Aktif .....	69
Gambar 5.4.	Distribusi Tegangan Efektif Tipikal.....	70
Gambar 6.1.	Penurunan Tiang terhadap Beban pada Kepala Tiang .....	75
Gambar 6.2.	Penurunan Tiang terhadap Beban pada COL .....	76
Gambar 6.3.	Penurunan Tiang terhadap Beban pada Ujung Tiang.....	78
Gambar 6.4.	Perbandingan Peralihan Vertikal Sepanjang Tiang TP-01 terhadap Model.....	79
Gambar 6.5.	Perbandingan Regangan; (a) C1-R25%; (b) C1-R50% .....	85
Gambar 6.6.	Perbandingan Regangan; (a) C1-U25%; (b) C1-U0% .....	86
Gambar 6.7.	Perbandingan Regangan; (a) C2-R50%; (b) C2-R75% .....	88
Gambar 6.8.	Perbandingan Regangan; (a) C2-R100%; (b) C2-U75%.....	89
Gambar 6.9.	Perbandingan Regangan; (a) C2-U50%; (b) C2-U0% .....	90
Gambar 6.10.	Perbandingan Regangan; (a) C3-R50%; (b) C3-R100% .....	91

Gambar 6.11. Perbandingan Regangan; (a) C3-R125%; (b) C3-R150% .....	92
Gambar 6.12. Perbandingan Regangan; (a) C3-U125%; (b) C3-U100% .....	93
Gambar 6.13. Perbandingan Regangan; (a) C3-U50%; (b) C3-U0% .....	94
Gambar 6.14. Perbandingan Regangan; (a) C4-R50%; (b) C4-R100% .....	95
Gambar 6.15. Perbandingan Regangan; (a) C4-R150%; (b) C4-R175% .....	96
Gambar 6.16. Perbandingan Regangan; (a) C4-R200%; (b) C4-U175% .....	97
Gambar 6.17. Perbandingan Regangan; (a) C4-U150%; (b) C4-U100% .....	98
Gambar 6.18. Perbandingan Regangan; (a) C4-U50%; (b) C4-U0% .....	99
Gambar 6.19. Perbandingan Regangan; (a) C5-R50%; (b) C5-R100% .....	100
Gambar 6.20. Perbandingan Regangan; (a) C5-R150%; (b) C5-R200% .....	101
Gambar 6.21. Perbandingan Regangan; (a) C5-R225%; (b) C5-R250% .....	102
Gambar 6.22. Perbandingan Regangan; (a) C5-U225%; (b) C5-U200% .....	103
Gambar 6.23. Perbandingan Regangan; (a) C5-U150%; (b) C5-U100% .....	104
Gambar 6.24. Perbandingan Regangan; (a) C5-U50%; (b) C5-U0% .....	105
Gambar 6.25. Perbandingan Tegangan; (a) C1-R50%; (b) C1-U0% .....	108
Gambar 6.26. Perbandingan Tegangan; (a) C2-R100%; (b) C2-U0% .....	109
Gambar 6.27. Perbandingan Tegangan; (a) C3-R150%; (b) C3-U0% .....	110
Gambar 6.28. Perbandingan Tegangan; (a) C4-R200%; (b) C4-U0% .....	111
Gambar 6.29. Perbandingan Tegangan; (a) C5-R250%; (b) C5-U0% .....	112
Gambar 7.1a. Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus ke-1 .....	125
Gambar 7.1b. Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus ke-2 .....	125
Gambar 7.1c. Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus ke-3 .....	126
Gambar 7.1d. Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus ke-4 .....	126
Gambar 7.1e. Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus ke-5 .....	126
Gambar 7.1f. Distribusi Beban pada Beban Puncak Distribusi Beban TP-01...	126
Gambar 7.1g. Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Regangan Model A ...	127
Gambar 7.1h. Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Regangan Model B....	127
Gambar 7.1i. Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Regangan Model C....	127
Gambar 7.1j. Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Regangan Model D ...	127
Gambar 7.2. Beban Residu Diakhir Tiap Siklus berdasarkan Olah Data Regangan .....	128
Gambar 7.3. Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Tegangan .....	139
Gambar 7.4. Beban Residu Diakhir Tiap Siklus berdasarkan Olah Data Tegangan .....	140
Gambar 8.1. Perbandingan Kurva Transfer Beban-Friksi ( $t-z$ ) TP-01 yang Dinormalisasi terhadap Kurva Transfer Beban pada Tanah: (a) Nonkohesif; (b) Kohesif.....	155
Gambar 8.2. Perbandingan Kurva Transfer Beban-Friksi ( $t-z$ ) Model C yang Dinormalisasi terhadap Kurva Transfer Beban pada Tanah: (a) Nonkohesif; (b) Kohesif.....	157
Gambar 8.3. Perbandingan Kurva Transfer Beban-Tahanan Ujung ( $q-z$ ) TP-01 dan Model C yang Dinormalisasi terhadap Kurva Transfer Beban pada Tanah: (a) Nonkohesif; (b) Kohesif.....	159

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Faktor Daya Dukung $N_q$ untuk Tiang Bor .....	14
Tabel 4.1.	Properti Tanah untuk Perhitungan TP-01 .....	44
Tabel 4.2.	Perhitungan Tegangan Vertikal Efektif .....	45
Tabel 4.3.	Beberapa Parameter Kekuatan dan Daya Dukung Tanah.....	46
Tabel 4.4.	Perhitungan Daya Dukung Tiang .....	47
Tabel 4.5.	Spesifikasi Teknis VWSG Geokon VCE 4200.....	50
Tabel 4.6.	Resume Hasil Pembacaan <i>Data Logger</i> pada VWSG.....	58
Tabel 4.7.	Resume Hasil Pembacaan <i>Dial Gauge</i> pada <i>Telltale</i> .....	59
Tabel 4.8.	Modulus Tiang Terhadap Variasi Regangan .....	60
Tabel 5.1a.	Input Properti Material Tanah Model A dan B.....	64
Tabel 5.1b.	Input Properti Material Tanah Model C dan D.....	65
Tabel 5.1c.	Input Properti Material <i>Interface</i> Model A dan B .....	66
Tabel 5.1d.	Input Properti Material <i>Interface</i> Model C dan D .....	66
Tabel 5.1e.	Input Properti Material Beton Model A dan C .....	67
Tabel 5.1f.	Input Properti Material Beton Model B.....	67
Tabel 5.1g.	Input Properti Material Beton Model D.....	67
Tabel 5.2.	Fase Perhitungan Model dengan PLAXIS V8 (tipikal).....	71
Tabel 5.3.	Beban Nominal Simulasi PLAXIS V8 .....	73
Tabel 6.1a.	Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C1-R50%DL.....	80
Tabel 6.1b.	Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C2-R100%DL.....	81
Tabel 6.1c.	Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C3-R150%DL.....	81
Tabel 6.1d.	Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C4-R200%DL.....	82
Tabel 6.1e.	Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C5-R250%DL.....	82
Tabel 6.2a.	Resume Kapasitas Ultimit Tiang @ <i>pile head</i> .....	84
Tabel 6.2b.	Resume Kapasitas Ultimit Tiang @ <i>Cut-Off Level</i> .....	84
Tabel 6.3.	Estimasi Tegangan TP-01 pada Beban Puncak dan Beban Nol Tiap Siklus .....	107
Tabel 7.1a.	Regangan pada Beban Puncak Siklus Pertama.....	115
Tabel 7.1b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Pertama.....	115
Tabel 7.1c.	Regangan pada Beban Nol Siklus Pertama.....	116
Tabel 7.1d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Pertama.....	116
Tabel 7.2a.	Regangan pada Beban Puncak Siklus Kedua .....	117
Tabel 7.2b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kedua .....	117
Tabel 7.2c.	Regangan pada Beban Nol Siklus Kedua .....	118
Tabel 7.2d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kedua .....	118
Tabel 7.3a.	Regangan pada Beban Puncak Siklus Ketiga .....	119
Tabel 7.3b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Ketiga .....	119
Tabel 7.3c.	Regangan pada Beban Nol Siklus Ketiga .....	120
Tabel 7.3d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Ketiga .....	120
Tabel 7.4a.	Regangan pada Beban Puncak Siklus Keempat .....	121
Tabel 7.4b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Keempat .....	121
Tabel 7.4b.	Regangan pada Beban Nol Siklus Keempat .....	122
Tabel 7.4d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Keempat .....	122
Tabel 7.5a.	Regangan pada Beban Puncak Siklus Kelima .....	123



Tabel 7.5b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kelima .....	123
Tabel 7.5c.	Regangan pada Beban Nol Siklus Kelima.....	124
Tabel 7.5d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kelima.....	124
Tabel 7.6a.	Tegangan pada Beban Puncak Siklus Pertama .....	130
Tabel 7.6b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Pertama.....	130
Tabel 7.6c.	Tegangan pada Beban Nol Siklus Pertama.....	130
Tabel 7.6d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Pertama.....	131
Tabel 7.7a.	Tegangan pada Beban Puncak Siklus Kedua.....	131
Tabel 7.7b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kedua .....	132
Tabel 7.7c.	Tegangan pada Beban Nol Siklus Kedua .....	132
Tabel 7.7d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kedua .....	132
Tabel 7.8a.	Tegangan pada Beban Puncak Siklus Ketiga .....	133
Tabel 7.8b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Ketiga .....	133
Tabel 7.8c.	Tegangan Pada Beban Nol Siklus Ketiga .....	134
Tabel 7.8d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Ketiga .....	134
Tabel 7.9a.	Tegangan pada Beban Puncak Siklus Keempat.....	135
Tabel 7.9b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Keempat .....	135
Tabel 7.9c.	Tegangan pada Beban Nol Siklus Keempat .....	136
Tabel 7.9d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Keempat .....	136
Tabel 7.10a.	Tegangan pada Beban Puncak Siklus Kelima .....	137
Tabel 7.10b.	Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kelima .....	137
Tabel 7.10c.	Tegangan pada Beban Nol Siklus Kelima .....	138
Tabel 7.10d.	Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kelima.....	138
Tabel 7.11.	Perbandingan Beban yang Ditransfer pada Segmen +10,55m s/d +4,00m .....	143
Tabel 7.12a.	Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C1) ...	143
Tabel 7.12b.	Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C2) ...	144
Tabel 7.12c.	Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C3) ...	144
Tabel 7.12d.	Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C4) ...	144
Tabel 7.12e.	Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C5) ...	144
Tabel 8.1.	Tahanan Friksi & Ujung yang Dikerahkan Tanah untuk TP-01....	148
Tabel 8.2.	Tahanan Friksi & Ujung yang Dikerahkan Tanah untuk Model C	149
Tabel 8.3.	Persentase Beban yang Sampai ke Ujung Tiang .....	150
Tabel 8.4a.	Normalisasi Kurva $t-z$ TP-01 pada Beban 275 ton .....	153
Tabel 8.4b.	Normalisasi Kurva $t-z$ TP-01 pada Beban 550 ton .....	154
Tabel 8.4c.	Normalisasi Kurva $t-z$ TP-01 pada Beban 825 ton .....	154
Tabel 8.4d.	Normalisasi Kurva $t-z$ TP-01 pada Beban 1100 ton .....	154
Tabel 8.4e.	Normalisasi Kurva $t-z$ TP-01 pada Beban 1375 ton .....	154
Tabel 8.5a.	Normalisasi Kurva $t-z$ Model C pada Beban 275 ton .....	156
Tabel 8.5b.	Normalisasi Kurva $t-z$ Model C pada Beban 550 ton .....	156
Tabel 8.5c.	Normalisasi Kurva $t-z$ Model C pada Beban 825 ton .....	156
Tabel 8.5d.	Normalisasi Kurva $t-z$ Model C pada Beban 1100 ton .....	156
Tabel 8.5e.	Normalisasi Kurva $t-z$ Model C pada Beban 1375 ton .....	157
Tabel 8.6a.	Normalisasi Kurva $q-z$ TP-01 .....	158
Tabel 8.6b.	Normalisasi Kurva $q-z$ Model C .....	160
Tabel 8.7.	Rekomendasi Daya Dukung Tanah Maksimum .....	162
Tabel 8.8.	Perhitungan Kapasitas Ultimit TP-01 Setelah Reduksi Panjang ...	163
Tabel 9.1.	Matriks Perbandingan Hasil.....	165

## DAFTAR LAMPIRAN

### LAMPIRAN A (Gambar-gambar) ..... 174

Gambar A.1.	TP-01 (BP. 737); <i>Fully Instrumented</i> .....	174
Gambar A.2	<i>Boring Profile B-2</i> .....	175
Gambar A.3.	Data Teknis <i>Geogundle</i> .....	178
Gambar A.4.	Geometri Model PLAXIS V8 (Tipikal).....	179
Gambar A.5.	Penulangan Tiang Bor .....	180
Gambar A.6.	Denah Pondasi dan Denah Titik Bor .....	181
Gambar A.7.	$Q_{ult}$ TP-01 @ <i>Pile Head</i> .....	182
Gambar A.8.	$Q_{ult}$ Model A @ <i>Pile Head</i> .....	183
Gambar A.9.	$Q_{ult}$ Model B @ <i>Pile Head</i> .....	184
Gambar A.10.	$Q_{ult}$ Model C @ <i>Pile Head</i> .....	185
Gambar A.11.	$Q_{ult}$ Model D @ <i>Pile Head</i> .....	186
Gambar A.12.	$Q_{ult}$ TP-01 @COL.....	187
Gambar A.13.	$Q_{ult}$ Model A @COL .....	188
Gambar A.14.	$Q_{ult}$ Model B @COL .....	189
Gambar A.15.	$Q_{ult}$ Model C @COL .....	190
Gambar A.16.	$Q_{ult}$ Model D @COL .....	191

### LAMPIRAN B (Tabel-tabel)..... 192

Tabel B.1.	<i>Load-Settlement and Telltale Extensometer Data</i> .....	193
Tabel B2.a.	<i>Measured VWSG Data 1<sup>st</sup> Cycle Loading Test</i> .....	194
Tabel B2.b.	<i>Strain Change at Various Level 1<sup>st</sup> Cycle Loading Test</i> .....	194
Tabel B2.c.	<i>Average Strain Change 1<sup>st</sup> Cycle Loading Test</i> .....	194
Tabel B3.a.	<i>Measured VWSG Data 2<sup>nd</sup> Cycle Loading Test</i> .....	194
Tabel B3.b.	<i>Strain Change at Various Level 2<sup>nd</sup> Cycle Loading Test</i> .....	194
Tabel B3.c.	<i>Average Strain Change 2<sup>nd</sup> Cycle Loading Test</i> .....	194
Tabel B4.a.	<i>Measured VWSG Data 3<sup>rd</sup> Cycle Loading Test</i> .....	195
Tabel B4.b.	<i>Strain Change at Various Level 3<sup>rd</sup> Cycle Loading Test</i> .....	195
Tabel B4.c.	<i>Average Strain Change 3<sup>rd</sup> Cycle Loading Test</i> .....	195
Tabel B5.a.	<i>Measured VWSG Data 4<sup>th</sup> Cycle Loading Test</i> .....	195
Tabel B5.b.	<i>Strain Change at Various Level 4<sup>th</sup> Cycle Loading Test</i> .....	195
Tabel B5.c.	<i>Average Strain Change 4<sup>th</sup> Cycle Loading Test</i> .....	195
Tabel B6.a.	<i>Measured VWSG Data 5<sup>th</sup> Cycle Loading Test</i> .....	196
Tabel B6.b.	<i>Strain Change at Various Level 5<sup>th</sup> Cycle Loading Test</i> .....	196
Tabel B6.c.	<i>Average Strain Change 5<sup>th</sup> Cycle Loading Test</i> .....	196
Tabel B.7.	<i>Axial Loading Test Data of TP-01</i> .....	197
Tabel B.8.	Hasil Uji Tekan Beton TP-01 .....	202
Tabel B.9.	Parameter Elastis Beberapa Jenis Tanah .....	202
Tabel B.10.	Peralihan Model C pada Titik Tinjau .....	203
Tabel B.11.	Persentase Pemendekan Segmen Tiang Model C .....	203
Tabel B.12.	Peralihan TP-01 Berdasarkan TT1 dan TT2 .....	203

Tabel B.13. Estimasi Pemendekan Persegmen TP-01 Berdasarkan Model C .....	203
Tabel B.14. Estimasi Peralihan TP-01 pada Titik Tinjau Berdasarkan Model C .....	203
Tabel B.15a. Output Model PLAXIS V8 <i>Load-Settlement @pile head</i> (elev. +10,55m) .....	204
Tabel B.15b. Output Model PLAXIS V8 <i>Load-Settlement @COL</i> (elev. +4,50m) .....	204
Tabel B.16. Output Tegangan dan Regangan Tiang ( <i>Concrete Cluster</i> ) Arah y Model PLAXIS V8 pada Beban Puncak dan Beban Nol Siklus Pertama .....	205



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Banyaknya ketidakpastian dalam perencanaan suatu pondasi, secara khusus pondasi dalam, menimbulkan keinginan para insinyur untuk membuktikan bagaimana performa tiang yang sesungguhnya ketika menerima beban. Ketidakpastian itu banyak dipengaruhi oleh perilaku tanah. Pondasi tiang harus mampu mendukung struktur atas dari tahanan ujung dan/atau tahanan selimut tiang yang diberikan tanah.

Instrumen-instrumen pengujian pun sudah banyak dibuat dan dikembangkan semata-mata untuk mengetahui performa tiang. Pengujian yang secara umum dilakukan diseluruh dunia diantaranya adalah untuk mengetahui integritas tiang dan kemampuan tiang meneruskan beban ke tanah. Berbagai macam metode dan prosedur pengujian dapat dijalankan untuk mendapatkan dua hal tersebut.

Mekanisme perambatan gelombang dalam suatu material merupakan salah satu dasar yang digunakan baik untuk mengetahui integritas tiang maupun kapasitas tiang. Selain itu untuk mengetahui kapasitas tiang, cara lain yang sekarang ini banyak digunakan adalah metode pengujian yang memanfaatkan teori tegangan-regangan material terhadap aplikasi beban. Cara ini adalah metode yang dipilih untuk mengetahui performa tiang pada pembangunan proyek ini, yaitu metode pengujian dengan instrumen *Vibrating Wire Strain Gages* (VWSG).

Proyek konstruksi bangunan sipil selalu mempertimbangkan faktor biaya, bagaimana menekan anggaran akan tetapi kualitas bangunan tetap dapat dipertanggungjawabkan. Salah satu alasan dilakukan pengujian VWSG adalah keinginan *owner* proyek ini untuk mengurangi panjang tiang akan tetapi dengan tetap mempertimbangkan kapasitas tiang.

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Pengujian akan memberikan verifikasi terhadap desain, namun sejauh apa hasil yang diperoleh dapat menggambarkan performa tiang sering kali menjadi pertanyaan yang akhirnya hanya dijawab dengan angka keamanan saja. Informasi yang diperoleh dari uji vertikal statik hanya sekedar peralihan kepala tiang terhadap aplikasi beban, akan tetapi penurunan yang diukur di level tersebut belum tentu sama dengan penurunan tanah di ujung bawah tiang karena didalamnya juga terukur pemendekan tiang. Besarnya friksi selimut dan tahanan ujung yang dikerahkan tanah untuk mendukung tiang yang dibebani dipengaruhi oleh peralihan tiang. Instrumentasi lengkap terhadap tiang bor dapat memberikan pengetahuan yang lebih jelas mengenai mekanisme transfer beban yang akan sangat membantu menjelaskan perilaku tiang.

Dalam tugas akhir ini akan dibahas perilaku satu unit tiang bor yang diinstrumentasi dengan VWSG dan *telltale* untuk kemudian dilakukan determinasi distribusi beban pada tiang aktual. Perhitungan beban tiap level pemasangan VWSG dilakukan berdasarkan asumsi dan penyederhanaan kondisi, yaitu modulus elastisitas tiang yang seragam sepanjang kedalaman dan luas nominal penampang tiang bor yang tidak berubah selama dibebani. Tidak semua perilaku tiang bisa diketahui dari langkah ini, maka dilakukan pula analisis numerik elemen hingga dengan perangkat lunak PLAXIS V8, yaitu dengan empat model dengan variasi input material.

Parameter material yang diinput ke dalam program tersebut ditentukan berdasarkan korelasi empiris dari data hasil investigasi geoteknik berupa bor dalam dan uji SPT. Output yang dihasilkan dari analisis numerik perangkat lunak tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil instrumentasi dan diharapkan dapat memberikan pendekatan untuk menjelaskan perilaku tiang yang tidak dapat secara langsung diberikan oleh dua jenis instrumen pengukur deformasi mekanis tersebut.

### **1.3 TUJUAN**

Tujuan penulisan tugas akhir ini secara khusus adalah sebagai salah satu persyaratan mendapatkan gelar sarjana teknik di bidang teknik sipil dalam kelompok ilmu geoteknik.

Secara umum tugas akhir ini ditulis dengan tujuan:

1. memperdalam pengetahuan mengenai aplikasi pondasi-dalam
2. mempelajari perilaku tiang aktual dengan pendekatan analisis numerik menggunakan perangkat lunak PLAXIS V8.
3. mengetahui daya dukung yang dikerahkan tanah pada kondisi aktual
4. membuktikan kelayakan rekomendasi pengurangan panjang tiang

### **1.4 MANFAAT PENELITIAN**

Manfaat yang diperoleh adalah dapat memberikan pengetahuan perilaku transfer beban yang terjadi, mengetahui perilaku tiang terhadap aplikasi beban dan mendapatkan kapasitas friksi yang sebenarnya dikerahkan tanah sebagai dasar evaluasi dan redesain tiang lainnya yang belum dibuat.

### **1.5 BATASAN MASALAH**

Studi yang dilakukan dibatasi untuk tiang bor yang dibuat pada tanah dengan variasi lapisan sesuai dengan profil yang dibuat oleh konsultan geoteknik proyek ini. Penulis tidak melakukan perubahan maupun membuat profil tanah lain. Konsistensi dan kepadatan relatif tanah juga sesuai dengan deskripsi yang dibuat oleh konsultan geoteknik proyek ini. Studi ini dititikberatkan pada perilaku tiang untuk kemudian mengetahui mekanisme transfer beban oleh tiang kepada tanah, pembahasan mengenai perilaku tanah sendiri tidak dilakukan secara mendalam.

Fokus studi untuk parameter tanah dalam analisis numerik elemen hingga dengan perangkat lunak PLAXIS V8 adalah mencocokkan parameter tanah berdasarkan korelasi empiris dengan data bor dalam dan nilai N-SPT sehingga memperoleh kecenderungan perilaku yang mengikuti hasil instrumentasi. Perhitungan beban tiap level pemasangan VWSG dilakukan berdasarkan asumsi dan penyederhanaan kondisi tiang, yaitu modulus elastisitas tiang yang seragam sepanjang kedalaman,

luas nominal penampang tiang bor yang tidak berubah selama uji beban berlangsung dan tidak ada beban residu akibat efek konstruksi tiang. Output yang dihasilkan dari analisis numerik perangkat lunak tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil instrumentasi dan diharapkan dapat memberikan pendekatan untuk menjelaskan perilaku tiang yang tidak dapat diberikan oleh instrumen pengukur deformasi mekanis VWSG dan *telltale*.

## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Tugas akhir dengan judul Determinasi Distribusi Beban pada Tiang Bor yang Diinstrumentasi ini disusun atas:

Bab 1 yang berisi tentang latar belakang dan tujuan tugas akhir di mana topik yang diangkat adalah studi kasus pondasi-dalam suatu proyek konstruksi bangunan bertingkat tinggi di daerah Jakarta (selanjutnya dalam skripsi ini disebutkan sebagai Proyek XZ).

Bab 2 yang berisi studi literatur sebagai dasar teori untuk analisis permasalahan dalam bab selanjutnya. Dalam bab ini diantaranya akan dibahas jenis tiang dan metode statik estimasi kapasitas tiang bor (tiang tunggal), konstruksi tiang bor di lapangan, uji pembebanan, penjelasan mengenai instrumen yang digunakan, output instrumen penguji, yaitu dari VWSG dan *telltale*. Kemudian dasar transfer beban, yaitu deformasi elastis tiang, peralihan vertikal ujung tiang, modulus elastisitas tiang, serta daya dukung tanah dari perhitungan balik hasil uji.

Bab 3 yang berisi tentang penjelasan dasar elemen hingga (MEH) dan aplikasi MEH dengan perangkat lunak PLAXIS V8, metode interpretasi hasil uji beban vertikal statik (estimasi  $Q_{ult}$ ). Kemudian metode dan langkah perhitungan determinasi beban serta evaluasi desain.

Bab 4 membahas tentang tiang uji TP-01, mulai dari penyelidikan tanah dan penentuan profil lapisan tanah dan parameter untuk estimasi daya dukung vertikal statik teoritis. Kemudian diberikan pula spesifikasi teknis instrumentasi, konstruksi tiang di lapangan dan prosedur pengujian yang dilakukan. Dalam bab

ini juga ditampilkan grafik *load-settlement* hasil uji beban vertikal dan perhitungan modulus elastisitas tiang dengan metode Fellenius (1989).

Bab 5 berisi tentang permodelan dengan PLAXIS V8. Penjelasan parameter yang digunakan dan asumsi-asumsi yang dianggap mewakili kondisi aktual akan dipaparkan dalam bab ini. Simulasi akan dilakukan dengan empat buah model.

Bab 6 akan membahas perbandingan hasil aktual dengan model PLAXIS, diantaranya perilaku penurunan terhadap beban, daya dukung ultimit dari interpretasi uji beban, kompresi yang dialami tiang saat menerima beban, regangan dan tegangan tiang saat menerima beban dan beban dilepas.

Bab 7 yang membahas determinasi distribusi beban, di mana akan ditinjau hasil yang diperoleh dari dua kondisi yang dialami oleh tiang, yaitu yang dihitung berdasarkan regangan dan tegangan tiang.

Bab 8 akan mengevaluasi daya dukung tanah berdasarkan perilaku transfer beban yang telah diperoleh pada bab sebelumnya dan perhitungan kapasitas tiang dengan panjang yang direduksi (validasi rekomendasi).

Bab 9 adalah bab yang terakhir berisi tentang kilasan ringkas perbandingan kondisi aktual dengan inspeksi output keempat model PLAXIS, kesimpulan yang dicapai dan beberapa saran.



## BAB 2

# LANDASAN TEORI

### 2.1 PONDASI DALAM

Pondasi-dalam berupa unit-unit struktur ramping berbentuk seperti kolom dengan metode instalasi pancang atau konstruksi *in situ*, menembus tanah lunak hingga lapisan tanah keras. Banyak macam pondasi-dalam yang ada dan dapat diklasifikasikan berdasarkan material tiang, metode penyaluran beban kepada tanah / batuan, pengaruh instalasi tiang terhadap tanah dan metode instalasi tiang.<sup>1</sup>,

#### 1. Material

Beberapa material yang umum digunakan adalah beton bertulang, beton pategang, *concrete-plain*, baja, *timber* (batang kayu utuh), dan material komposit.

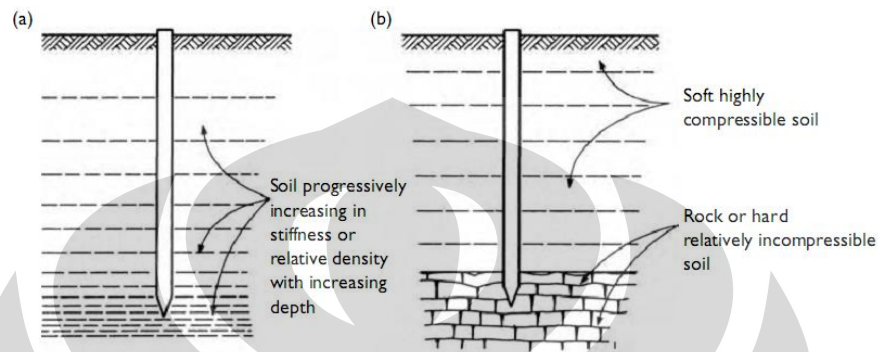


**Gambar 2.1.** Beberapa Macam Pondasi-Dalam; (a) *Timber Pile*; (b) *Close-Ended Steel Pipe*; (c) Tiang Komposit Beton-Baja; (d) Tiang Beton Bertulang

<sup>1</sup> Michael W. O'Neill dan Lymon C. Reese. 1999. *Drilled Shaft: Construction Procedures and Design Methods (FHWA-IF-99-025)*. US. Departemen of Transportation, Federal Highway Administration

## 2. Metode penyaluran beban kepada tanah

Tiang bor dapat didesain terhadap daya dukung ujung tiang (*end-bearing*), daya dukung friksi selimut tiang, atau kombinasi keduanya. Penyaluran beban kepada tanah bergantung pada kondisi tanah tersebut.



**Gambar 2.2.** Metode Transmisi Beban Pondasi Dalam;  
(a) Tiang Friksi; (b) Tiang Daya Dukung Ujung

## 3. Pengaruh instalasi terhadap tanah

Konstruksi tiang akan memberikan efek pada tanah berupa perpindahan sejumlah massa tanah dari posisi semula, berdasarkan hal tersebut pondasi tiang digolongkan lagi menjadi *displacement pile*, dan *non-displacement pile*. Contoh *displacement pile* adalah tiang-tiang yang dipancang ke dalam tanah, seperti *close-ended steel pipe*, *precast concrete pile* dan lain sebagainya. Contoh paling jelas untuk *non-displacement pile* adalah tiang bor atau beberapa tiang dengan metode konstruksi pancang akan tetapi dengan bentuk penampang tipis seperti *open-ended steel pipe* atau tiang baja H-*pile*.

## 4. Metode instalasi tiang

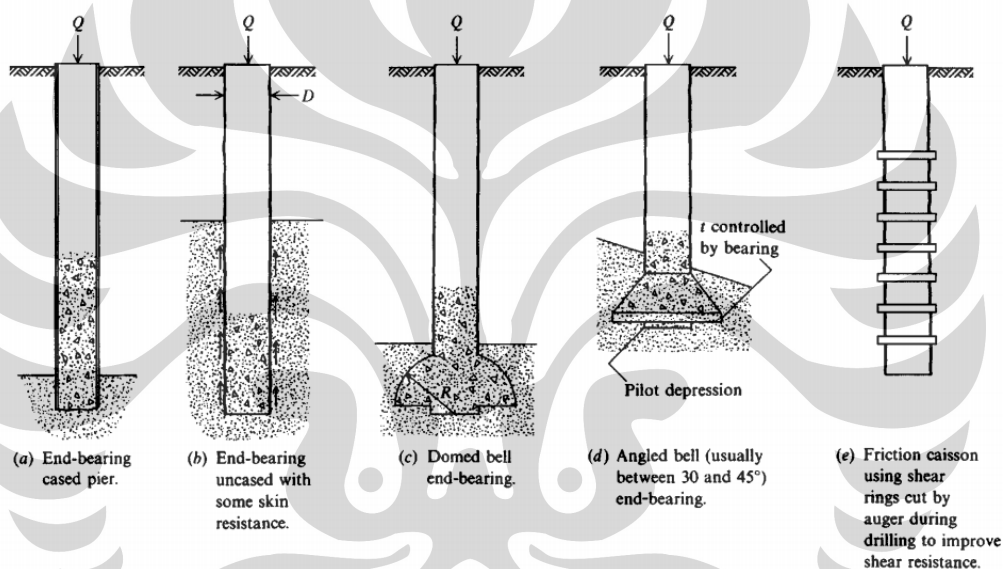
Banyak metode yang telah dikembangkan untuk membuat pondasi tiang, secara umum ada dua metode instalasi tiang, yaitu pemancangan dan pengeboran. Untuk setiap metode tadi banyak variasi atau metode khusus yang diterapkan tergantung pada kondisi proyek.

## 2.2 TIANG BOR

Seperti uraian singkat pada subbab sebelumnya, tiang bor merupakan salah satu pondasi dalam yang dibuat dengan metode pengeboran. Poin-poin berikut akan menguraikan beberapa hal pokok mengenai tiang bor.

### 2.2.1 Jenis Tiang Bor

Tiang bor dikelompokkan berdasarkan cara tiang tersebut meneruskan beban bangunan kepada tanah. Gambar di bawah ini memperlihatkan konfigurasi daya dukung tiang bor yang umum digunakan.



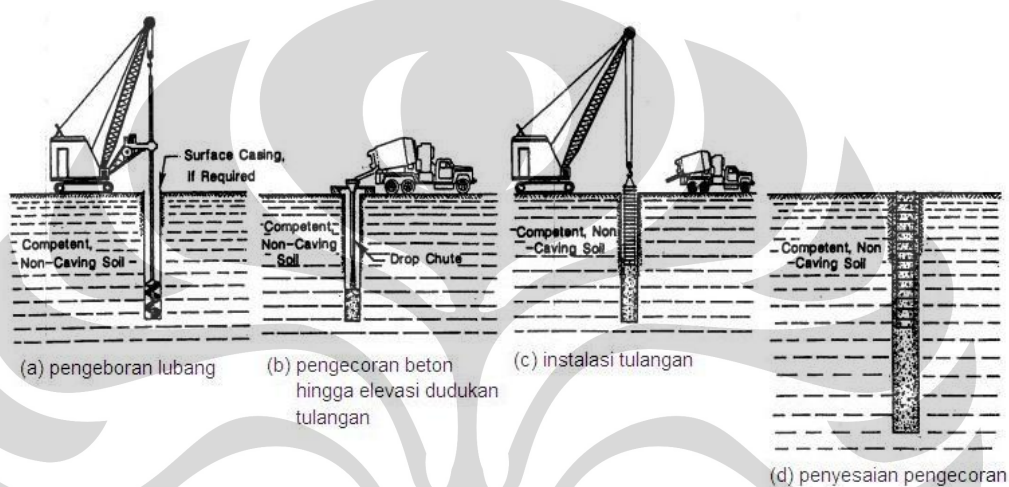
Gambar 2.3. Jenis Tiang Bor Menurut Daya Dukungnya

Untuk mendapatkan daya dukung ujung yang lebih besar, maka ujung bawah tiang dimodifikasi bentuknya seperti terlihat pada Gambar 2.3c-d. Bentuknya yang menyerupai lonceng memberikan luas tapak yang lebih besar dari diameter pada kepala tiang. Tegangan akibat beban struktural yang ditanggung oleh tanah akan berkurang akibat perbesaran ini sehingga diharapkan tanah tiang akan mampu menahan beban kerja yang lebih besar. Gambar 2.3e menunjukkan modifikasi bentuk pada badan tiang untuk mencapai tahanan friksi yang lebih besar. Pemilihan desain daya dukung tiang bor sangat bergantung pada jenis tanah di mana konstruksi akan dilaksanakan dan struktur yang akan ditanggung.

## 2.2.2 Konstruksi tiang bor

### 2.2.2.1 Metode Kering

Metode ini bisa diterapkan pada formasi tanah yang stabil bila dipotong, yaitu saat lubang tiang bor dibuat (biasanya tanah kohesif atau tanah keras/batuan) dan pada kondisi di mana muka air tanah berada di bawah dasar lubang. Metode ini juga mungkin diterapkan pada kondisi di mana level muka air tanah di atas dasar lubang apabila tanah memiliki nilai kelulusan air yang sangat rendah.

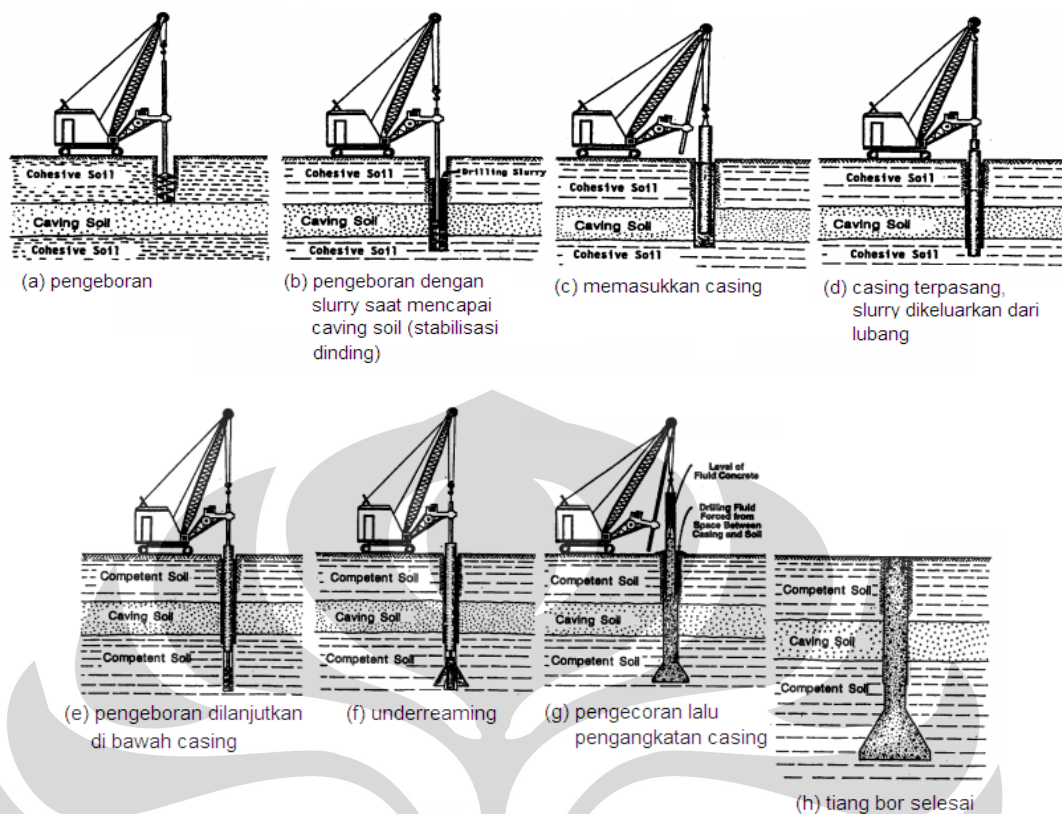


**Gambar 2.4.** Tahap Konstruksi Tiang Bor dengan Metode Kering

Pada kondisi yang kedua, permeabilitas tanah yang rendah memungkinkan pemompaan air keluar lubang selama pengeboran berlangsung hingga proses pengecoran beton selesai tanpa disertai intrusi air ke dalam lubang (lubang tetap kering selama pekerjaan berlangsung hingga selesai).

### 2.2.2.2 Metode Casing

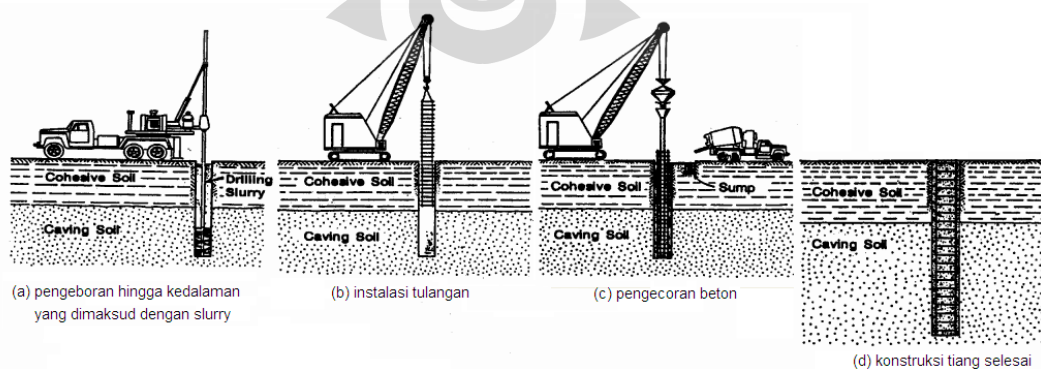
Metode ini digunakan khususnya pada formasi tanah di mana pondasi tiang bor akan dibuat dengan potensi kelongsoran dinding lubang yang besar selama penggalian lubang berlangsung. *Casing* juga dipasang apabila lubang perlu dilindungi terhadap masuknya air tanah, namun hal ini mungkin dilakukan bilamana terdapat lapisan kedap air di bawah zona yang berpotensi terhadap penyempitan penampang lubang akibat longsor (*caving zone*) di mana *casing* dipasang hingga menembus lapisan kedap air tersebut.



**Gambar 2.5.** Tahap Konstruksi Tiang Bor dengan Metode *Casing*

### 2.2.2.3 Metode Basah

Metode ini dikenal juga dengan sebutan metode *slurry*. Selama pengeboran berlangsung, lubang bor terisi oleh *slurry* untuk menjaga stabilitas dinding lubang. Pada dasarnya, metode ini sama dengan *casing*, akan tetapi metode basah atau *slurry* menjadi pilihan yang lebih baik bilamana penggalian dilakukan untuk lubang yang sangat dalam.



**Gambar 2.6.** Tahap Konstruksi Tiang Bor dengan Metode Basah

## 2.3 KAPASITAS VERTIKAL TIANG TUNGGAL

Dasar analisis desain pondasi dalam adalah bagaimana menyalurkan beban yang bekerja pada tiang ke tanah yang menumpu dan menjepit tiang tersebut. Dalam mendesain pondasi dangkal, analisis penurunan (*settlement*) dapat dilakukan terpisah dari perhitungan kapasitas pondasi, sebaliknya *settlement* merupakan dasar analisis transfer beban dalam desain pondasi dalam. Seperti pada uraian sebelumnya, tiang dirancang untuk memiliki tahanan selimut dan/atau tahanan ujung, dengan adanya penurunan tiang artinya akan ada perubahan interaksi antara tiang dengan tanah karena telah terjadi pergerakan relatif tiang terhadap tanah, dalam hal ini transfer beban antara tiang dan tanah akan ditinjau.

Seperti peninjauan masalah mekanika tanah pada umumnya, dalam hal ini juga dikenal analisis tegangan total dan analisis tegangan efektif. Analisis tegangan total (disebut  $\alpha$ -method) menggunakan parameter kuat geser *undrained* tidak bisa diaplikasikan secara luas untuk desain pondasi dalam karena idealnya transfer beban antara tiang dan tanah sangat dipengaruhi oleh perilaku tanah dalam terminologi tegangan efektif. Dalam analisis tegangan efektif—disebut juga  $\beta$ -method—tahanan yang diberikan tanah adalah proporsional terhadap tegangan efektif *overburden*-nya. Secara umum, analisis tegangan total dan tegangan efektif yang digunakan dalam sebagai pendekatan dapat digunakan dalam mengestimasi baik tahanan ujung maupun tahanan selimut tiang, sedangkan  $\alpha$ -method dan  $\beta$ -method hanya dapat digunakan untuk tahanan selimut saja.

### 2.3.1 Metode Tegangan Total

#### $\alpha$ -method

Nilai  $\alpha$  merupakan faktor adhesi untuk melengkapi perhitungan tahanan friksi tiang pada tanah kohesif dalam asumsi parameter tanah *undrained*, di mana kapasitas friksi tiang adalah *unit side resistance* dikalikan luas selimut tiang dengan persamaan matematis,

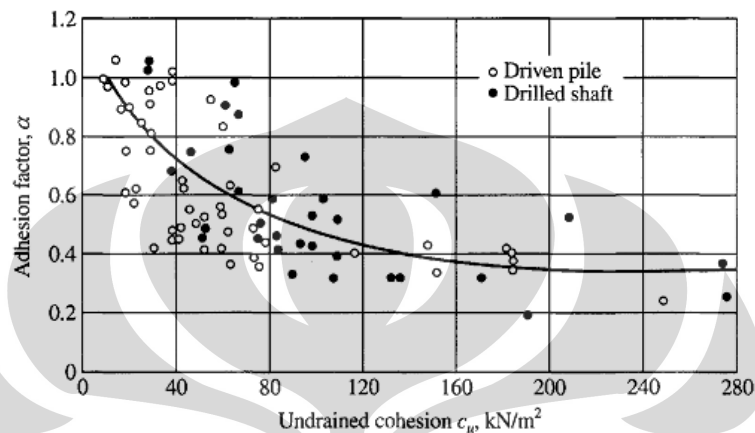
$$Q_f = \alpha \bar{s}_u A_s \quad (2.1)$$

di mana,

$\bar{s}_u$  = nilai *undrained shear strength* rata-rata sepanjang tiang

$\alpha$  = faktor adhesi

$A_s$  = luas selimut tiang



**Gambar 2.7.** Faktor Adhesi ( $\alpha$ ) untuk Panjang Badan Tiang yang Terpendam dalam Tanah < 50 m (Dennis & Olson, 1983; Stas & Kulhawy, 1984 dalam Murthy, 1995)

Dokumen FHWA (1999) dengan nomor publikasi IF-99-025 menyarankan nilai  $\alpha$  untuk tanah kohesif sebagai berikut,

$$\alpha = 0,55 \quad \text{untuk } s_u/p_a < 1,5 \quad (2.2a)$$

$$\alpha = 0,55 - 0,1(s_u/p_a - 1,5) \quad \text{untuk } 1,5 < s_u/p_a < 2,5 \quad (2.2b)$$

di mana  $p_a$  adalah tekanan atmosfer yang ditetapkan sebesar 101 KPa. Alpha ( $\alpha$ ) diperhitungkan sebagai faktor reduksi kekuatan tanah kohesif. Reese dan O'Neill (1988) mengusulkan nilai alpha diambil konstan sepanjang tiang sebesar  $\alpha = 0,55$ ; khusus untuk tanah lempung kaku (*stiff clay*).

Estimasi tahanan ujung ( $Q_p$ ) berdasarkan metode tegangan total dihitung menggunakan faktor daya dukung  $N_c$  dengan asumsi parameter tanah *undrained* dan mempertimbangkan bentuk tapak pondasi (ujung bawah),

$$Q_p = N_c s_u A_p \quad (2.3)$$

di mana,

$N_c$  = faktor daya dukung

$s_u$  = nilai *undrained shear strength* di ujung tiang

$A_p$  = luas penampang ujung tiang

Skempton (1951) mengusulkan nilai  $N_c$  untuk pondasi dengan penampang lingkaran dan rasio  $L/d > 4$  adalah sebesar 9, sedangkan Prandtl-Meyerhoff mengusulkan  $N_c = 9,33$  (dalam dokumen FHWA No.41-30-2175, 1993, p.8).

### 2.3.2 Metode Tegangan Efektif

#### $\beta$ -method

Perhitungan tahanan selimut dengan metode ini menggunakan sudut friksi efektif antara permukaan beton dengan tanah ( $\delta$ ), dan tegangan horizontal efektif ( $\sigma'_h$ ) sepanjang badan tiang yang nilainya sama dengan koefisien tekanan tanah lateral ( $K$ ) dikalikan tegangan vertikal efektif ( $\sigma'_v$ ) atau:  $\sigma'_h = K\sigma'_v$ . *Unit side friction* pada kedalaman yang ditinjau adalah,

$$f_s = (K \tan \delta) \sigma'_{vo} \quad (2.4)$$

Nilai  $\delta$  diantaranya dipengaruhi oleh jenis tanah, kandungan mineral, kekasaran dan mutu konstruksi dan dapat dinyatakan dalam hubungan sederhana terhadap sudut geser tanah yaitu  $\delta = \frac{2}{3}\phi$ . Metode konstruksi tiang bor akan mempengaruhi nilai  $K$  menjadi lebih kecil daripada *insitu coefficient of lateral earth pressure* ( $K_o$ ) tanah tersebut akibat menurunnya kepadatan tanah setelah pengeboran lubang. Bentuk  $K \tan \delta$  dapat disubstitusi dengan koefisien  $\beta$ . Reese dan O'Neill (1978) mengusulkan suatu persamaan empiris untuk mengestimasi koefisien tersebut, yaitu

$$\beta = 1,5 - 0,246 z^{0,5} \quad (2.5)$$

dengan batas:  $1,2 \geq \beta \geq 0,25$ ; di mana  $z$  adalah kedalaman yang ditinjau dalam satuan meter. Tahanan selimut tiang dihitung dengan persamaan berikut,



$$Q_f = \beta \bar{\sigma}_{vo}' A_s \quad (2.6)$$

di mana,

$\beta$  = skin factor

$\bar{\sigma}_{vo}'$  = tegangan efektif *overburden* rata-rata

$A_s$  = luas selimut tiang

Estimasi tahanan ujung ( $Q_p$ ) berdasarkan metode tegangan efektif dihitung menggunakan faktor daya dukung  $N_q$  dengan persamaan,

$$Q_p = N_q \sigma_v' A_p \quad (2.7)$$

dengan  $N_q = K_p \exp(\pi \tan \phi')$

$$K_p = (1 + \sin \phi') / (1 - \sin \phi')$$

atau nilai  $N_q$  untuk pondasi tiang bor dapat disesuaikan dengan sudut geser tanah berdasarkan nilai yang direkomendasikan oleh NAVFAC (1986) sebagai berikut,

**Tabel 2.1.** Faktor Daya Dukung  $N_q$  untuk Tiang Bor

$\phi$ (deg)	26	28	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
$N_q$	5	8	10	12	14	17	21	25	30	38	43	60	72

Sumber: NAVFAC (1986) DM 7.02 : Foundations & Earth Structures

## 2.4 PENGUJIAN PONDASI TIANG

Tingginya tingkat ketidakpastian dalam desain pondasi dalam diperlihatkan dengan besarnya angka keamanan yang dipakai dalam desain. Seperti di negara - negara lain di dunia, peraturan pondasi Indonesia mengharuskan dilaksanakannya pengujian tiang dengan maksud mengetahui apakah kekuatan desain tiang tercapai. Pengujian tiang merupakan bagian dari proses desain dan konstruksi pondasi tiang. Dua hal utama yang menjadi pertimbangan terhadap kualitas pondasi tiang, yaitu (Ken Fleming, 2008):

1. integritas tiang dan kemampuan tiang untuk memikul beban kerja (beban struktural)
2. daya dukung tiang dan karakteristik deformasi dari sistem tiang-tanah.

### 2.4.1 Uji Pembebanan Statik

Sampai saat ini, hasil yang diperoleh dari uji pembebanan statik adalah hasil yang dapat diandalkan. Ada dua uji pembebanan statik yang dilakukan berdasarkan arah gaya-gaya yang bekerja, yaitu vertikal dan horizontal. Uji beban vertikal adalah dengan memberikan gaya aksial pada tiang, baik tekan maupun tarik sesuai tujuan pengujian.

Selain itu, uji pembebanan statik juga dilakukan pada arah lateral untuk mengetahui kapasitas tiang terhadap beban lateral yang bekerja pada daerah sekitar kepala tiang. Pada prinsipnya prosedur pengujian lateral ini adalah sama dengan pengujian vertikal, hanya saja bebannya adalah pada arah horizontal.

Terdapat tiga metode pembebanan yang umum digunakan dalam prosedur uji beban vertikal statik ini, diantaranya adalah *the incremental static load test*, *Constant-Rate-of-Penetration (CRP) test* dan *quick maintained load*.

### 2.4.2 Uji Integritas Tiang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada cacat pada badan tiang. Cacat atau kerusakan mungkin terjadi selama konstruksi tiang berlangsung. Kerusakan-kerusakan tersebut tidak diketahui dan dapat menurunkan kekuatan

tiang untuk memikul beban. Salah satu metode yang digunakan adalah dengan memanfaatkan teori rambatan gelombang tekan pada suatu medium, di mana gelombang yang dihasilkan dari suatu aktivitas eksitasi akan merambat pada tiang. Apabila cepat rambat gelombang pada medium tersebut diketahui, maka panjang lintasan gelombang bolak-balik dapat dihitung; di mana waktu yang diperlukan gelombang untuk melakukan gerak bolak-balik adalah output dari alat penguji integritas tiang. Metode ini dikenal dengan *sonic echo method*. Beberapa metode lain dalam uji integritas tiang misalnya, *acoustic tests*, *radiometric tests*, *stress wave tests*, *dynamic response tests* dan *electrical tests*.

## 2.5 INSTRUMEN PENGUKUR DEFORMASI TIANG

Instrumen-instrumen lain seringkali diikutsertakan selama uji pembebanan dengan maksud yang lebih khusus. Instrumen tambahan ini akan memberikan informasi yang lebih detail, memungkinkan untuk (1) memvalidasi desain, (2) mengurangi panjang tiang dengan mengevaluasi interaksi antara tiang dan tanah, (3) meningkatkan beban kerja dengan menurunkan faktor keamanan, dengan tingkat kepercayaan yang lebih baik.

Melalui uji pembebanan vertikal tanpa instrumen tambahan akan memberikan hasil *pile load-settlement behaviour* dan beban ultimit tiang yang diperoleh melalui interpretasi grafis semisal dengan metode Davisson, Mazurkiewicz, Chin dan lain sebagainya. Namun, dengan instrumen tambahan yang dipasang pada tiang uji kita dapat memperoleh informasi mengenai distribusi beban pada tiang, untuk contoh ini instrumen yang digunakan adalah *strain gauges* dan *extensometer (telltale)*.

### 2.5.1 Vibrating Wire Strain Gauge

#### 2.5.1.1 Prinsip kerja

VWSG terdiri atas sebuah kawat baja tipis yang diberikan tegangan tarik yang ditahan oleh kedua ujungnya (diangkur). Secara sederhana cara kerja VWSG adalah mengukur regangan beton pada tiang bor dengan perubahan tegangan yang terjadi pada kawat baja akibat beban yang bekerja pada tiang tersebut. Deformasi

aksial pada material beton akibat beban yang bekerja—dalam hal ini adalah beban kentledge uji beban vertikal statik—akan menyebabkan ujung-ujung VWSG yang ditanam dalam tiang beton akan bergerak relatif satu terhadap yang lain. Akibatnya, terjadi perubahan tegangan pada kawat baja tipis dalam instrumen ini. Tegangan pada kawat diukur dengan ‘memetik’ kawat tersebut dan frekuensi eksitasi dari getaran yang terjadi diukur dengan suatu kumparan elektromagnetik. Kawat tersebut akan bergetar pada frekuensi harmonik alaminya secara paksa oleh suatu pulsa arus listrik yang dilempar dari kumparan elektromagnetik yang berada di dekat titik tengah kawat tersebut. Pulsa listrik tersebut akan menimbulkan medan magnet di tengah kawat, fluks magnet akan bersinggungan dengan gerak getar kawat dan frekuensi eksitasi dari getaran tersebut akan dikirim sebagai suatu sinyal dan diterima oleh kumparan elektromagnetik lalu dimonitor dengan peralatan elektronik lain (*datalogger*).



**Gambar 2.8.** *Vibrating Wire Embedded Strain Gauge Model 4200 (model standar-Geokon)*

Dalam hal ini kumparan berfungsi sebagai pendeteksi frekuensi dari kawat baja tipis yang bergetar. Kumparan juga dapat berfungsi sebagai pendeteksi temperatur pada lokasi di mana VWSG dipasang. Untuk fungsi yang kedua ini, prinsip yang dipakai adalah pengukuran hambatan listrik. Kemampuan untuk mendeterminasi suhu pada daerah di sekitar kumparan diperlukan dalam koreksi perhitungan *microstrain* ( $\mu\epsilon$ ) akibat pengaruh suhu (hasil pengukuran/data yang didapatkan dari *data logger* VWSG adalah dalam *microstrain*).

#### 2.5.1.2 Hubungan antara frekuensi dan regangan

Berikut ini adalah persamaan untuk frekuensi suatu kawat yang bekerja yang diusulkan Hawkes dan Bailey (1973) dalam John Dunnycliff (1988, p.103),

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{\sigma \cdot g}{\rho}} \quad (2.7a)$$

di mana,

$f$  = frekuensi alami (Hz)

$L$  = panjang kawat yang bergetar (in.)

$\sigma$  = tegangan pada kawat (lb/in.<sup>2</sup>)

$\rho$  = kerapatan material kawat (lb/in.<sup>3</sup>)

$g$  = percepatan gravitasi (in./sec<sup>2</sup>)

untuk  $\sigma = E\varepsilon$ , persamaan (2.7a) menjadi,

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{E \cdot \varepsilon \cdot g}{\rho}} \quad (2.7b)$$

di mana,

$\varepsilon$  = regangan kawat

$E$  = modulus elastisitas kawat (lb/in.<sup>2</sup>)

maka,

$$\varepsilon = \frac{4L^2 f^2 \rho}{Eg} = Kf^2 \quad (2.7c)$$

di mana,

$$K = \frac{4L^2 \rho}{Eg} \quad (2.7d)$$

Efek instalasi memberikan tegangan tarik awal (*initial tension*) pada kawat sehingga ada frekuensi awal  $f_o$  dan frekuensi yang baru  $f$ . Persamaan (2-7c) menjadi,

$$\varepsilon = K(f^2 - f_o^2) \quad (2.7e)$$

### 2.5.2 Telltale

*Telltale* adalah instrumen untuk memantau perubahan relatif jarak dua titik yang sulit untuk dijangkau. Umumnya alat ini berupa batang langsing panjang dengan selubung luar dan terhubung dengan sebuah *transducer* (sebagai alat monitor perubahan). Terdapat berbagai macam *telltale* yang biasa digunakan, mulai dari

instrumen sederhana yang terdiri dari sebatang besi dalam pipa PVC sebagai selubung dan dial mekanis sebagai pengukur deformasinya hingga *telltale* yang dilengkapi ekstensometer dengan hak paten yang diperjualbelikan.

## **2.6 OUTPUT INSTRUMEN**

### **2.6.1 Vibrating Wire Strain Gauge**

Instrumen ini tidak secara langsung memberikan informasi besar beban yang diterima tiang pada kedalaman tertentu di mana VWSG dipasang. VWSG akan memberikan hasil uji berupa pembacaan regangan. Nilai beban kemudian diperoleh dengan mengalikan bacaan regangan—bervariasi terhadap besar beban yang ditambahkan maupun dilepas selama uji pembebanan—dengan luas penampang tiang dan modulus elastisitas material tiang.

### **2.6.2 Telltale**

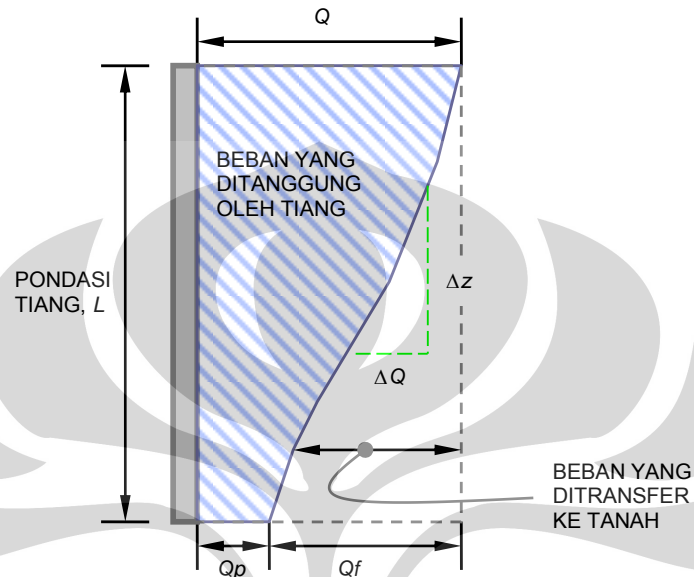
Instrumen ini adalah alat pengukur deformasi yang bekerja secara mekanis. Hasil pembacaan *dial* yang dipasang pada kepala *telltale* adalah pemendekan badan tiang akibat gaya aksial tekan. Dari pembacaan ini kita dapat mengetahui peralihan (*displacement*) ujung tiang relatif terhadap kepala tiang atau peralihan tiap titik sepanjang badan tiang di mana *telltale* dipasang.

Prinsip dasar penggunaan instrumen ini kurang lebih sama dengan VWSG, akan tetapi ketelitian pembacaan deformasi yang lebih akurat diberikan oleh VWSG. Pemendekan tiang selama uji pembebanan yang diukur dengan kedua instrumen ini adalah deformasi elastis karena pengujian tidak dilakukan hingga tiang memasuki deformasi plastis.

## **2.7 TRANSFER BEBAN**

Saat beban aksial tekan diaplikasikan pada tiang maka tanah akan memberikan reaksi pada arah yang berlawanan terhadap arah aksi, dimana reaksi tersebut diberikan oleh tahanan selimut maupun tahanan ujung. Beban yang ditransmisikan ke tanah pertama-tama diterima oleh tanah yang berada disekeliling selimut tiang. Tanah akan mengerahkan tahanan friksinya sebagai reaksi. Semakin ke bawah,

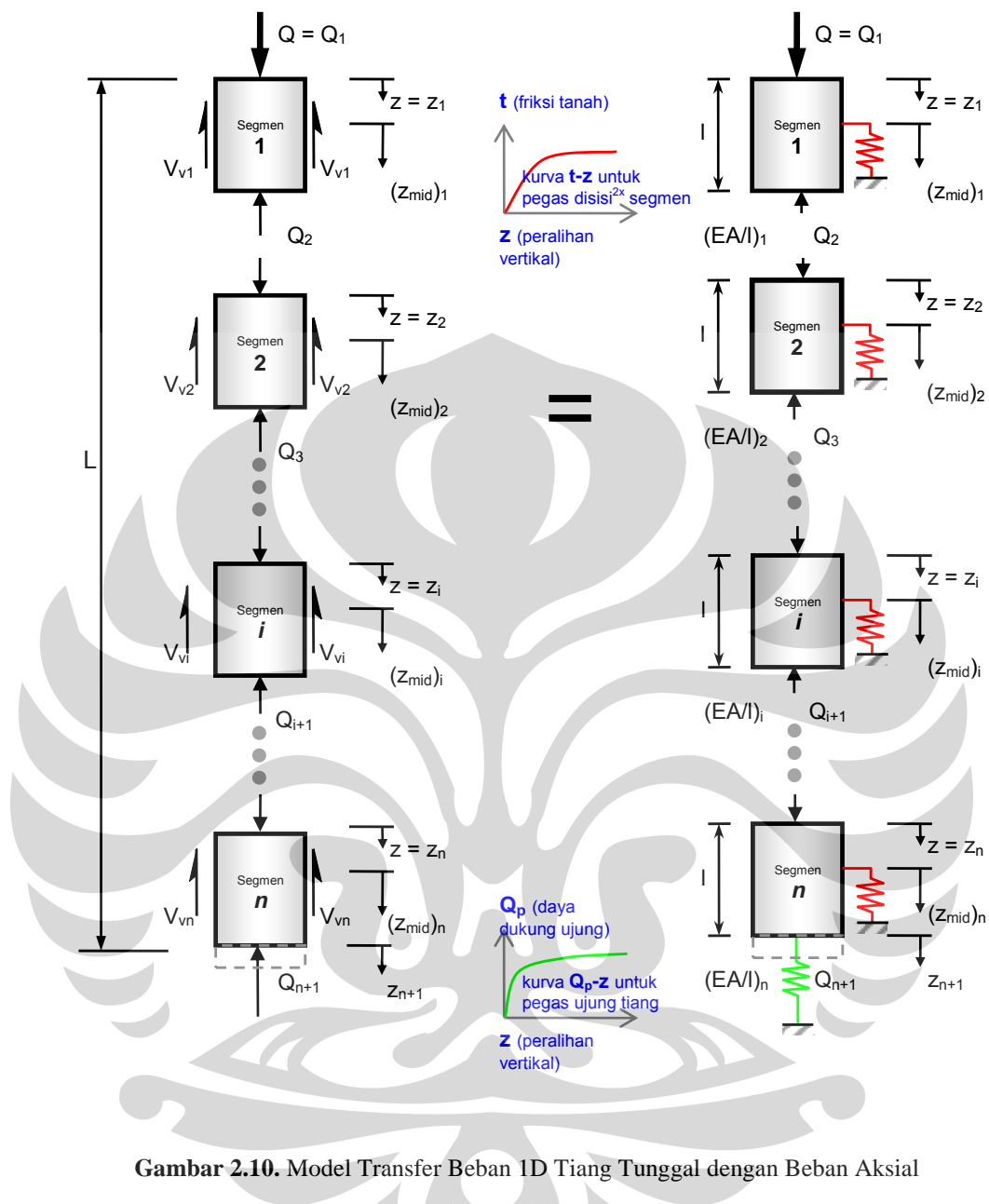
besar beban yang tersalur sepanjang badan tiang akan berkurang karena ditahan oleh friksi yang dikerahkan oleh tanah hingga beban yang tersisa ditahan oleh tanah di bawah ujung tiang. Konsep ini dikenal dengan transfer beban (Zenon G. Kyfor dkk., 1992).



**Gambar 2.9.** Skema Transfer Beban pada Pondasi Tiang Tunggal  
(Sumber: FHWA-SA-91-042 *Static Testing of Deep Foundations*)

### 2.7.1 Metode Analisis

Secara khusus, metode transfer-beban sangat representatif dalam analisis tiang tunggal dengan beban aksial di mana perilaku tanah non-linier. Metode ini diusulkan pertama kali oleh Seed dan Reese (1957) kemudian pada tahun 1966 Coyle dan Reese memperbaikinya. Model yang dibuat untuk mendefinisikan permasalahan dalam metode ini adalah sederetan elemen tiang yang tiap elemennya disokong oleh pegas sebagai representasi daya dukung dari reaksi friksi tanah ( $t-z$ ) dan daya dukung ujung tiang ( $q-z$ ). Sedikitnya ada tiga teknik yang dapat digunakan, yaitu teknik *incremental*, iterasi dan kombinasi, yang digunakan untuk mengestimasi kapasitas beban maupun karakteristik peralihan vertikal pada kepala tiang dengan metode ini. Diskritisasi tiang dilakukan dengan membagi tiang menjadi beberapa segmen yang masing-masing dihubungkan dengan pegas tanah.



**Gambar 2.10.** Model Transfer Beban 1D Tiang Tunggal dengan Beban Aksial

Gambar di atas, menunjukkan model sederhana analisis transfer beban yang membagi sebuah tiang dengan badan terpendam dalam tanah sepanjang  $L$  menjadi  $n$  elemen sederhana. Beban kerja  $Q$  yang diterima pada kepala tiang pertama-tama ditanggung oleh segmen satu di mana daya dukung friksi diberikan oleh tanah disekeliling segmen tersebut yang direpresentasikan dengan sebuah pegas. Sejumlah beban diteruskan pada pegas segmen-segmen dibawahnya, semakin ke bawah nilainya semakin kecil. Saat penambahan beban terjadi, peralihan tiap segmen akan bertambah hingga pegas tanah melewati batas elastisnya (menjadi



plastis) secara progresif atau dalam kondisi nyata, tanah mengalami keruntuhan. Bilamana semua pegas tanah telah berubah menjadi plastis maka kegagalan pondasi akan terjadi (*plunging failure*).

Analisis non-linear yang dijelaskan tadi, berdasarkan diskritisasi kasar yaitu elemen satu-dimensi dengan jumlah elemen relatif sedikit. Akurasi perhitungan dapat ditingkatkan dengan menggunakan model tingkat lanjut, yaitu dengan metode elemen hingga dua-dimensi bahkan tiga-dimensi. Analisis yang dikerjakan dalam tugas akhir ini adalah metode elemen hingga dua-dimensi (dengan *software* PLAXIS V8). Dengan sarana ini, maka pegas tanah dapat dibuat kontinu sepanjang tiang sehingga hasil analisis transfer beban menjadi jauh lebih baik.

### 2.7.2 Deformasi Elastis Pondasi Tiang

Distribusi beban sepanjang tiang dapat diketahui dengan bantuan instrumen pengukur khusus yang dipasang pada tiang, beberapa diantaranya adalah VWSG dan *telltale*. Uji pembebanan umumnya dilakukan hingga 200% beban desain dan diharapkan belum terjadi kegagalan pada nilai maksimum tersebut. Oleh karena itu, deformasi tiang yang terjadi merupakan deformasi elastis. Pemendekan tiang selama uji pembebanan yang diukur dengan instrumen ini adalah deformasi elastis. Modulus elastisitas tiang dapat dihitung dari hubungan tegangan-regangan seperti pada penjelasan pada poin berikutnya. Dalam dokumen FHWA-SA-91-042 disebutkan cara perhitungan deformasi elastis tiang sebagai berikut (Vesic, 1977),

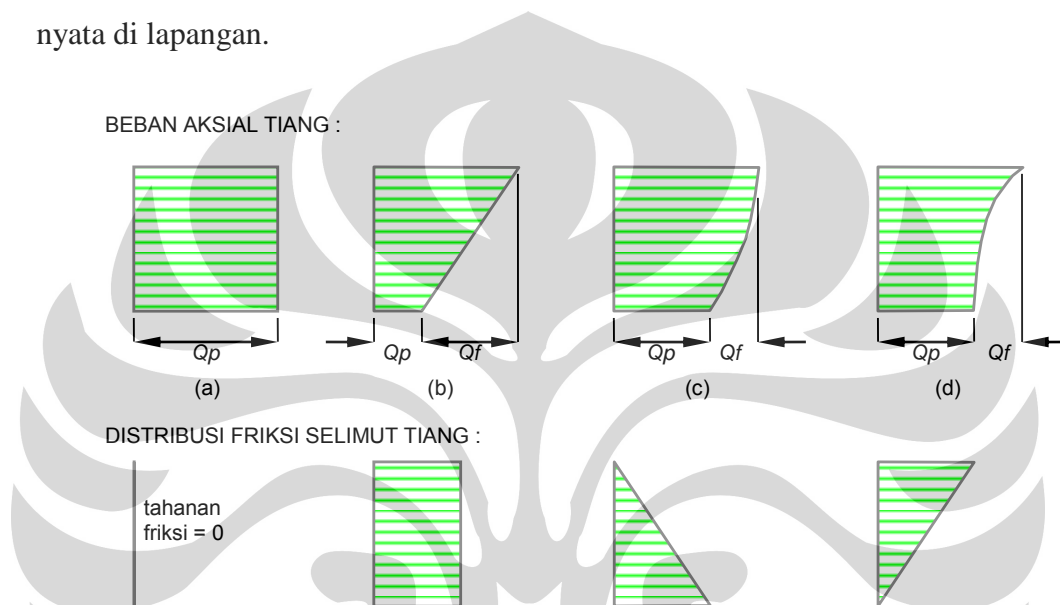
$$e_s = (Q_p + \alpha_s Q_f) \frac{L}{A_{comb} E_{comb}} \quad (2.8)$$

di mana,

- $Q_p$  = tahanan ujung (KN)
- $Q_f$  = tahanan selimut (KN)
- $L$  = panjang badan tiang (m)
- $E_{comb}$  = modulus elastisitas tiang komposit (KN/m<sup>2</sup>)
- $A_{comb}$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)
- $\alpha_s$  = 0,00 tanpa tahanan friksi (**Gambar 2.11a**)

- 0,50 distribusi tahanan friksi seragam (**Gambar 2.11b**)
- 0,67 distribusi tahanan friksi bentuk segitiga (**Gambar 2.11c**)
- 0,33 distribusi tahanan friksi bentuk segitiga (**Gambar 2.11d**)

Dalam **Gambar 2.11** diperlihatkan beberapa model distribusi tahanan selimut pada badan tiang dengan hubungan yang konstan dan linier terhadap kedalaman. Model ini berlaku untuk tanah yang homogen, akan tetapi sulit dijumpai pada kondisi nyata di lapangan.



**Gambar 2.11.** Kurva Transfer Beban untuk Beberapa Model Distribusi Friksi Selimut Sederhana  
(Sumber: FHWA-SA-91-042 *Static Testing of Deep Foundations*)

### 2.7.3 Peralihan Vertikal Ujung Tiang

Hasil uji pembebanan memberikan informasi bahwa saat tiang menerima beban yang semakin bertambah, maka akan ada penurunan/peralihan secara progresif pada kepala tiang. Akan tetapi, penurunan kepala tiang yang dibaca *dial*, secara aktual tidak mewakili peralihan vertikal ujung tiang karena badan tiang juga mengalami pemendekan. Penurunan ujung tiang penting untuk dideterminasi secara tepat untuk menyatakan distribusi beban sebenarnya.

### 2.7.4 Modulus Elastisitas Pondasi Tiang

Seperti pada uraian sebelumnya (§§2.6.1), besaran nilai beban yang diteruskan sepanjang tiang tidak bisa secara langsung diketahui dari hasil pembacaan VWSG. Nilai beban  $P$  (KN) diperoleh dari hubungan antara beban dengan regangan,

modulus elastisitas dan luas penampang tiang yang secara matematis dinyatakan oleh persamaan berikut,

$$P = \varepsilon EA \quad (2.9)$$

di mana,

- $\varepsilon$  = regangan ( $\mu\varepsilon$ , *microstrain*)
- $E$  = modulus elastisitas ( $\text{KN/m}^2$ )
- $A$  = luas penampang ( $\text{m}^2$ )

Material pondasi tiang bor umumnya adalah beton bertulang. Modulus beton bertulang (material komposit) secara matematis dinyatakan oleh persamaan,

$$E_{comb} = \frac{E_s A_s + E_c A_c}{A_s + A_c} \quad (2.10)$$

Modulus tulangan beton (baja mutu tinggi),  $E_s$ , dapat diketahui dengan akurat. Namun, tidak semudah mengetahui properti baja, modulus beton sendiri ( $E_c$ ) tidak cukup dideterminasi dari hubungan modulus beton dengan hasil uji tekan silinder beton (Fellenius, 2001). Cukup sulit untuk mendapatkan modulus beton bertulang,  $E_{comb}$ , yang akurat dari persamaan (2.10).

Fellenius (1989) menjelaskan cara untuk mengonversi regangan yang diperoleh dari pengukuran menjadi beban yang didistribusikan sepanjang badan tiang. *tangent modulus* ( $M_{tan}$ ) pertama-tama dihitung dari hubungan tegangan-regangan yang non linier, kemudian *tangent modulus* yang diperoleh digunakan untuk mendapatkan *secant modulus* ( $E_{sec}$ ) material tiang. *Secant modulus* ini kemudian digunakan untuk mendeterminasi beban yang disalurkan sepanjang tiang ( $E_{sec} = E_{comb}$ ). Asumsi yang digunakan dalam penurunan persamaan ini adalah tiang dianggap sebagai *free-standing column* (tidak ada tahanan selimut).

Persamaan garis *tangent modulus* adalah,

$$M_{\text{tan}} = \left( \frac{d\sigma}{d\varepsilon} \right) = A\varepsilon + B \quad (2.11a)$$

integralkan persamaan (2.11a) terhadap perubahan regangan untuk mendapatkan tegangan,

$$\sigma = \left( \frac{A}{2} \right) \varepsilon^2 + B\varepsilon + C ; \quad \text{asumsi } C = 0$$

$$\sigma = \left( \frac{A}{2} \right) \varepsilon^2 + B\varepsilon \quad (2.11b)$$

di mana,  $\sigma = E_{\text{sec}} \varepsilon$  (2.11c)

sehingga *secant modulus* adalah,

$$E_{\text{sec}} = 0,5A\varepsilon + B \quad (2.11d)$$

di mana,

$M_{\text{tan}}$  = *tangent modulus* material tiang komposit (KN/m<sup>2</sup>)

$E_{\text{sec}}$  = *secant modulus* material tiang komposit (KN/m<sup>2</sup>)

$\sigma$  = tegangan (KN/m<sup>2</sup>)

$d\sigma$  = ( $\sigma_{n+1} - \sigma_1$ ) = perubahan tegangan akibat penambahan beban (KN/m<sup>2</sup>)

$\varepsilon$  = regangan yang diukur ( $\mu\varepsilon$ )

$A$  = gradien garis *tangent modulus*

$d\varepsilon$  = ( $\varepsilon_{n+1} - \varepsilon_1$ ) = perubahan regangan akibat penambahan beban (KN/m<sup>2</sup>)

$B$  =  $E_{\text{sec}}$  saat  $\varepsilon = 0$

### 2.7.5 Beban Residual

Beban residual merupakan tegangan yang telah dialami oleh tiang sebelum tiang tersebut menerima beban uji. Laporan teknis FHWA yang dipublikasikan pada tahun 1992 (FHWA-SA-91-042) menyebutkan bahwa adanya suatu beban yang terjebak pada tiang (*lock-in load*) sebelum uji pembebanan dilakukan. Fellenius (2002) menjelaskan beban residual ini berasal dari perilaku tanah yang berusaha kembali ke kondisi awalnya, karena selama instalasi tiang berjalan kondisi tanah berubah. Dia juga menyebutkan akan diperoleh kesalahan dalam mendeterminasi kapasitas tiang apabila beban residual ini tidak diperhitungkan. Keberadaan beban ini akan menyebabkan pelemahan regangan (*strain-softening*). Fellenius menyebutkan potensi kesalahan datang dari kekeliruan menentukan “*zero reading*” pada pembacaan *dial* atau *data logger*. Kesalahan tersebut menyebabkan friksi tanah yang dikerahkan dideterminasi lebih kecil dari nilai sesungguhnya pada tahanan selimut, demikian pula dengan tahanan ujung yang sesungguhnya. Beban residual dapat diketahui dari hasil pengukuran dilapangan pada pondasi tiang yang diinstrumentasi.

## 2.8 EVALUASI DAYA DUKUNG TANAH

Informasi daya dukung tanah telah diketahui dari hasil penyelidikan tanah, akan tetapi kekuatan tanah ini dapat dievaluasi kembali dari hasil uji pembebanan pada pondasi tiang yang diinstrumentasi. Grafik distribusi beban (**Gambar 2.9**) aktual yang diperoleh dari hasil instrumentasi adalah informasi yang dipakai sebagai input untuk melakukan evaluasi daya dukung tanah.

Tinjau **Gambar. 2.9**, unit tahanan friksi,  $f$  (KN/m<sup>2</sup>), yang dikerahkan tanah sepanjang badan tiang selama dibebani dapat dihitung dengan persamaan yang diusulkan dalam dokumen FHWA-SA-91-042, yaitu

$$f = \frac{\Delta Q}{\pi B \Delta z} \quad (2.12)$$

di mana,

- $\Delta Q$  = perubahan beban (KN)
- $\Delta z$  = perubahan kedalaman (m)
- $B$  = diameter tiang (m)

## **BAB 3**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 METODE ELEMEN HINGGA**

Aplikasi metode elemen hingga sebagai dasar analisis dalam tugas akhir ini telah disinggung pada sub-sub-bab 2.7.1, berikut ini akan diberikan gambaran umum yang lebih mendalam.

##### **3.1.1 Pengertian**

Deskripsi sederhana dari metode elemen hingga (MEH) adalah membagi-bagi struktur menjadi beberapa atau banyak elemen struktur dan mendefinisikan secara sederhana perilaku tiap-tiap elemen, kemudian menghubungkan kembali elemen-elemen tersebut pada nodal-nodal—secara khusus nodal eksterior—dimana kondisi keseimbangan mutlak harus dipenuhi. Proses ini akan menghasilkan persamaan-persamaan aljabar simultan yang diselesaikan dengan implementasi perhitungan menggunakan komputer karena mungkin akan ada ratusan bahkan ribuan persamaan.

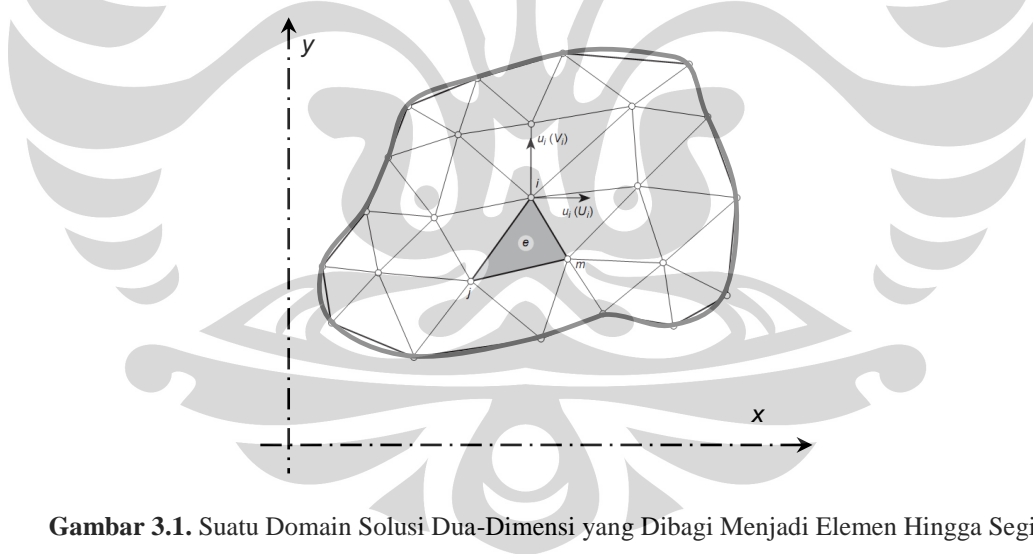
Sederetan persamaan simultan tersebut disimbolkan dalam bentuk kompak berupa suatu matriks. Dalam analisis yang meninjau deformasi struktur, matriks tersebut secara umum dinyatakan dengan hubungan  $[K]\{D\} = \{R\}$ , di mana  $\{D\}$  adalah vektor untuk suatu nilai peralihan yang tidak diketahui pada nodal,  $\{R\}$  merupakan vektor beban yang diketahui dan  $[K]$  adalah matriks kekakuan struktur yang merepresentasikan perilaku struktur sebagai respon akibat gaya. MEH merupakan sarana yang sangat handal untuk menyelesaikan berbagai permasalahan rekayasa teknik, kemampuannya dapat mengakomodir bentuk struktur, sistem tumpuan dan kondisi pembebanan yang sebarang.

### 3.1.2 Diskritisasi Model

Dalam menganalisis suatu objek akan lebih mudah untuk melakukan perhitungan atas model matematikanya daripada bentuk fisik aktual objek tersebut. Hal ini tentunya akan memberikan kesalahan hasil perhitungan. Oleh karena itu, sangat penting meminimalkan kesalahan tersebut dengan metode aproksimasi yang tepat. Model matematika yang menjadi input perhitungan adalah model yang didiskritisasi menjadi serangkaian elemen hingga.

#### 3.1.2.1 Elemen Segitiga

Geometri elemen yang digunakan dalam pemodelan dengan MEH dapat diakomodasi oleh beberapa tipe, yang paling sederhana adalah elemen berupa sebuah garis dengan dua nodal diujung-ujungnya. Elemen tersebut terbatas digunakan untuk struktur berbentuk batang. Elemen lain yang cukup populer adalah elemen berbentuk segitiga di mana dapat diandalkan dalam analisis berbagai macam struktur/ material.



**Gambar 3.1.** Suatu Domain Solusi Dua-Dimensi yang Dibagi Menjadi Elemen Hingga Segitiga

Nodal elemen segitiga pun cukup fleksibel untuk ditempatkan. Untuk elemen segitiga tiga nodal yang memiliki nodal pada ketiga sudutnya, keakuratan perhitungan dalam analisis pun dapat ditingkatkan dengan menambahkan nodal baru, baik nodal eksterior<sup>1</sup> maupun nodal interior<sup>2</sup>. Keberadaan nodal adalah

<sup>1</sup> nodal yang ada diperbatasan elemen (*element boundaries*) dan dimungkinkan untuk tersambung dengan elemen lain yang berdekatan

sangat penting karena nilai yang diperoleh dari analisa MEH adalah nilai nodal. Nilai aproksimasi pada elemen non-nodal didapatkan dengan interpolasi nilai nodal yang diketahui. Tiap nodal dapat mengalami peralihan yang dibatasi oleh derajat kebebasannya (d.k), misal untuk nodal dengan 2d.k maksudnya adalah elemen tersebut diperkenankan bergerak pada 2 arah saja (sumbu). Bentuk atau geometri elemen lainnya dalam pemodelan dua-dimensi misalnya bentuk segi empat sedangkan untuk analisis lanjut trimatra (3D) variasi bentuk elemen beragam berkisar pada bentuk-bentuk prisma.

### 3.1.2.2 Jaringan Elemen Hingga

Keunggulan lain dari elemen segitiga adalah memberikan bentuk yang cocok mengikuti batas domain (*boundary domain*) sekalipun bentuknya tidak beraturan, sehingga memberikan akurasi perhitungan yang baik, hal ini seperti ditunjukkan dalam **Gambar 3.1**. Elemen-elemen yang terangkai menjadi model diskrit membentuk jaringan elemen hingga atau *mesh*. Hal-hal pokok yang menjadi perhatian dalam membuat *mesh* diantaranya adalah bentuk elemen, ukuran elemen, distribusi elemen dan penomoran elemen, baik nomor nodal maupun nomor elemen itu sendiri. Elemen segitiga adalah bentuk yang diadopsi oleh program PLAXIS V8, yaitu perangkat lunak komputer (*software*) yang dijadikan alat bantu analisis dalam tugas akhir ini dan lebih jauh lagi, jaringan elemen segitiga yang menjadi model matematika program tersebut adalah tipe jaringan elemen yang tidak teratur (*unstructured mesh*).

## 3.1.3 Model Axisimetri

### 3.1.3.1 Sistem Koordinat

Secara sederhana penyelesaian permasalahan yang menggunakan model axisimetri adalah penyelesaian dengan analisis elemen hingga dua dimensi dalam suatu sistem koordinat silindris ( $r, \theta, z$ ). Beberapa masalah dalam rekayasa geoteknik sangat ideal jika dianalisis dengan model ini, salah satunya analisis pondasi-dalam berpenampang lingkaran yang memperlihatkan kesimetrisan objek pada sumbu rotasinya, yaitu pada titik tengah penampang tiang.

---

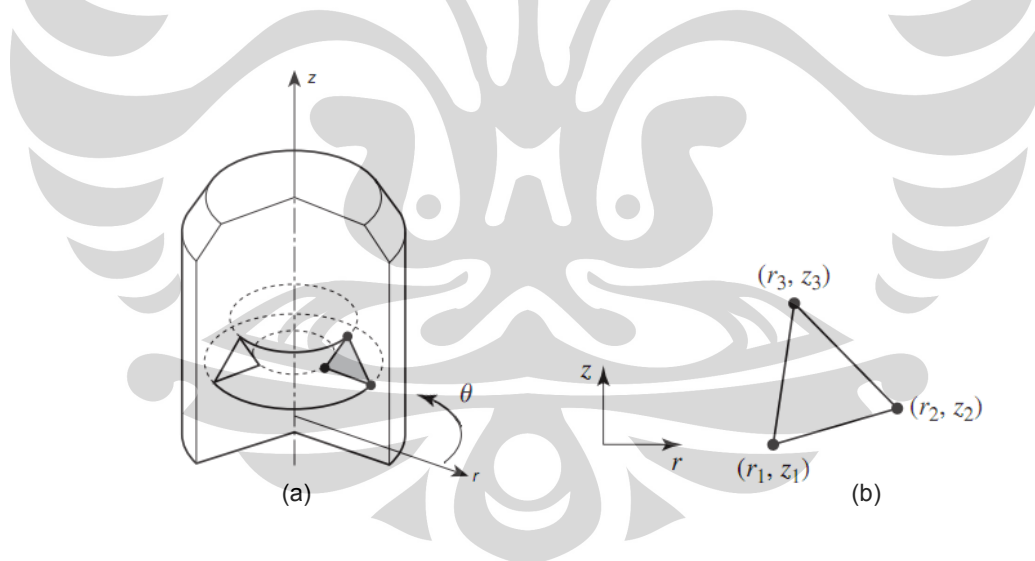
<sup>2</sup> nodal yang tidak berada di batas elemen dan tidak bisa terhubung dengan nodal elemen yang lain; berada dalam *cluster* elemen



### 3.1.3.2 Asumsi Dasar

Kondisi-kondisi yang harus dipenuhi agar model axisimetri dapat diterapkan dalam analisis adalah (David V. Hunton, 2004),

1. objek analisis harus memiliki sebuah sumbu simetri (secara konvensional adalah sumbu  $z$ ) yang mana secara geometri objek merupakan suatu benda padat terhadap perputaran bidang potongnya (2D)
2. kondisi-kondisi batasnya simetris pada sumbu perputarannya dan tidak tergantung dengan koordinat keliling lingkaran,  $\theta$  (*circumferential coordinate*).
3. kondisi-kondisi pembebanannya simetris terhadap sumbu perputarannya, tidak tergantung dengan koordinat keliling lingkaran  $\theta$ .
4. properti materialnya simetris terhadap sumbu perputarannya, tidak tergantung dengan koordinat keliling lingkaran  $\theta$ , sehingga berlaku sifat material **isotropik**



**Gambar 3.2.** (a) Model Axisimetri dan Sistem Koordinat Silindris (3D);  
(b) Elemen Segitiga Tiga Nodal dalam Koordinat Silindris (2D) pada Sebarang Koordinat  $\theta$

### 3.1.3.3 Hubungan Regangan dan Deformasi

Secara fisik, model ini adalah tiga dimensi. Berbeda dengan model regangan bidang (*plane strain*) dua dimensi, di mana diasumsikan komponen peralihan dalam arah tegak lurus bidang gambar diabaikan, maka tidak demikian pada

perumusan axisimetri. Tinjau  $u = u(x, y, z)$ ,  $v = v(x, y, z)$ ,  $w = w(x, y, z)$  sebagai komponen peralihan sebarang titik suatu material pada arah  $x$ ,  $y$ , dan  $z$ . Apabila nilai regangan dan rotasi kecil sehingga dapat dianggap deformasi yang terjadi adalah sangat kecil dan tidak mengakibatkan perubahan bentuk yang berarti pada properti objek yang sedang ditinjau (*small deformation theory*), maka gradien regangan dan peralihan dalam koordinat Cartesius dinyatakan dalam persamaan,

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= \frac{\partial u}{\partial x} & \gamma_{xy} &= \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \\ \varepsilon_y &= \frac{\partial v}{\partial y} & \gamma_{yz} &= \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \\ \varepsilon_z &= \frac{\partial w}{\partial z} & \gamma_{zx} &= \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{aligned} \quad (3.1)$$

Dalam pemodelan axisimetri, kita mengubah persamaan-persamaan (3.1) yang dinyatakan dalam koordinat Cartesius menjadi koordinat silindris. Jika deformasi yang terjadi akibat respon struktur terhadap aplikasi beban adalah simetris pada sumbu simetrinya (*axially symmetric*), peralihan komponen keliling lingkaran  $v$  (*circumferential displacement*) bernilai nol, peralihan komponen radial (*radial displacement*) adalah  $u = u(r, z)$ , dan peralihan komponen aksial (*axial displacement*) adalah  $w = w(r, z)$ . Regangan geser  $\gamma_{r\theta}$  dan  $\gamma_{\theta z}$  bernilai nol. Dalam kasus axisimetri, regangan yang tidak bernilai nol adalah,

$$\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_r \\ \varepsilon_\theta \\ \varepsilon_z \\ \gamma_{yz} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} \frac{\partial u}{\partial r} \\ \frac{u}{r} \\ \frac{\partial w}{\partial z} \\ \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{\partial u}{\partial z} \end{Bmatrix} \quad (3.2)$$

### 3.1.4 Analisis Non-Linier

Dalam analisis linier, respon dari objek yang ditinjau adalah proporsional terhadap beban yang diaplikasikan, namun tidak demikian dengan analisis non-linier. Lebih jauh lagi, asumsi dasar yang diterapkan dalam analisis linier adalah peralihan dan rotasi terjadi dalam nilai yang kecil, perletakan tidak mengalami penurunan, tegangan berbanding lurus dan proporsional terhadap regangan dan beban mempertahankan arah kerjanya yang diikuti bentuk deformasi struktur (Robert D. Cook, 1995).

Ketidaklinieran mungkin datang dari perubahan bentuk geometri yang berarti selama pembebanan, sifat material, dan adanya *gap* pada sistem struktur. Luas bidang kontak mungkin mengalami perubahan seiring perubahan beban; material elastis mungkin menjadi plastis, atau material tersebut mempunyai hubungan tegangan–regangan yang tidak linier lagi pada nilai tegangan tertentu; kekakuan struktur berubah atau hilang karena terjadi tekuk atau keruntuhan material; peralihan dan rotasi dianggap cukup besar sehingga persamaan kesetimbangan pada kondisi *undeformed* tidak berlaku lagi dan harus disesuaikan berdasarkan konfigurasi *deformed*; dan lain sebagainya sehingga permasalahan menjadi non-linier. Non-linearitas membuat pekerjaan menjadi lebih rumit, dan tidak bisa diselesaikan melalui step tunggal, akan tetapi melalui beberapa tahap perhitungan.

Dalam skripsi ini analisis non-linier PLAXIS V8 diberlakukan baik pada perilaku tanah maupun tiang bor, secara khusus untuk hubungan tegangan-regangan material. Untuk tanah, model yang digunakan adalah *Mohr-Coloumb* dan *Hardening Soil*, sedangkan tiang bor diberikan dengan *Hardening Soil* (dalam variasi model di Bab 5, dua model tetap menggunakan *Linear-Elastic*).

### 3.1.5 Aplikasi Metode Elemen Hingga:

#### Perangkat Lunak PLAXIS V8

Perangkat lunak yang menyediakan dasar analisis dengan MEH telah banyak berkembang, salah satunya adalah PLAXIS yang memiliki kemampuan dalam analisis masalah-masalah geomekanik. Program ini terdiri dari empat sub-program, yaitu PLAXIS *Input*, *Calculation*, *Output* dan *Curves*.

### 3.1.5.1 *Input PLAXIS V8*

Masukan atau input yang diperlukan sebagai informasi dasar perhitungan diantaranya adalah,

1. jenis pemodelan di mana pada program ini disediakan dua jenis, yaitu *plane strain* dan *axisymmetry*
2. geometri objek yang ditinjau yang meliputi lapisan tanah dan informasi struktur yang berinteraksi dengan tanah
3. *element interface*, poin ini akan menghindari *ill-condition* dalam perhitungan numerik yang mungkin terjadi
4. properti tanah di mana parameter-parameter tanah seperti berat jenis, kohesi, sudut geser, rasio Poisson, koefisien konsolidasi dan beberapa parameter lainnya diperlukan dalam perhitungan
5. model material juga perlu didefinisikan apakah perilakunya diasumsikan mengikuti Mohr-Coulomb *model*, *anisotropy*, *isotropic hardening*, *time dependent behaviour*, *soft soil model*, *advanced soil model* atau *user-defined soil model*
6. menentukan tipe pembebanan, PLAXIS menyediakan fasilitas untuk beban statis maupun dinamis dan beberapa konfigurasi beban (distribusi merata atau terpusat)
7. *initial condition*, pada tahap ini pengguna dapat memasukkan informasi keberadaan muka air tanah
8. *generate mesh*, PLAXIS akan membuat jaring elemen hingga (*mesh*), yaitu *unstructured mesh*, secara otomatis setelah prosedur input diselesaikan dan *standard fixities* didefinisikan. *Standard fixities* disediakan PLAXIS untuk mendefinisikan kondisi batas perletakan pada nodal elemen (elemen terluar pada sisi kanan, kiri dan bawah)

### 3.1.5.2 *Calculation PLAXIS V8*

Untuk menjalankan proses perhitungan, maka beberapa poin yang harus didefinisikan adalah tahapan konstruksi dan juga beberapa faktor-faktor pengali yang digunakan dalam perhitungan.

### 3.1.5.3 Output dan Curves PLAXIS V8

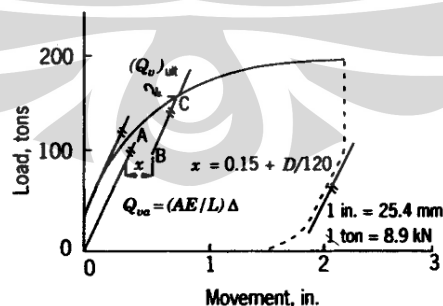
Output perhitungan adalah gambar *mesh* yang dibuat oleh program, tegangan pada massa tanah dan struktur, konfigurasi elemen yang telah mengalami peralihan sehingga kita dapat melihat bentuk tanah-struktur yang telah berdeformasi. Kurva hasil perhitungan juga telah disediakan PLAXIS dan dapat ditampilkan sesuai keinginan pengguna.

## 3.2 HASIL UJI PEMBEBANAN VERTIKAL STATIK

Hasil utama yang diperoleh dari pengujian ini adalah penurunan tiang terhadap kenaikan beban. Informasi tersebut disajikan secara grafis. Grafik tersebut dikenal sebagai grafik daya dukung vs penurunan (*load vs settlement*). Grafik ini bisa digunakan untuk menentukan daya dukung ultimit tiang. Terdapat tiga metode untuk mengetahui kapasitas ultimit tiang aktual, yaitu berdasarkan peralihan tiang (*displacement-based*), grafis dan matematis. Rekam hasil uji pembebanan setelah diplot mungkin tidak mencapai penurunan plastis yang cukup untuk menjalankan ketiga prosedur interpretasi, sehingga prediksi dengan PLAXIS akan diperlukan untuk memperoleh grafik *load-settlement* yang representatif.

### 3.2.1 Interpretasi Berdasarkan Peralihan Tiang

Davisson (1972) mengusulkan metode untuk menentukan daya dukung ultimit tiang berdasarkan interpretasi *displacement-based*.



Gambar 3.3. Interpretasi Hasil Uji dengan Metode Davisson (1972)

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- (a) plot grafik daya dukung vs penurunan tiang
- (b) hitung penurunan elastis tiang  $\Delta$  untuk setiap beban,

$$\Delta = \frac{Q_{va}L}{A_{comb}E_{comb}} \quad (3.3)$$

di mana,

$Q_{va}$  = beban yang diaplikasikan (KN)

$L$  = panjang badan tiang (m)

$E_{comb}$  = modulus elastisitas tiang komposit (KN/m<sup>2</sup>)

$A_{comb}$  = luas penampang (m<sup>2</sup>)

(c) tarik garis  $OA$  berdasarkan persamaan penurunan elastis pada poin (b).

Tarik garis  $BC$  sejajar  $OA$  pada jarak  $x$ , di mana

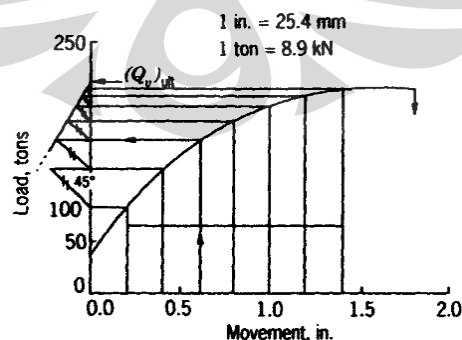
$$x = 0.15 + B/120 \quad \rightarrow \quad x \text{ dan } B \text{ dalam inchi} \quad (3.4a)$$

$$x = 4 + B/120 \quad \rightarrow \quad x \text{ dan } B \text{ dalam mm} \quad (3.4b)$$

(d) daya dukung ultimit adalah perpotongan garis  $BC$  dengan kurva daya dukung vs penurunan, yaitu pada titik  $C$

### 3.2.2 Intepretasi Grafis

Pada tahun yang sama dengan dipublikasikannya metode Davisson, Mazurkiewicz mengusulkan metode untuk menentukan daya dukung ultimit tiang berdasarkan intepretasi grafis.



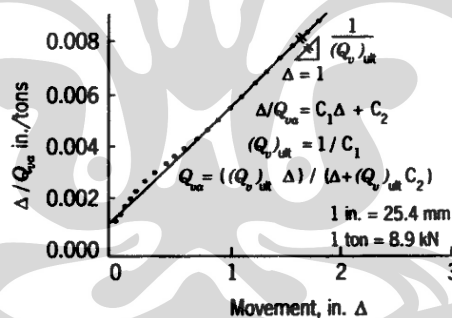
Gambar 3.4. Intepretasi Hasil Uji dengan Metode Mazurkiewicz (1972)

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- (a) plot grafik daya dukung vs penurunan tiang
- (b) bagi sumbu grafik *movement* (penurunan kepala tiang) menjadi beberapa segmen yang sama, kemudian tarik garis vertikal memotong grafik (a) lalu tarik garis horizontal dari titik potong tadi hingga bertemu sumbu beban (*load*)
- (c) pada setiap titik pertemuan pada poin (b), tarik garis 45° hingga memotong garis horizontal/garis beban berikutnya
- (d) plot sebuah garis miring dari titik-titik pertemuan garis 45° dengan garis beban hingga garis miring ini bertemu dengan sumbu beban pada salah satu ujungnya. Titik temu ini merupakan daya dukung ultimit tiang.

### 3.2.3 Interpretasi Matematis

Chin (1970, 1971) mengusulkan metode untuk menentukan daya dukung ultimit tiang berdasarkan interpretasi matematis.



Gambar 3.5. Interpretasi Hasil Uji dengan Metode Chin (1970, 1971)

Prosedurnya adalah sebagai berikut:

- (a) plot titik  $\Delta/Q_{va}$  versus  $\Delta$
- (b) daya dukung ultimit  $(Q_v)_{ult}$  sama dengan  $1/C_1$ . Asumsi yang digunakan dalam metode ini adalah kurva daya dukung vs penurunan dianggap hampir sama dengan kurva hiperbolik.

### 3.3 DETERMINASI DISTRIBUSI BEBAN

Agar dapat menentukan distribusi beban yang sebenarnya pada tiang, maka tahap perhitungan yang dilakukan seperti pada penjelasan berikut.

#### 3.3.1 Menentukan Modulus Elastisitas Tiang

Fellenius (1989) mengajukan suatu metode untuk mengevaluasi modulus elastisitas tiang langsung dari hasil pengukuran regangan, di mana menurutnya saat tanah telah mengerahkan semua daya dukung friksinya pada selimut tiang, maka tiang akan berlaku sebagai kolom bebas tanpa ada friksi yang bekerja pada sekeliling badan tiang (*free standing column*). Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa untuk menghitung modulus elastisitas tiang dengan hasil yang dapat diandalkan, maka pembacaan VWSG yang digunakan adalah yang tidak terpengaruh oleh friksi tanah. Gesekan pasif yang diberikan tanah akan mereduksi beban pada tiang sehingga tegangan pada tiap titik kedalaman pada badan tiang akan berbeda (apabila penampang tiang adalah sama sepanjang kedalaman). Bila kondisi *free standing column* dicapai, maka secara teoritis pada material yang homogen untuk setiap aplikasi beban, tegangan pada tiap titik adalah sama dan modulus elastisitas dapat dihitung dengan hasil yang baik.

Data pembacaan VWSG yang akan digunakan untuk menghitung modulus elastisitas tiang bor yang ditinjau dalam analisis adalah VWSG yang dipasang paling dekat dengan permukaan tanah. Hasil yang diharapkan adalah friksi tanah di atas level pemasangan VWSG berpengaruh sangat kecil terhadap reduksi beban yang menyebabkan perubahan tegangan-regangan pada level di mana VWSG tersebut dipasang. Perhitungan yang dilakukan adalah sesuai dengan tinjauan yang diajukan Fellenius (1989) dan telah dijelaskan pada §§2.7.4.

Pendekatan numerik dalam studi determinasi distribusi beban pada kasus dalam tugas akhir ini adalah dengan menggunakan perangkat lunak PLAXIS V8. Salah satu input pada *software* ini adalah modulus elastisitas tiang. Hasil yang diperoleh dari perhitungan metode Fellenius ini akan menjadi input properti kekakuan tiang yang dimodelkan.



### 3.3.2 Pemodelan PLAXIS V8

Model PLAXIS akan menjadi pembanding objek studi untuk melakukan pendekatan perilaku tiang bor aktual. Profil tanah yang digunakan dalam perhitungan sesuai dengan profil yang dibuat konsultan geoteknik proyek ini. (identik dengan *Lampiran A; Gambar A1*). Input data material tanah ditentukan berdasarkan korelasi empiris dari beberapa literatur geoteknik dengan mengacu pada data penyelidikan tanah, yaitu *boring log* dan N-SPT. Sedangkan input kekakuan material beton berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan metode Fellenius. Beberapa output PLAXIS akan diobservasi lebih jauh, terutama perbandingan dengan hasil instrumentasi *telltale* dan VWSG (regangan tiang). Pemodelan dilakukan dengan *trial-error* input parameter tanah dan beton.

### 3.3.3 Menyajikan Perilaku Penurunan vs Beban dan Deformasi Tiang

Dua hal yang ditinjau pada tahap ini adalah deformasi tiang dan peralihan ujung tiang. Pemendekan badan tiang uji diketahui dari pembacaan *telltale* dengan distribusi instrumen adalah sebagai berikut: dua unit *telltale*, TT1 dipasang pada badan tiang sebelah atas (@+4,00m) yang dianggap mewakili data COL (@+4,50m) dan TT2 di ujung tiang tepatnya 1 m di atas ujung tiang (lih. *Lampiran A; Gambar A1*). Data yang digunakan adalah data pembacaan:

- a. peralihan kepala tiang (tepat pada level *jack hydraulic* dipasang),
- b. peralihan tiang pada COL (TT1), dan
- c. peralihan ujung tiang (TT2),

untuk setiap beban yang diaplikasikan pada uji pembebanan. Data ini akan disajikan dalam bentuk grafik peralihan vs beban (*load vs settlement*) baik model PLAXIS maupun tiang aktual. Data tersebut kemudian direduksi untuk mendapatkan informasi pemendekan tiang hasil pengukuran dan membandingkannya dengan model PLAXIS. Kapasitas tiang ultimit juga dideterminasi pada tahap ini dimana dihitung dengan tiga metode yang dijelaskan pada §3.1, yaitu menggunakan metode Davisson, Mazurkiewicz dan Chin.

### 3.3.4 Meninjau Tegangan-Regangan Tiang

Data instrumentasi berupa regangan yang diperoleh dari pembacaan tujuh level VWSG (satu pasang pada tiap level dan ditanamkan disepanjang badan tiang), kemudian akan dibandingkan dengan output *calculation model* yang dihitung oleh PLAXIS V8 untuk semua siklus pembebanan. Kecenderungan perilaku akan diobservasi pada tahap ini, khususnya regangan. Tegangan hanya diperoleh dari data output PLAXIS sehingga data aktual yang bisa dibandingkan berdasarkan estimasi yang diberikan pada §6.5.

### 3.3.5 Menghitung Distribusi Beban

#### 3.3.5.1 Tiang Uji (TP-01)

Perhitungan beban aksial pada tiang uji adalah sepanjang badan tiang dilakukan pada titik-titik di mana VWSG dipasang. Perhitungan akan dilakukan dengan persamaan (2.9). Asumsi yang digunakan adalah luas penampang tiang dianggap konstan sepanjang badan tiang dan tidak mengalami perubahan selama uji pembebanan berjalan. Hasil yang diperoleh kemudian disajikan dalam suatu grafik beban terhadap kedalaman.

Perhitungan beban aksial adalah beban aksial pada kepala tiang @COL level dan pada ujung tiang. Beban pada kepala tiang ( $Q_{COL}$ ) dianggap sama dengan beban yang diaplikasikan pada *jack hydraulic* ( $P$ ),

$$Q_{COL} = P$$

sedangkan beban aksial pada ujung bawah tiang ( $Q_p$ ) diperoleh dari hasil reduksi beban  $Q_{COL}$  terhadap  $Q_f$  (friksi tiang).  $Q_p$  yang didapatkan adalah pada level di mana ujung *telltale* ke dua berada atau pada VWSG level G (lih. *Lampiran A; Gambar A1*), yaitu  $\pm 1$  m di atas ujung tiang,

$$Q_p = Q_{VWSG \text{ lev. } G}$$

### 3.3.5.2 Model PLAXIS V8

Untuk model PLAXIS, data yang diperoleh adalah kontinu sepanjang tiang sehingga beban pada kepala tiang dan ujung tiang sekaligus dapat dihitung. Determinasi akan dilakukan dengan dua metode, yang pertama berdasarkan regangan tiang dikalikan modulus elastisitas tiang dan luas penampang tiang yang keduanya dianggap konstan sepanjang kedalaman (meskipun *Poisson ratio* yang diinput  $\neq 0$ ; sesuai dengan batasan masalah dalam §1.5). Metode yang kedua adalah langsung mengalikan tegangan dengan luas penampang tiang (konstan).

### 3.3.6 Menghitung Unit Tahanan Friksi

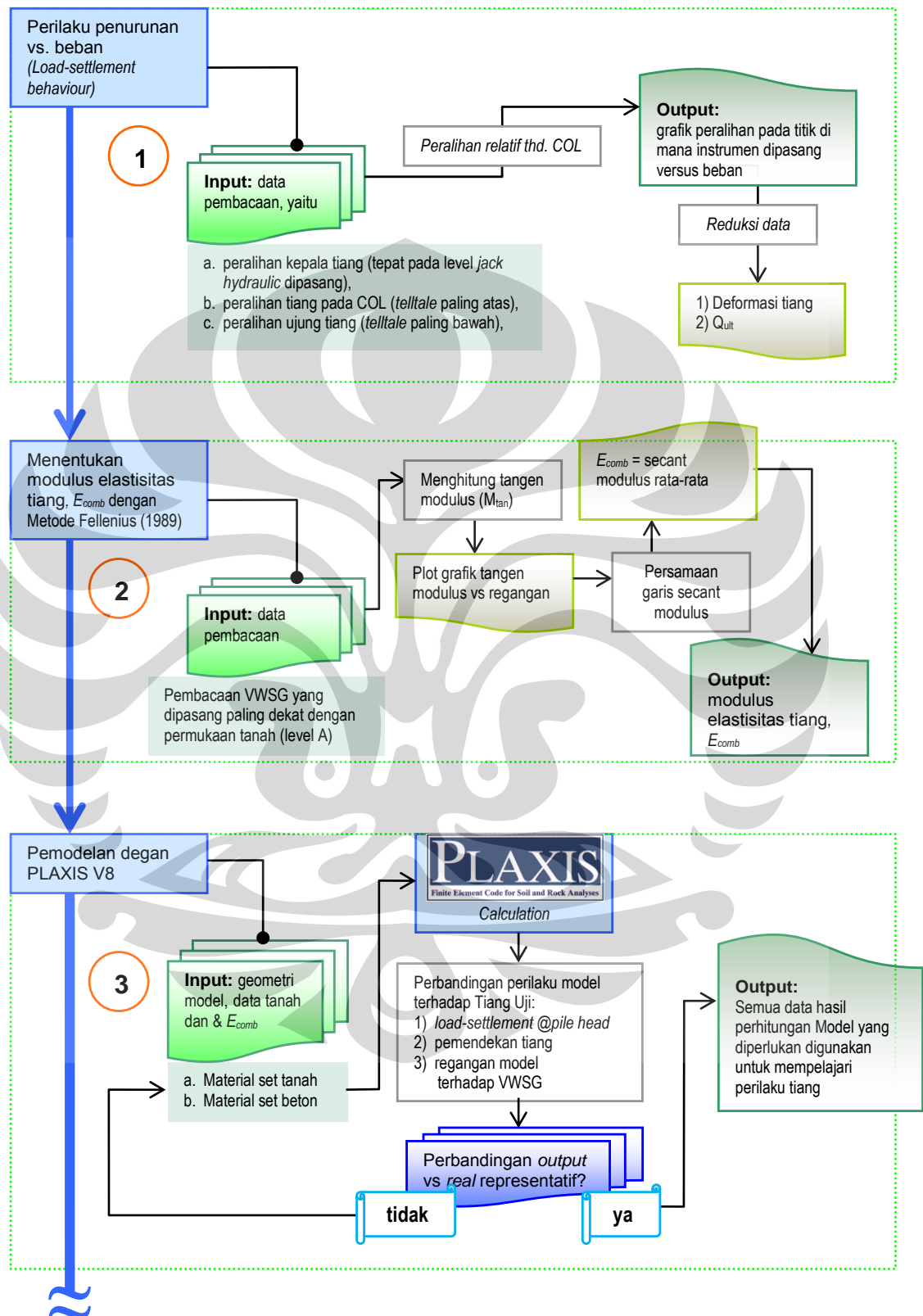
Perhitungan unit tahanan friksi yang dilakukan adalah friksi pada bagian tiang yang diapit oleh dua VWSG dengan menggunakan persamaan (2.12). Nilai ini adalah untuk mengevaluasi daya dukung friksi tanah. Penentuan parameter perhitungan adalah sebagai berikut,

- a.  $\Delta Q$  adalah perubahan beban aksial antara dua unit VWSG yang mengapit segmen tiang
- b.  $\Delta z$  adalah perbedaan level pemasangan VWSG yang ditinjau
- c.  $A$  dianggap tidak mengalami perubahan selama uji pembebanan berjalan, sehingga diameter tiang  $B$  adalah konstan.

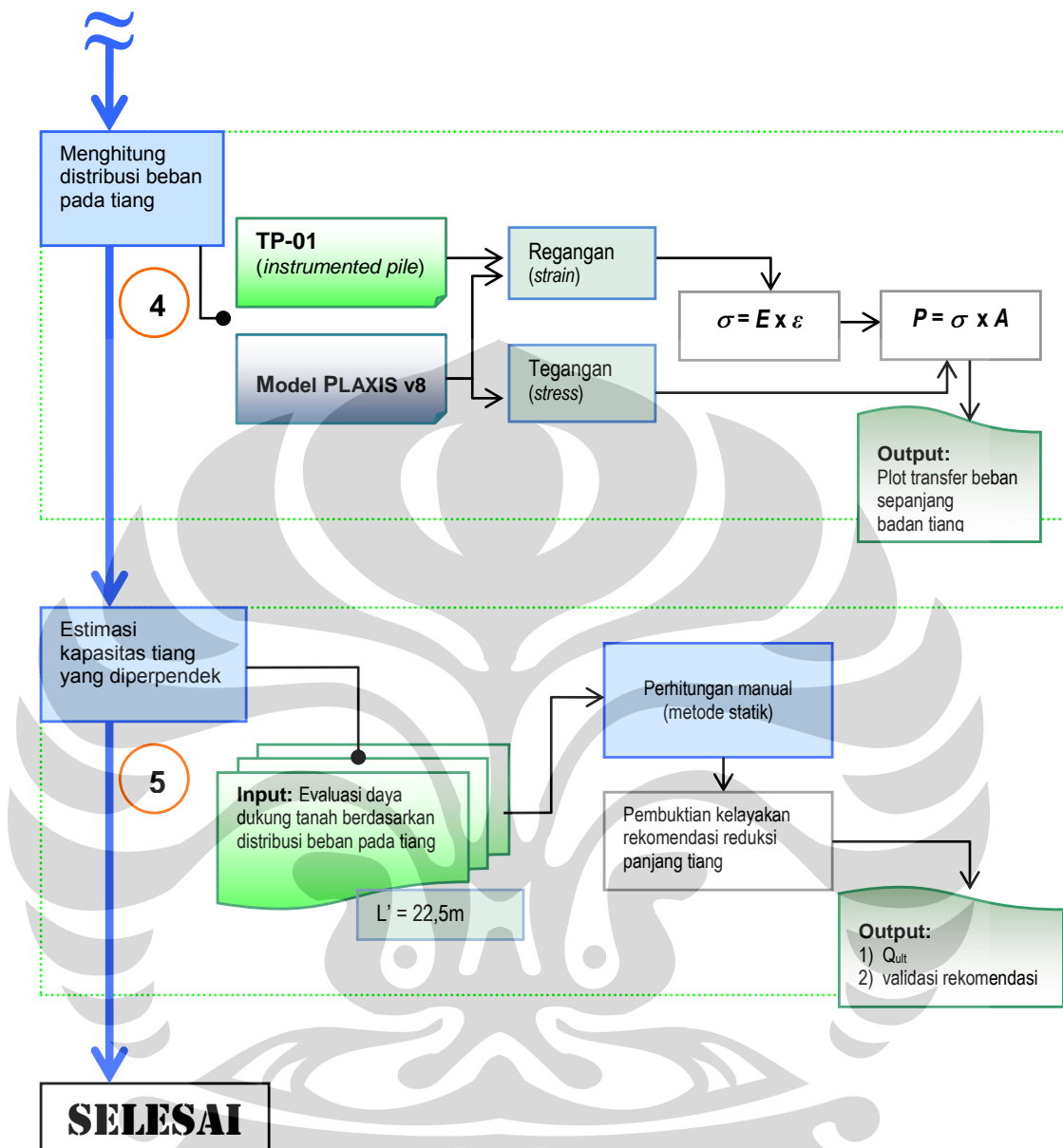
### 3.3.7 Estimasi Kapasitas Tiang Setelah Reduksi Panjang

Tujuan dilakukan instrumentasi pada *loading test* ini adalah untuk mengetahui distribusi beban tiang dan mengevaluasi tahanan yang dikerahkan tanah pada kondisi aktual agar dapat direkomendasikan pengurangan panjang desain tiang mengingat jumlah tiang bor pada proyek ini yang jumlahnya sangat banyak. Pemotongan tiang atau pengurangan panjang tiang dilakukan pada ujung bawah tiang bor. Panjang awal pondasi adalah,  $L = 25\text{m}$ ; dari analisis hasil uji direkomendasikan reduksi 2,5m, sehingga panjang tiang menjadi  $L' = 22,5\text{m}$ . Estimasi kapasitas dilakukan dengan perhitungan manual (metode statik) berdasarkan nilai daya dukung tanah yang telah dievaluasi dari olah data hasil instrumentasi.

## Diagram Alir Perhitungan



Gambar 3.6. Diagram Alir Prosedur Perhitungan



Gambar 3.6. Diagram Alir Prosedur Perhitungan (sambungan)

## **BAB 4**

### **TIANG UJI TP-01 (BP 737)**

#### **4.1 PENYELIDIKAN TANAH**

##### **4.1.1 Titik Penyelidikan B-2**

Jenis penyelidikan yang dilakukan pada titik ini adalah bor dalam dengan uji *Standard Penetration Test* (SPT) yang dikerjakan hingga kedalaman  $\pm 30$  m dari muka tanah eksisting (El.GS @+15m), penyelidikan ini dilakukan pada tahun 2005. Muka air tanah dijumpai pada kedalaman 6 m di bawah muka tanah atau pada elevasi @+9m. Lapisan tanah keras (N-SPT = 50 blows/30cm) mulai ditemui pada kedalaman 16,5 m di bawah muka tanah eksisting atau pada elevasi @-1,5m. Hasil lengkap penyelidikan **B-2** dapat dilihat pada *Lampiran A*.

##### **4.1.2 Profil Tanah**

Profil tanah yang digunakan dalam estimasi kapasitas vertikal tiang tunggal adalah berdasarkan penyelidikan tanah pada **B-2** dan observasi saat melakukan pengeboran lubang (*drilled pile observation*). Visualisasi profil tanah diberikan pada **Gambar 4.1**.

##### **4.1.3 Properti Tanah**

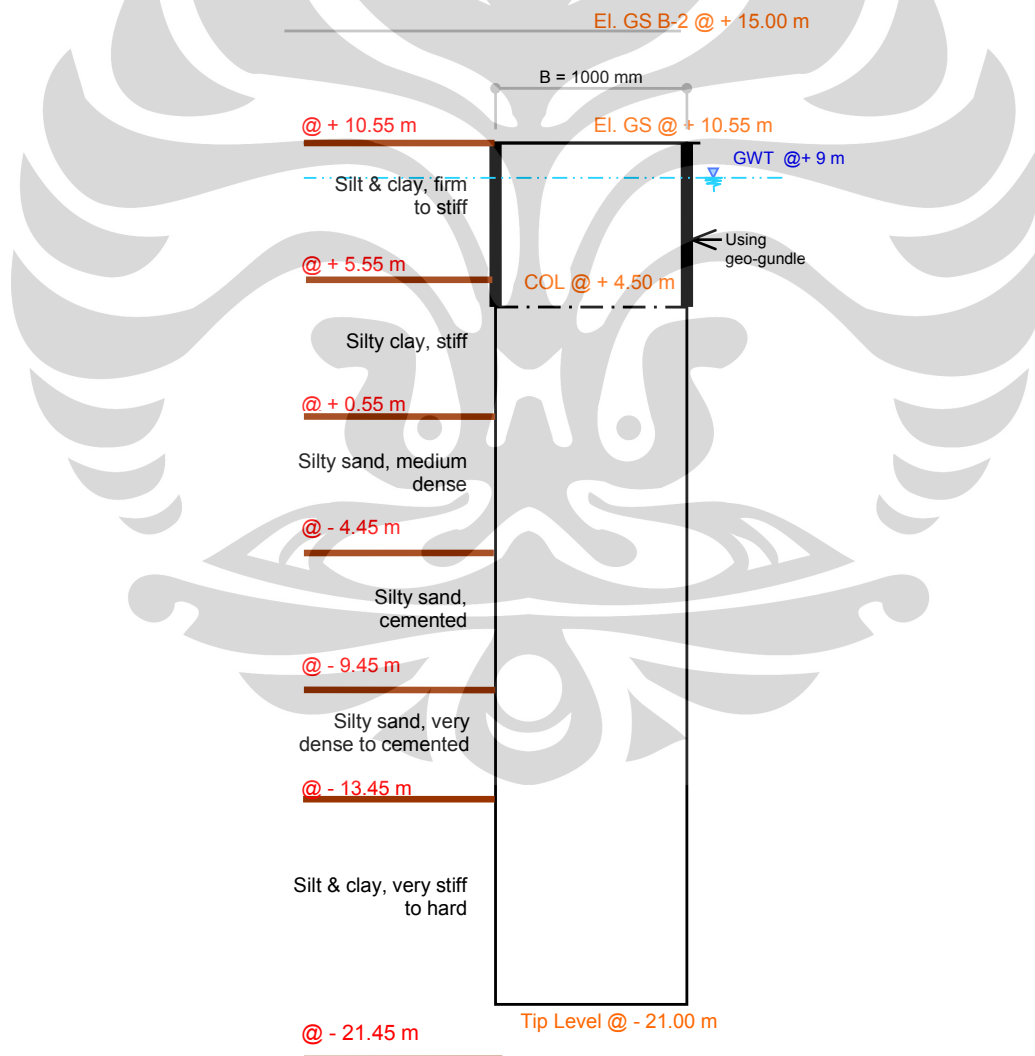
Nilai-nilai parameter tanah perlu ditentukan untuk mengestimasi kapasitas tiang dengan baik. Penulis menentukan properti tanah dengan mencari korelasi empiris hasil uji lapangan dari literatur geoteknik. Kekuatan tanah yang diperhitungkan adalah yang berada di bawah COL (@+4,50m), permukaan selimut tiang di sebelah atas COL dilapisi dengan *Geogundle*, yaitu geomembran untuk mengeliminasi friksi segmen tersebut. Bagian tersebut bukan bagian dari struktur pondasi, akan tetapi sengaja ditambahkan dalam proses konstruksi tiang untuk melindungi besi tulangan dari korosi. Dengan demikian, diharapkan bagian tersebut tidak ikut memberikan friksi saat *loading test* dilaksanakan.

**Tabel 4.1.** Properti Tanah untuk Perhitungan TP-01

Lap.	Elevasi (m)		Tebal (m)	Jenis <i>Konsistensi / kepadatan</i>	$\gamma_{sat}^*$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi^*$ ( $^{\circ}$ )
1	+10,55	s/d +5,55	5,00	Lanau dan lempung, <i>sedang sampai kaku</i>	17	0**
2	+5,55	s/d +0,55	5,00	Lempung kelanauan, <i>kaku</i>	17	0
3	+0,55	s/d -4,45	5,00	Pasir kelanauan, <i>kepadatan sedang</i>	19	32
4	-4,45	s/d -9,45	5,00	Pasir kelanauan, <i>tersementasi</i>	20	0
5	-9,45	s/d -13,45	4,00	Pasir kelanauan, <i>sangat padat sampai tersementasi</i>	20	38
6	-13,45	s/d -21,45	8,00	Lanau dan lempung, <i>sangat kaku sampai keras</i>	17	0

**Keterangan :**\* : korelasi empiris properti tanah dengan N-SPT (lih. **Gambar A1**, *Lampiran A*), sumber: J. Bowles (1984)

\*\* : tahanan tidak diperhitungkan

**Gambar 4.1.** Profil Tanah untuk Estimasi Kapasitas Aksial TP-01

## 4.2 DATA TEKNIS TIANG BOR

Berikut ini adalah data tiang BP. 737 atau TP-01:

Panjang total	$L_t$	=	31,55	m
Panjang badan struktural	$L$	=	25,50	m
Diameter	$B$	=	1,00	m
Berat jenis beton <sup>1</sup>	$\gamma_c$	=	23,40	KN/m <sup>3</sup>
Kuat tekan beton <sup>2</sup>	$f_c'$	=	45,96	MPa
Beban kerja	$Q$	=	550	ton

## 4.3 ESTIMASI KAPASITAS TIANG

### 4.3.1 Tahanan Selimut dan Ujung Tiang

Tegangan vertikal pada tanah dihitung berdasarkan berat jenis tanah pada Tabel 4.1, berat jenis air adalah 9,81 KN/m<sup>3</sup>. Dalam perhitungan tegangan tanah, MAT dan elevasi teratas profil tanah ditetapkan berada tepat pada COL (di level itu akan jadi lantai *basement*). Kolom (7) memuat perhitungan tegangan vertikal total, kolom (8) adalah perhitungan tegangan hidrostatis akibat keberadaan air di elevasi @+4,50 m dan tegangan vertikal efektif didapatkan dari hasil pengurangan tegangan total dengan tegangan hidrostatis. Hasil kalkulasi seperti dalam Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Perhitungan Tegangan Vertikal Efektif ( $\sigma_{vo}'$ )

(0) <i>Lap Tanah</i>	(1) <i>Elev (m)</i>	(2) $\bar{N}$ -SPT	(3) <i>L (m)</i>	(4) $\gamma_w$ (KN/m <sup>3</sup> )	(5) $\gamma_{sat}$ (KN/m <sup>3</sup> )	(6) $\phi$ (°)	(7) $\sigma_{vo}$ (KN/m <sup>2</sup> )	(8) $\sigma_w$ (KN/m <sup>2</sup> )	(9) $\sigma_{vo}'$ (KN/m <sup>2</sup> )
1	5.550		COL						
2	4.500	15	0.000	9.81	17	0	0.00	0.00	0.00
2	1.975	10	2.525	9.81	17	0	42.93	24.77	18.15
2	0.550	35	3.950	9.81	17	0	67.15	38.75	28.40
3	-1.950	50	6.450	9.81	19	32	114.65	63.27	51.38
3	-4.450	50	8.950	9.81	19	32	162.15	87.80	74.35
4	-6.750	45	11.250	9.81	20	0	208.15	110.36	97.79
4	-9.450	55	13.950	9.81	20	0	262.15	136.85	125.30
5	-11.950	50	16.450	9.81	20	38	312.15	161.37	150.78
5	-13.450	50	17.950	9.81	20	38	342.15	176.09	166.06
6	-17.225	-	21.725	9.81	17	0	406.33	213.12	193.20
6	-21.000	-	25.500	9.81	17	0	470.50	250.16	220.35

Dalam Tabel 4.1 telah didefinisikan konsistensi dan kepadatan relatif dari tanah, menurut korelasinya dengan nilai SPT dan tinjauan visual hasil *log boring* (terlampir). Berikut ini akan dipaparkan perhitungan pada Tabel 4.3. Terzaghi

<sup>1</sup> berdasarkan *compression test on concrete specimen* (14-07-2008); data terlampir

<sup>2</sup> *Ibid*; nilai dirata-ratakan



(1996, p.63) menyediakan korelasi antara konsistensi tanah kohesif dengan nilai *unconfined compression test* ( $q_c$ ) dan nilai *undrained shear strength* ( $s_u$ ) tanah kohesif diestimasi berdasarkan hubungan  $s_u = q_u/2$  (dalam Bowles, 1996, p.95) yang berlaku untuk asumsi tanah terkonsolidasi normal (NC) dengan sudut geser  $\phi = 0^\circ$ . Dalam analisis tegangan total ini digunakan alpha ( $\alpha$ ) sebagai faktor reduksi kekuatan tanah kohesif. Besarnya diambil konstan sepanjang tiang berdasarkan nilai yang diusulkan oleh Reese dan O'Neill (1988) yaitu sebesar  $\alpha = 0,55$ . Pasir kelanauan tersementasi diasumsikan akan mengikuti kondisi *undrained* dan tahanan friksi dari lapisan ini diestimasi dengan metode alpha.

**Tabel 4.3.** Beberapa Parameter Kekuatan dan Daya Dukung Tanah

(0) <i>Lap. Tanah</i>	(1) <i>Elev (m)</i>	(2) $\bar{N}$ -SPT	(3) <i>L (m)</i>	(4) $q_u$ (KN/m <sup>2</sup> )	(5) $s_u$ (KN/m <sup>2</sup> )	(6) $\alpha^*$	(7) $\beta^{**}$	(8) $N_c$	(9) $N_q^{***}$
1	5.550		COL						
2	4.500	15	0.000	220	110	0.55	N/A	5.7	-
2	1.975	10	2.525	220	110	0.55	N/A	5.7	-
2	0.550	35	3.950	220	110	0.55	N/A	5.7	-
3	-1.950	50	6.450	N/A	N/A	N/A	0.88	-	14
3	-4.450	50	8.950	N/A	N/A	N/A	0.76	-	14
4	-6.750	45	11.250	600	300	0.55	N/A	5.7	-
4	-9.450	55	13.950	600	300	0.55	N/A	5.7	-
5	-11.950	50	16.450	N/A	N/A	N/A	0.50	-	25
5	-13.450	50	17.950	N/A	N/A	N/A	0.46	-	25
6	-17.225	-	21.725	800	400	0.55	N/A	9.00	-
6	-21.000	-	25.500	800	400	0.55	N/A	9.00	-

**Keterangan :**

- \* : diambil dari Reese & O'Neill (1988) yang juga diadopsi oleh FHWA (1999) dalam dokumen FHWA-IF-99-025
- \*\* : diambil dari Reese & O'Neill (1978) dalam Terzhagi (1996) juga diadopsi oleh FHWA (1999) dalam FHWA-IF-99-025
- \*\*\* : diambil dari NAVFAC (1986) dalam dokumen DESIGN MANUAL 7.02 : Foundations & Earth Structures

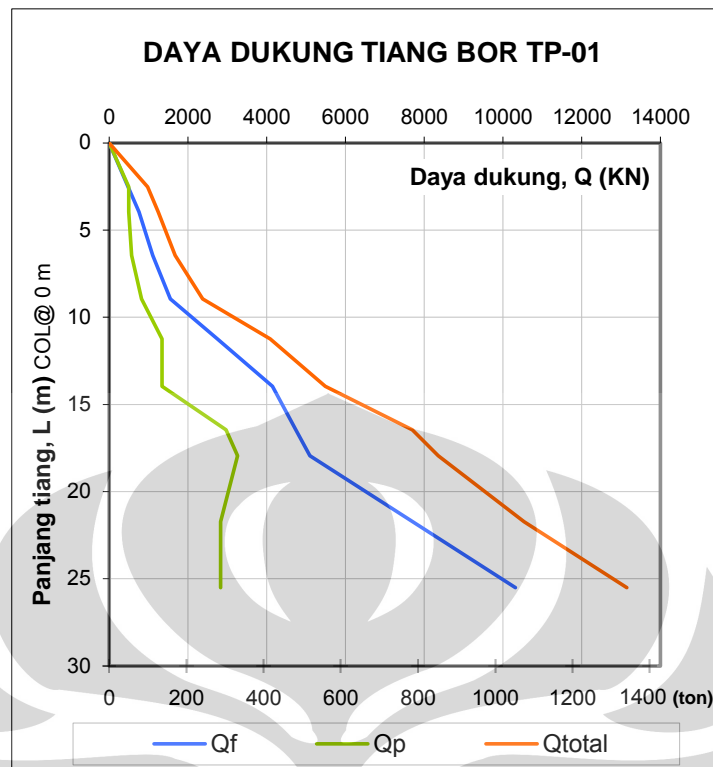
Tanah non-kohesif ditinjau dalam keadaan *drained* sekalipun analisis dilakukan dalam kondisi *undrained*. Tanah non-kohesif yang didominasi oleh pasir dengan sisipan lanau yang terletak pada bagian tengah. Dalam perhitungan digunakan nilai beta ( $\beta$ ) sebagai faktor reduksi kekuatan tanah non-kohesif yang diambil berdasarkan korelasi empiris yang diusulkan oleh Reese dan O'Neill (1978) sesuai persamaan (2.5), nilai  $\beta$  seperti tercantum pada kolom (6) Tabel 4.3. Tanah yang diestimasi dengan metode ini adalah pasir kelanauan kepadatan sedang (lap.3) dan pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi (lap.5). Faktor daya dukung yang  $N_c$  dan  $N_q$  digunakan untuk mengestimasi tahanan ujung tiang pada tiap kedalaman berturut-turut untuk tanah kohesif dan non-kohesif, yaitu dengan

persamaan  $Q_p = A_p \cdot N_c \cdot s_u$  dan  $Q_p = A_p \cdot N_q \cdot \sigma_{vo}$ . Nilai  $N_c$  untuk tanah lempung atas ( $\phi = 0^\circ$ ) adalah 5,7 sesuai nilai yang diusulkan Terzaghi (1943), yang juga dimuat pada Table 4-2 dalam buku tulisan J. Bowles (1996, p.222). Untuk tanah kohesif bawah digunakan nilai  $N_c = 9$  berdasarkan nilai yang diusulkan Skempton (1951). Nilai  $N_q$  pada kolom (9) Tabel 4.3 diambil berdasarkan besaran yang dipublikasikan dalam dokumen NAVFAC (1986, p.7.2-194) untuk *drilled shaft*. Tabel 4.4 memuat perhitungan kapasitas tiang bor pada tiap elevasi.

**Tabel 4.4.** Perhitungan Daya Dukung Tiang

(1) <i>Elev</i> (m)	(2) <i>L</i> (m)	(3) <i>B</i> (m)	(4) $f_{kohesif}$ (KN/m <sup>2</sup> )	(5) $f_{nonkohesif}$ (KN/m <sup>2</sup> )	(6) <i>Q-f</i> (KN)	(7) <i>Q-p</i> (KN)	(8) <i>Q<sub>total</sub></i> (KN)	(9) <i>SF</i> friksi	(10) <i>SF</i> tip	(11) <i>SF</i> total
5.550	COL									
4.500	0.000	1.00	0	N/A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.975	2.525	1.00	60.5	N/A	480.11	492.64	972.75	0.09	0.09	0.18
0.550	3.950	1.00	60.5	N/A	751.06	492.64	1243.71	0.14	0.09	0.23
-1.950	6.450	1.00	N/A	44.97	1104.37	565.13	1669.50	0.20	0.10	0.31
-4.450	8.950	1.00	N/A	56.81	1550.71	817.86	2368.57	0.29	0.15	0.44
-6.750	11.250	1.00	165	N/A	2743.43	1343.57	4087.00	0.51	0.25	0.76
-9.450	13.950	1.00	165	N/A	4143.57	1343.57	5487.14	0.77	0.25	1.02
-11.950	16.450	1.00	N/A	75.73	4738.58	2961.66	7700.24	0.88	0.55	1.43
-13.450	17.950	1.00	N/A	76.02	5096.94	3261.90	8358.84	0.94	0.60	1.55
-17.225	21.725	1.00	220	N/A	7707.08	2828.57	10535.65	1.43	0.52	1.95
-21.000	25.500	1.00	220	N/A	10317.22	2828.57	13145.80	1.91	0.52	2.44

Angka pada kolom (6) merupakan akumulasi tahanan selimut dari kepala tiang hingga kedalaman yang ditinjau. Tahanan ujung—kolom (7)—dihitung pada titik yang ditinjau dan bukan nilai akumulasi. Kapasitas total tiang dihitung dengan menambahkan tahanan selimut dan tahanan ujung pada level yang ditinjau dan tabulasi perhitungan diberikan pada kolom (8), di mana nilai tersebut belum dikurangi oleh berat sendiri tiang bor yang akan mereduksi kapasitas tiang. Angka keamanan merupakan rasio kekuatan tanah terhadap beban kerja, di mana beban kerja yang direncanakan adalah 550 ton  $\approx$  5393,66 KN. Dengan panjang badan tiang yang terpendam TP-01 dalam tanah adalah 25,50 m (*L* desain 25,00 m), angka keamanan yang dicapai sebesar 2,44.



Gambar 4.2. Plot Daya Dukung vs Panjang Tiang Sebelum Direduksi Berat Sendiri

### 4.3.2 Berat Tiang Bor

Berat tiang bor yang dihitung adalah luas penampang melintang dikalikan panjang badan struktural tiang, berat jenis tiang diambil  $24 \text{ KN/m}^3$  sebagai penyesuaian terhadap adanya tulangan (baja).

$$W_p = \gamma_c \times V_p = 24 \text{ KN/m}^3 \times \left(25,5 \times \frac{\pi \times 1^2}{4}\right) \text{m}^3 = 480,66 \text{ KN}$$

### 4.3.3 Kapasitas Ultimit Tiang Bor

Beban aksial (ultimit) yang mampu ditanggung oleh tiang berdasarkan analisis ini adalah,

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_{total} - W_p \\ Q_{ult} &= 13145,80 - 480,66 \\ &= 12665,14 \text{ KN} \approx 1291,48 \text{ ton} \end{aligned}$$

Angka keamanan terhadap beban desain sebesar,

$$SF = \frac{1291,48 \text{ ton}}{550 \text{ ton}} = 2,35$$

#### 4.4 INSTRUMENTASI

Instrumen pengujian yang akan dipaparkan pada bagian ini adalah dua macam instrumen pengukur deformasi tiang sesuai dengan penjelasan pada bab-bab sebelumnya. Penjelasan ini sesuai dengan Spesifikasi Teknis *Preliminary Test Pile* Proyek XZ yang disiapkan oleh *Consulting Engineers* pada proyek konstruksi tersebut.

##### 4.4.1 Telltale

Hal-hal yang harus diperhatikan dan dipenuhi untuk instrumen ini yaitu,

- 1) *telltale* yang dipasang sebanyak dua unit, yaitu pada *Cut-Off Level* dan di dekat ujung tiang
- 2) *telltale casing* adalah pipa PVC dengan diameter 25 mm dan menempel dengan kuat pada tulangan; *casing* tidak boleh mengalami deformasi
- 3) *telltale casing* mampu menahan panas hidrasi beton
- 4) *casing* harus terpasang lurus
- 5) batang *telltale* berdiameter 10 mm terbuat dari *solid stainless steel* yang telah dilumasi
- 6) pembacaan dilakukan dengan *dial gauge* mekanis dengan interval pembacaan identik dengan pembacaan VWSG selama uji beban
- 7) ketelitian *dial gauge* yang digunakan adalah  $\pm 0,01$  mm

##### 4.4.2 Vibrating Wire Strain Gauge

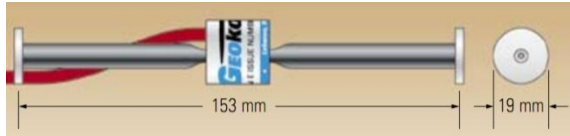
Pengukur regangan yang dipasang adalah VWSG buatan Geokon dengan Model VCE 4200 yang didesain secara khusus untuk ditanam dalam beton. Total VWSG yang dilas bersama dengan tulangan adalah empat belas unit. Beberapa hal yang harus dipenuhi adalah

- 1) tata cara pengelasan maupun perlindungan instrumen sebelum pengecoran harus mengikuti rekomendasi dari perusahaan pembuatnya
- 2) instrumen harus kedap air dan mampu bertahan terhadap kondisi yang kurang menguntungkan selama konstruksi tiang berlangsung
- 3) instrumen mampu menahan tekanan air sebesar 15 bar (1,5 MPa)

- 4) panjang badan instrumen tidak kurang dari 140 mm
- 5) rentang regangan sebaiknya  $\geq 3000 \mu\epsilon$  dengan resolusi  $1,0 \mu\epsilon$
- 6) kabel penghubung harus kedap air dan memiliki ketahanan yang baik terhadap panas
- 7) instrumen harus menempel kuat pada tulangan
- 8) instrumen sebaiknya dilindungi terhadap kemungkinan beradu dengan pipa *tremie* selama proses pengecoran berlangsung
- 9) pada lokasi di mana instrumen berada, tulangan disekitarnya harus diberi pengaku untuk menghindari distorsi posisi instrumen tersebut saat instalasi tulangan
- 10) instrumen pada level pemasangan yang sama disusun pada pola yang simetris
- 11) pembacaan regangan dilakukan:
  - pada waktu konstruksi tiang,
    - a. setelah instrumen ditempelkan pada tulangan
    - b. setelah tulangan ditempatkan pada lubang bor
    - c. setelah pengecoran
  - pada saat uji beban,
    - a. sesaat sebelum pembebanan
    - b. saat beban tercapai
    - c. sebelum beban dikurangi
    - d. pada interval waktu tertentu selama beban ditahan

**Tabel 4.5.** Spesifikasi Teknis VWSG Geokon VCE 4200

Geokon VCE 4200	
Standard range	3000 $\mu\epsilon$
Sensitivity	1.0 $\mu\epsilon$
Accuracy	$\pm 0.5\%$ F.S.
Nonlinearity	< 0.5% F.S.
Temperature range	-20°C to +80°C
Active gage length	153 mm
Thermal coefficient of expansion	12.0 ppm/°C
Coil resistance	180 $\Omega$
Cable type	4 conductor shielded 22 awg
Frequency datum	800 Hz



Sumber: Geokon, Inc. data products

## 4.5 KONSTRUKSI TIANG UJI

### 4.5.1 Pengeboran Lubang

Pengeboran dilakukan dengan mesin bor (*rotary drilling machine*) merk SOILMEC R-416 dengan menggunakan kombinasi *bucket* dan *auger*. Sesuai diameter nominal tiang, lubang dibuat dengan garis tengah 1000 mm.



**Gambar 4.3.** Pengeboran Lubang. Kiri: Mesin Bor SOILMEC R-416; Kanan: Tipikal Konstruksi Pengeboran Lubang (dari Dokumentasi Konstruksi TP-03/BP 16)

Pengeboran dilakukan pada tanggal 16 Juni 2008 mulai pukul 10.26 WIB hingga pukul 12.03 WIB. Pembersihan dasar lubang bor (*cleaning*) dimulai pukul 12.04 WIB selesai pukul 12.11 WIB. Kedalaman lubang setelah pembersihan adalah 32,20 m tepatnya pada elevasi @-21,00 m. Lubang dibuat dengan metode basah, karena muka air tanah lebih tinggi dari elevasi ujung tiang (**Gambar 4.1**). *Metal casing* dipasang dekat permukaan tanah, mulut *casing* berada pada elevasi @+11,19 m dan panjang total 6 m. Selama pengeboran, tidak diperkenankan menggunakan *slurry* untuk stabilisasi dinding lubang sesuai Spesifikasi Teknis Pekerjaan Tiang Bor Proyek XZ.

### 4.5.2 Tulangan Tiang Bor

Tulangan dirakit terlebih dahulu sebelum dipasang dan pekerjaan pengecoran berlangsung pada lubang bor. Panjang pembedaan untuk TP-01 adalah 31,10 m (*steel extention*: 70 cm) dengan konfigurasi sebagai berikut: tulangan utama 28D22 (6 m); 28D22 (11 m) dan 14D22 (14 m) untuk bagian atas, tengah dan bawah sedangkan tulangan spiral terdiri dari D10-100; D10-200 dan D10-200 untuk bagian atas, tengah dan bawah. *Geogundle* dipasang pada tulangan di

sebelah luar beton *decking*. Lembaran tersebut dipasang dua lapis, dengan lembar bermuka licin saling menempel dan lembar bermuka kasar masing-masing menghadap tiang (sebelah dalam) dan tanah (sebelah luar) agar dapat bekerja sesuai harapan, yaitu meniadakan friksi pada bagian tiang di atas COL. Instrumen pengukur deformasi, VWSG dipasang pada tulangan pada tiap-tiap level pemasangan, di mana untuk tiap levelnya terdapat sepasang VWSG pada posisi melintang saling berhadapan pada satu garis melalui garis tengah tiang. Instalasi VWSG dilakukan dengan las pada kedua ujung instrumen melekat dengan tulangan (Gambar 4.4).



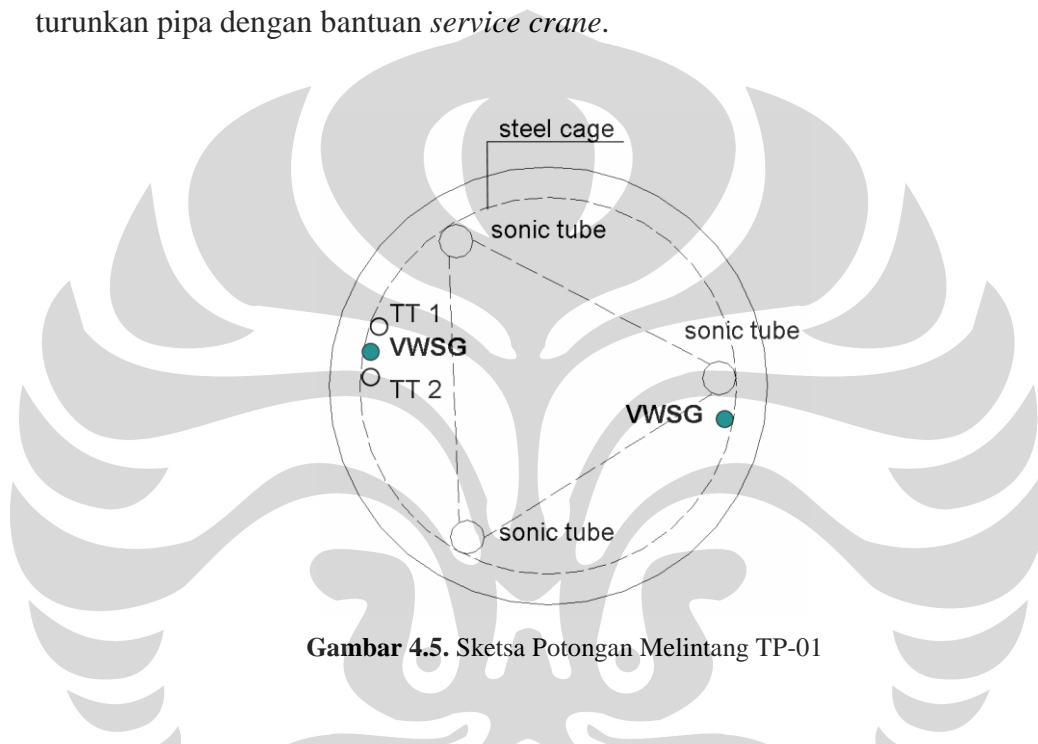
**Gambar 4.4.** Tulangan Tiang Bor. Kiri: Pemasangan VWSG; Kanan: Penempatan Tulangan ke dalam Lubang Bor (Gambar Kanan dari Dokumentasi Konstruksi TP-03/BP 16)

Tulangan dimasukkan ke dalam lubang bor dengan bantuan *service crane* dengan dua batang penggantung (besi) yang telah dilas pada tulangan dengan panjang tertentu. Kepala penggantung berupa kait yang akan disangkutkan pada mulut *casing* kemudian diberi sambungan geser berupa las titik. Metode pengecoran adalah dengan pipa *tremie*, agar tulangan tidak terangkat saat beton mengisi lubang maka tulangan ditahan oleh sebuah *stopper*.

#### 4.5.3 Pengecoran Tiang Bor

Pengecoran dilakukan dengan metode *tremie*, di mana kedalaman lubang bor adalah 32,20 m dan panjang total pipa *tremie* yang digunakan pada pengecoran tahap pertama sepanjang 31,00 m + *hopper*. Beton yang digunakan adalah *ready mix* dengan *slump* (hasil uji lapangan) 17–18 cm dan kuat tekan rencana dengan nominal  $f_c' = 42$  MPa.

Pekerjaan dilakukan mulai pukul 13.32 WIB dan selesai pada pukul 14.25 WIB. Sebelum pengecoran dilakukan, pipa PVC untuk 'rumah' batang *telltale* dipasang. Selain pengukuran deformasi, pada TP-01 juga dilakukan uji integritas tiang dengan *sonic logging*. Untuk kebutuhan tersebut dipasang pula tiga batang silinder kosong (*sonic tube*) yang terbuat dari *black steel*. Tampak atas posisi masing-masing instrumen pada TP-01 ditunjukkan pada **Gambar 4.5**. Pematatan beton dilakukan sebelum pemotongan segmen pipa *tremie*, yaitu dengan menaikkan turunkan pipa dengan bantuan *service crane*.



**Gambar 4.5.** Sketsa Potongan Melintang TP-01



**Gambar 4.6.** Proses Pengecoran Lubang Bor (dari Dokumentasi Konstruksi TP-03/BP 16)



## 4.6 UJI BEBAN VERTIKAL STATIK

### 4.6.1 Metode Pelaksanaan

Percobaan pembebanan vertikal di proyek ini dilakukan dengan sistem kentledge, termasuk untuk TP-01. Metode pelaksanaannya adalah sebagai berikut<sup>3</sup>:

- 1) pembuatan *pile cap* ukuran diameter 1200 mm pada tiang bor
- 2) pemasangan pelat tebal 5 cm dengan ukuran 122 cm x 122 cm pada *pile cap* untuk perataan beban *hydraulic jack*
- 3) pemasangan 2 buah *hydraulic jack* dengan titik berat tepat di tengah as tiang bor
- 4) pemancangan dolken untuk dudukan kaki *loading test*



**Gambar 4.7a.** Pelaksanaan Uji Beban Statik. Kiri: Persiapan Kaki Kentledge; Kanan: Penyusunan Blok Beton (dari Dokumentasi Pengujian TP-03/BP 16)\*



**Gambar 4.7b.** Pelaksanaan Uji Beban Statik. Kiri: Beban Uji Kentledge Telah Siap; Kanan: Persiapan Jack dan Dial Gauge (dari Dokumentasi pengujian TP-03/BP 16)\*

\*Pelaksanaan uji beban vertikal TP-03 adalah tipikal dengan TP-01; dokumentasi foto-foto jelas yang dimiliki penulis hanya untuk pengujian TP-03

<sup>3</sup> Laporan *Loading Test Bored Pile* Ø1000 mm TP-01 (BP: 737) Proyek XZ oleh kontraktor spesialis pondasi yang ditunjuk dalam proyek tersebut (2008), hlm.3

- 5) pemasangan kaki *loading test* dan kaki *test beam*
- 6) pemasangan sekunder *beam* dari IWF 200 x 500 x 12000
- 7) penyusunan beban dari blok beton dengan ditutup terpal pada puncaknya
- 8) pemasangan *reference beam* pada sisi kiri dan kanan *bored pile*
- 9) pemasangan plafond pada area *dial gauge* untuk menghindari benda-benda yang jatuh karena gesekan antara blok beton selama masa pembebanan sehingga tidak mengganggu *dial gauge* saat pembacaan penurunan yang terjadi
- 10) pemasangan rangka besi untuk dudukan *dial gauge*
- 11) pemasangan lampu penerangan, pompa *hydraulic jack*, *dial gauge*, mistar, *waterpass*, dan lain-lainnya untuk kelengkapan *loading test*
- 12) pelaksanaan *loading test*

#### 4.6.2 Peralatan Uji Beban

Peralatan yang digunakan untuk uji beban vertikal statik adalah sebagai berikut<sup>4</sup>:

- 1) Dongkrak hidrolik (*hydraulic jack*)
  - a. Jumlah : 2 unit
  - b. Kapasitas : 1000 ton/unit
  - c. Diameter silinder : 22 <sup>1</sup>/<sub>16</sub> in.
  - d. Luas piston : 227 sq in.
  - e. *Travel piston max* : 6 in.
  - f. Merk : Enerpac VLR 10006
- 2) Pompa (*hydraulic pump*)
  - a. Jumlah : 1 unit
  - b. Merk : 1000 ton/unit
  - c. *Max. pressure* : 10 000 PSI.
- 3) Ekstensometer
  - a. Jumlah : 6 unit
  - b. Merk : Mitutoyo
  - c. Ketelitian : 0,01 mm
  - d. Kapasitas : 50 mm

<sup>4</sup> *Ibid.*, 5

- 4) Manometer (*pressure gauge*)
  - a. Jumlah : 1 unit
  - b. Merk : Enerpac
  - c. Kapasitas : 10 000 PSI.
- 5) Waterpass (*pressure gauge*)
  - a. Jumlah : 1 unit
  - b. Merk : Top Con
- 6) Kelengkapan untuk pembebanan
  - a. Blok beton
  - b. Pelat untuk landasan kaki
  - c. Balok utama (*main beam*)
  - d. Balok sekunder (*secondary beam*)

#### 4.6.3 Pelaksanaan Uji Beban

Tiang bor TP-01 (BP 737) dibebani dengan beban maksimum 250% x 550 ton atau 1375 ton. Pembebanan dilakukan dengan sistem kentledge, untuk membaca besarnya tekanan yang diberikan *hydraulic jack* pada kepala tiang bor dilakukan dengan manometer (*pressure gauge*) yang dipasang pada pompa. Penurunan vertikal dibaca dengan *dial gauge* yang dipasang pada keempat penjurur tiang. Dua *dial gauge* lainnya dipasang pada kedua sisi tiang bor untuk pergeseran horizontal terhadap *reference beam*.

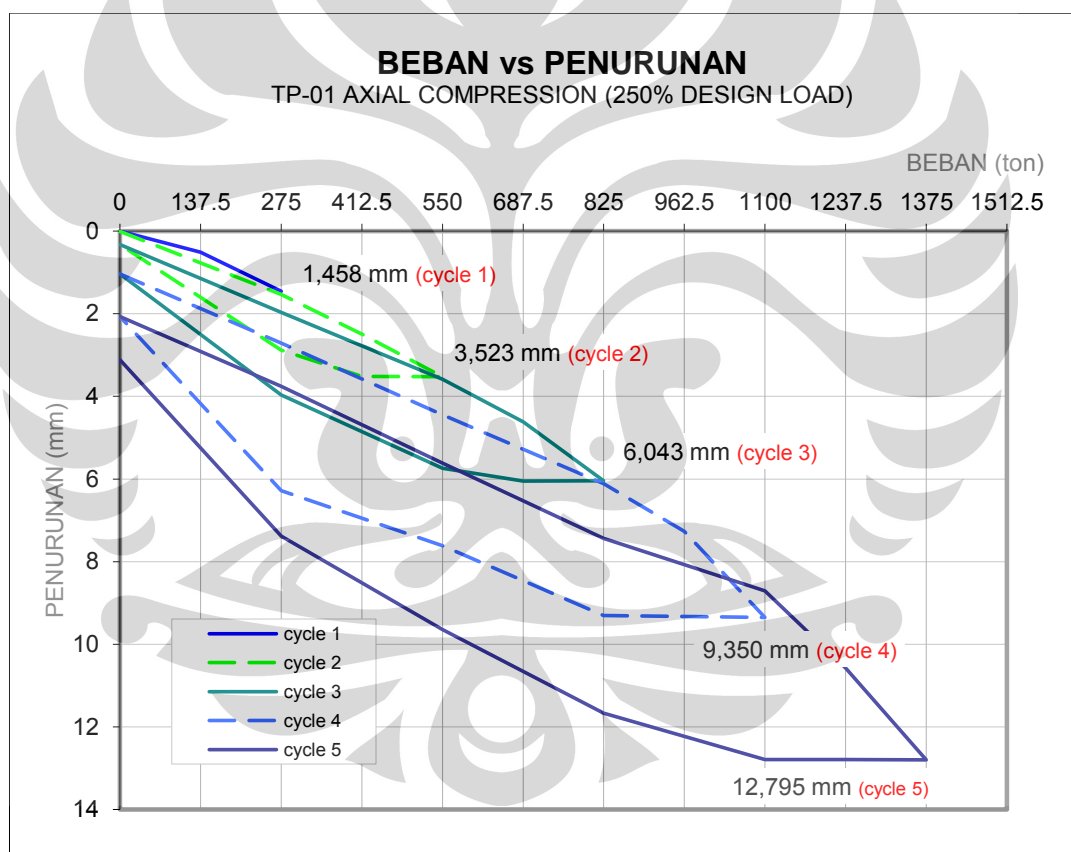
Untuk hasil yang lebih teliti dilakukan monitoring dengan menggunakan *waterpass* dengan cara memasang mistar pada *reference beam* dan BM pada dinding yang tetap untuk mengetahui perubahan elevasi *reference beam*. Uji pembebanan dilakukan sesuai dengan ASTM D 1143-81 mengenai pembebanan siklis.

#### 4.7 HASIL UJI BEBAN VERTIKAL STATIK

Hasil lengkap output instrumentasi *test pile* disajikan dalam *Lampiran B*. Dalam penjelasan berikut hanya ditampilkan resume hasil uji TP-01.

##### 4.7.1 Perilaku Daya Dukung vs Penurunan Tiang

Jenis pembebanan yang dilakukan pada TP-01 (BP: 737) adalah beban tekan. *Dial gauge* dipasang untuk membaca penurunan pada kepala tiang, tepatnya pada *trimmed level* @+10,55 m. Berikut ini adalah resume pengamatan penurunan tiang pada kelima siklus sesuai dengan Laporan *Loading Test Bored Pile* Ø1000 mm TP-01 (BP: 737) Proyek XZ.



**Gambar 4.8.** Grafik Beban vs Penurunan TP-01 (BP: 737)

##### 1) Pembebanan 100% (550 ton)

- a. Total penurunan (beban 100%) : 3,523 mm
- b. Penurunan bersih (beban 0%) : 0,327 mm
- c. *Rebound* (a – b) : 3,195 mm

- 2) Pembebanan 200% (1100 ton)
- Total penurunan (beban 200%) : 9,350 mm
  - Penurunan bersih (beban 0%) : 2,065 mm
  - Rebound* (a – b) : 7,285 mm
- 3) Pembebanan 250% (1375 ton)
- Total penurunan (beban 250%) : 12,795 mm
  - Penurunan bersih (beban 0%) : 3,115 mm
  - Rebound* (a – b) : 9,680 mm

## 4.7.2 Output Instrumen Pengukur Deformasi

### 4.7.2.1 Resume Vibrating Wire Strain Gauges

Hasil yang didapatkan sebagai output dari instrumen ini adalah rengangan yang terbaca oleh *data logger* pada titik VWSG dipasang akibat beban aksial oleh *jack hydraulic*. Berikut ini adalah resume rengangan VWSG pada beban maksimum tiap siklus menurut konsultan geoteknik proyek ini.

**Tabel 4.6.** Resume Hasil Pembacaan *Data Logger* pada VWSG

Applied Load (ton)	Measured VWSG at Each Level ( $\mu\epsilon$ )						
	A 4,0 m	B 0,0 m	C -4,5 m	D -9,0 m	E -13,5 m	F -18,0 m	G -20,0 m
cycle 1: 50% 275	90,50	62,00	52,50	16,50	8,50	1,50	0,50
cycle 2: 100% 550	181,00	128,50	110,50	33,50	11,50	3,00	1,00
cycle 3: 150% 825	292,00	241,50	190,50	67,50	25,00	4,50	2,00
cycle 4: 200% 1100	429,00	348,50	282,00	126,00	53,50	9,00	3,00
cycle 5: 250% 1375	544,50	441,00	365,50	168,00	89,00	12,50	4,00

### 4.7.2.2 Resume *telltale*

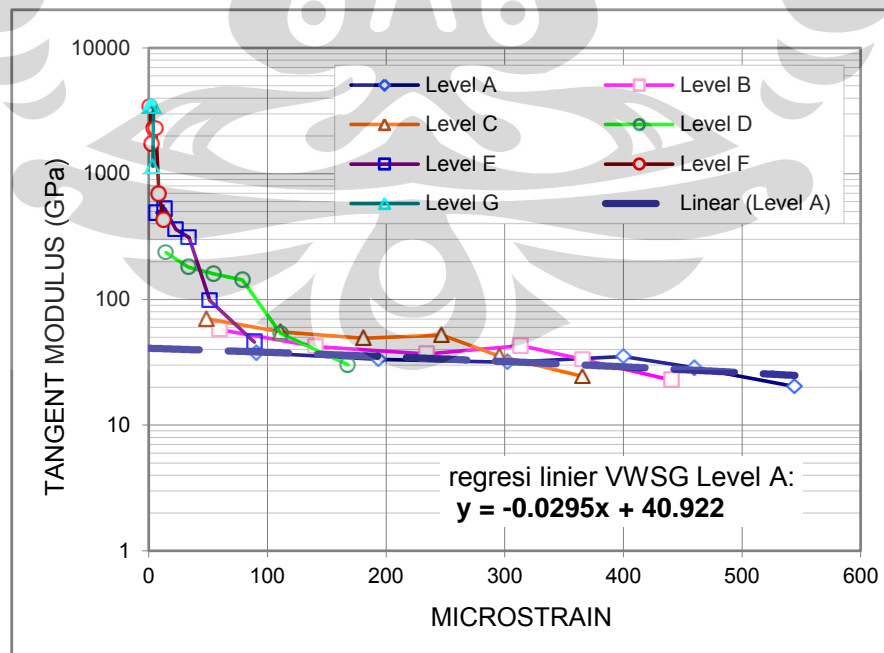
Hasil yang diperoleh sebagai output dari instrumen ini adalah deformasi elastis tiang akibat beban aksial tekan antara dua *telltale*. Berikut ini adalah resume pemendekan tiang pada beban puncak tiap siklus menurut konsultan geoteknik proyek ini.

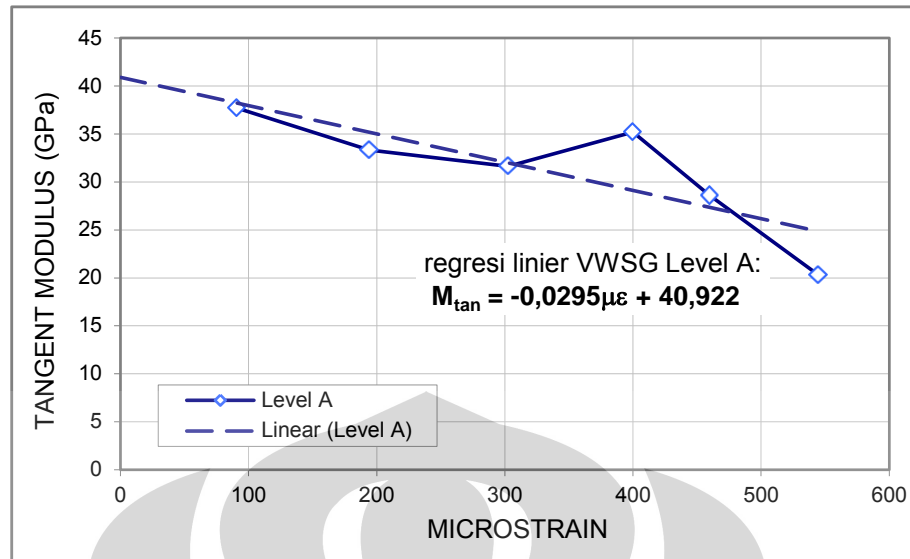
Tabel 4.7 Resume Hasil Pembacaan *Dial Gauge* pada *Telltale*

Applied Load (ton)	Top Settlement (mm)	Telltale Change		Estimated Pile Movement		
		TT1 @+4,0 m (mm)	TT2 @-20,0 m (mm)	@COL (mm)	@Pile Toe (mm)	Between COL & Pile Toe (mm)
cycle 1: 50% 275	1,46	1,09	1,46	0,37	0,00	0,37
cycle 2: 100% 550	3,52	2,35	3,52	1,17	0,00	1,17
cycle 3: 150% 825	6,04	3,57	6,04	2,47	0,00	2,47
cycle 4: 200% 1100	9,35	4,65	9,05	4,70	0,30	4,40
cycle 5: 250% 1375	12,80	5,58	11,88	7,22	0,91	6,30

#### 4.8 MODULUS ELASTISITAS TIANG

Bab 2 telah memberikan gambaran bagaimana metode ini diterapkan, baik teori dan asumsi dasar maupun prosedurnya. Perhitungan dilakukan dengan bantuan Ms. Excell (2003). Hasil plot perhitungan regangan dan modulus elastisitas tiap level VWSG pada siklus ke-5 dimuat dalam Gambar 4.9a; regresi linear *tangent modulus* terhadap variasi regangan dihitung untuk VWSG level A, yaitu yang terletak pada elevasi @+4,00 m, diberikan pada Gambar 4.9b.

Gambar 4.9a.  $M_{tan}$  vs Regangan (Siklus ke-5) pada Setiap Level VWSG



Gambar 4.9b.  $M_{tan}$  vs Regangan (Siklus ke-5) pada Level A

Persamaan garis linear memberikan konstanta  $A = -0,0295$  dan konstanta  $B$  atau *initial tangent modulus* sebesar  $= 40,922$ . Modulus *secant* ( $E_{sec}$ ) diperoleh dengan persamaan  $E_{sec} = 0,5Ax + B$ ; dari persamaan tersebut modulus *secant* terhadap beberapa variasi regangan diberikan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8. Modulus Tiang terhadap Variasi Regangan

Regangan ( $\mu\epsilon$ )	$M_{tan}$ (GPa)	$E_{sec}$ (GPa)
0	40,92	40,92
100	37,97	39,45
200	35,02	37,97
300	32,07	36,50
400	29,12	35,02
500	26,17	33,55
600	23,22	32,07

Nilai rerata modulus *secant* dari persamaan garis linear  $-0,01475x + 40,922$  adalah 36,50 GPa. Nilai modulus ini digunakan dalam perhitungan determinasi distribusi beban dengan persamaan (2.16). Dalam salah satu tulisannya, Fellenius mengungkapkan penggunaan nilai rata-rata untuk menentukan besar beban pada tiang akan memberikan persen kesalahan sebesar 10% sampai 20% (Fellenius, 2001, p.6).

## **BAB 5**

### **PERMODELAN PLAXIS V8**

#### **5.1 GAMBARAN UMUM**

Analisis numerik dengan perangkat lunak PLAXIS V8 dilakukan untuk mengobservasi perilaku tiang uji, tentunya dengan data output pembanding aktual yang dimiliki, yaitu perilaku daya dukung terhadap penurunan, bacaan rengangan selama uji beban, dan bacaan peralihan titik-titik tiang pada COL serta ujung tiang dari *telltale*. Sedikitnya, empat model akan divalidasi untuk mempelajari performa tiang uji selama beban bekerja. Parameter-parameter dan properti material model, baik tanah maupun tiang akan disesuaikan beberapa kali (*trial-error*) untuk mendapatkan hasil yang dengan kecenderungan perilaku yang relatif sama dengan hasil uji lapangan. Variasi keempat model adalah dari besaran parameter kuat geser tanah, yaitu *drained* dan *undrained* serta model perilaku tegangan-regangan tiang, yaitu *linear elastic* dan *soil hardening*.

Khusus untuk input modulus elastisitas tiang ( $E_{ref}$ ) digunakan hasil perhitungan §4.8 (Metode Fellenius, 1989). Simulasi perhitungan dijalankan semirip mungkin dengan kondisi lapangan, yaitu fase pembebanan siklik di mana ada *loading* dan *unloading*. Validasi model dilakukan pertama-tama terhadap grafik *load-settlement* kemudian observasi dilanjutkan dengan membandingkan pembacaan VWSG tiap siklus terhadap output rengangan PLAXIS V8 untuk model yang telah dianggap valid serta beberapa data output lainnya yang diperlukan.

#### **5.2 MODEL**

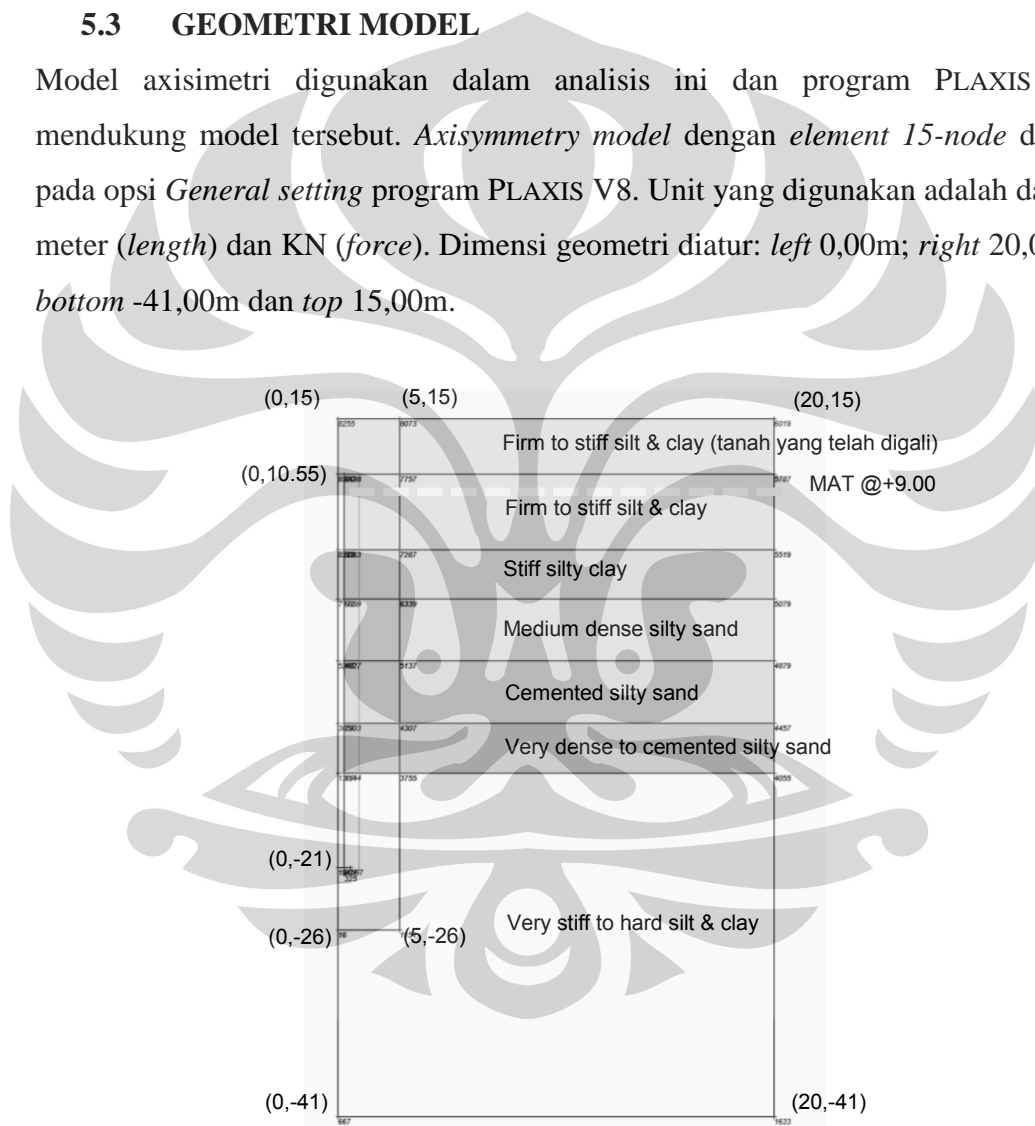
Empat model yang akan disimulasikan dengan program PLAXIS V8 masing-masing dinamai Model A, Model B, Model C dan Model B. Parameter kuat geser (bukan perilakunya) tanah dalam Model A dan B diasumsikan dalam kondisi *undrained*, yaitu untuk tanah kohesif  $s_u = c \neq 0$  dan  $\phi = 0$ ; sedangkan tanah non-kohesif  $c = 0$  dan  $\phi \neq 0$ . Material beton pada *test pile* Model A dan C adalah



dengan *Linear Elastic* (LE) sedangkan Model B dan D dengan *Hardening Soil* (HS). Parameter kuat geser (bukan perilakunya) Model C dan D diasumsikan mengikuti kondisi *drained*, yaitu untuk tanah kohesif  $c \neq 0$  dan  $\phi \neq 0$ ; dan untuk tanah non-kohesif  $c = 0$  dan  $\phi \neq 0$ . Sama seperti dua model sebelumnya, variasi Model C dan D diberikan pada perilaku tegangan-regangan material beton, Model C dengan LE dan Model D dengan HS.

### 5.3 GEOMETRI MODEL

Model axisimetri digunakan dalam analisis ini dan program PLAXIS V8 mendukung model tersebut. *Axisymmetry model* dengan *element 15-node* diatur pada opsi *General setting* program PLAXIS V8. Unit yang digunakan adalah dalam meter (*length*) dan KN (*force*). Dimensi geometri diatur: *left* 0,00m; *right* 20,00m; *bottom* -41,00m dan *top* 15,00m.



**Gambar 5.1.** Geometri Model Tipikal untuk Keempat Model

Sumbu vertikal diatur demikian dengan maksud menyesuaikan dengan koordinat sumbu tegak pada pemetaan bangunan proyek XZ. Tiang tunggal dan tanah yang ada disekelilingnya digambarkan setengahnya saja (model axisimetri). Tiang

digambar sebagai *cluster* tunggal utuh dari atas ke bawah tanpa ada garis horizontal yang memotongnya, selebar 0,50m. Lapisan tanah baik ketebalan maupun posisi kedalamannya digambarkan sama seperti pada **Gambar 4.1** atau **Gambar A.1**, kecuali untuk untuk lapisan tanah teratas yang merupakan kondisi awal sebelum galian *basement* dilakukan di mana saat konstruksi dan *loading test* tiang uji berjalan galian telah mengupas lapisan tanah ini, penulis menggambarannya lagi dengan maksud yang akan dijelaskan kemudian.

Lapisan tanah paling bawah (*very stiff to hard silt and clay*) diasumsikan berlaku hingga kedalaman 20 m di bawah ujung tiang. Muka air tanah ditempatkan pada elevasi +9,00 m. Elemen *interface* juga ditambahkan pada pertemuan antarmuka tanah dengan tiang. Penulis juga membuat suatu *cluster* lokal mengelilingi tiang dengan jarak *offset* 5 m dari sumbu simetri dan 5 m dari ujung bawah tiang.

#### **5.4 INPUT PROPERTI MATERIAL**

Secara umum data input material dibagi menjadi tiga kelompok, yaitu material tanah, material beton dan material *interface*. Pengaturan input material *interface* menjadi suatu *parameter set* tersendiri diijinkan oleh PLAXIS V8. *Default setting* PLAXIS V8 secara otomatis akan mengatur *properties material set* untuk *interface* dengan nama *<Cluster material>*. Penggunaan material set tersendiri untuk elemen *interface* maksudnya adalah untuk memberikan efek konstruksi tiang bor, yaitu *loosening*. Suatu zona disekeliling dinding lubang diasumsikan mengalami penggemburan (*loosening*) akibat efek pengeboran sehingga kekakuan tanah menurun, di mana diasumsikan hanya nilai kekakuan saja yang turun sedangkan parameter lainnya tidak berubah. Efek tersebut disimulasikan dengan modulus elastisitas material *interface* yang diatur sebesar 90% dari modulus elastisitas material tanah yang ada dibelakangnya.

##### **5.4.1 Material tanah**

Untuk model A dan B dimasukkan nilai parameter-parameter yang sama untuk material tanah dan *interface*, yang berbeda hanya pada pemodelan material beton yang akan dijelaskan pada §5.4.3. Semua jenis tanah, kecuali *firm to stiff silt &*

clay (lanau dan lempung kekakuan sedang hingga kaku), dimodelkan dengan *Hardening Soil* (HS) yang disediakan oleh PLAXIS V8 di mana dengan model ini dimungkinkan adanya suatu kondisi regangan yang ireversibel. Model ini menyediakan input kekakuan untuk *unloading-reloading* ( $E_{ur}$  dan  $v_{ur}$ ). Khusus untuk tanah *firm to stiff silt & clay* (lapisan tanah teratas saat *loading test* dilaksanakan) digunakan model Mohr-Coloumb (MC), karena saat model yang menggunakan parameter kuat geser *undrained* dijalankan mengikuti simulasi pembebanan *unloading-reloading*, tanah *firm to stiff silt & clay* yang mulanya dimodelkan dengan HS mengalami kegagalan sebelum semua siklus selesai dilakukan oleh PLAXIS V8. Kohesi (*undrained shear strength*) dan sudut geser yang diinput sesuai dengan besaran yang digunakan pada perhitungan manual daya dukung tiang pada bab 4 (Tabel 4.1 dan Tabel 4.3) kecuali untuk tanah paling bawah, *very stiff to hard silt & clay*, di mana nilai kohesi yang diinput hanya setengahnya saja, dan untuk tanah non-kohesif diinput nilai kohesi rendah untuk menghindari kesalahan numerik (*ill condition* dalam perhitungan numerik).

**Tabel 5.1a.** Input Properti Material Tanah Model A dan B

Name	Unit	Firm to stiff silt & clay	Stiff silty clay	Medium dense silty sand	Cemented silty sand	Very dense to cemented silty sand	Very stiff to hard silt & clay
Model		MC	HS	HS	HS	HS	HS
Type		Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained
$\gamma_{unsat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.8	10.4	11.6	12.2	12.2	10.4
$\gamma_{sat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	16	17	19	20	20	17
$E_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	40000	-	-	-	-	-
$E_{50ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	40000	58000	78000	84000	82000
$E_{oed\ ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	38000	56000	76000	82000	80000
$E_{ur\ ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	98800	145600	197600	213200	208000
$v_u$	[-]	0.3	-	-	-	-	-
$v_{ur}$	[-]	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$c_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	85	110	2	300	2	200
$\phi$	[°]	0	0	32	0	38	0
$\psi$	[°]	0	0	2	0	8	0
$p_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	100	100	100	100	100
Power	[-]	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$K_{0nc}$	[-]	-	1.000	0.470	1.000	0.384	1.000
$R_{inter}$	[-]	0.080	0.850	0.800	0.950	0.850	0.900

PLAXIS V8 dalam manualnya menganjurkan nilai  $E_{ur} = 3E_{50}$  dan  $E_{oed} \approx E_{50}$  (Brinkgreve, 2002). Mulanya penulis memasukkan nilai  $E_{oed} = E_{50}$ , akan tetapi tanah dilaporkan *collapse* pada *log info* (sub program *calculations*) sebelum semua siklus selesai dihitung oleh PLAXIS V8. Input kekakuan yang diatur oleh penulis untuk model dengan parameter *undrained* ini adalah  $E_{ur} = 2,6E_{50}$  sedangkan  $E_{50} = E_{oed} + 2000 \text{ kN/m}^2$ . Tipe perilaku material untuk keempat model adalah *Undrained* karena pembebanan dianggap relatif cepat sehingga tidak terjadi pengaliran air pori.

**Tabel 5.1b.** Input Properti Material Tanah Model C dan D

Name	Unit	Firm to stiff silt & clay	Stiff silty clay	Medium dense silty sand	Cemented silty sand	Very dense to cemented silty sand	Very stiff to hard silt & clay
Model		HS	HS	HS	HS	HS	HS
Type		Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained
$\gamma_{unsat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.8	10.4	11.6	12.2	12.2	10.4
$\gamma_{sat}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	16	17	19	20	20	17
$E_{50ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	32000	400000	62000	800000	150000	80000
$E_{oed ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	32000	400000	62000	800000	150000	80000
$E_{ur ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	96000	1200000	186000	2400000	450000	240000
$\nu_{ur}$	[-]	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$C_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	16	30	0.5	90	6	36
$\phi$	[°]	18	20	24	28	40	30
$\psi$	[°]	0	3	0	0	6	0
$p_{ref}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	100	100	100	100	100	100
Power	[-]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$K_{0nc}$	[-]	0.691	0.658	0.593	0.531	0.357	0.500
$R_{inter}$	[-]	0.050	0.850	0.800	0.950	0.850	0.900

#### 5.4.2 Material Interface

Properti kuat geser untuk *interface* adalah identik dengan material tanah, perbedaannya adalah pada parameter kekakuannya yang diasumsikan nilainya turun 10% akibat efek pengeboran. Input kekakuan adalah  $E_{ur} = 2,6E_{50}$  sedangkan  $E_{50} = E_{oed} + 2000 \text{ kN/m}^2$ . Keberadaan *geogundle* disimulasikan dengan nilai  $R_{inter}$  yang kecil pada tanah yang bersinggungan dengan lapisan tersebut.

**Tabel 5.1c.** Input Properti Material *Interface* Model A dan B

Name	Unit	Firm to stiff silt & clay	Stiff silty clay	Medium dense silty sand	Cemented silty sand	Very dense to cemented silty sand	Very stiff to hard silt & clay
Model		MC	HS	HS	HS	HS	HS
Type		Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained
$\gamma_{\text{unsat}}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.8	10.4	11.6	12.2	12.2	10.4
$\gamma_{\text{sat}}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	16	17	19	20	20	17
$E_{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	36000	-	-	-	-	-
$E_{50\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	36200	52400	70400	75800	74000
$E_{\text{oed ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	34200	50400	68400	73800	72000
$E_{\text{ur ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	88920	131040	177840	191880	187200
$\nu_{\text{u}}$	[-]	0.3	-	-	-	-	-
$\nu_{\text{ur}}$	[-]	-	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$C_{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	85	110	2	300	2	200
$\phi$	[°]	0	0	32	0	38	0
$\psi$	[°]	0	0	2	0	8	0
$p_{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	-	100	100	100	100	100
Power	[-]	-	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$K_{0\text{nc}}$	[-]	-	1.000	0.470	1.000	0.384	1.000
$R_{\text{inter}}$	[-]	0.080	0.850	0.800	0.950	0.850	0.900

**Tabel 5.1d.** Input Properti Material *Interface* Model C dan D

Name	Unit	Firm to stiff silt & clay	Stiff silty clay	Medium dense silty sand	Cemented silty sand	Very dense to cemented silty sand	Very stiff to hard silt & clay
Model		HS	HS	HS	HS	HS	HS
Type		Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained	Undrained
$\gamma_{\text{unsat}}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	9.8	10.4	11.6	12.2	12.2	10.4
$\gamma_{\text{sat}}$	[kN/m <sup>3</sup> ]	16	17	19	20	20	17
$E_{50\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28800	37000	55800	720000	135000	72000
$E_{\text{oed ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	28800	32000	55800	720000	135000	72000
$E_{\text{ur ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	86400	111000	167400	2160000	405000	216000
$\nu_{\text{ur}}$	[-]	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
$C_{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	16	30	0.5	90	6	36
$\phi$	[°]	18	20	24	28	40	30
$\psi$	[°]	0	3	0	0	6	0
$p_{\text{ref}}$	[kN/m <sup>2</sup> ]	100	100	100	100	100	100
Power	[-]	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
$K_{0\text{nc}}$	[-]	0.691	0.658	0.593	0.531	0.357	0.500
$R_{\text{inter}}$	[-]	0.050	0.850	0.800	0.950	0.850	0.900

### 5.4.3 Material Beton

Seperti penjelasan sebelumnya, perilaku beton divariasikan dengan dua model, model tegangan-regangan linier elastis dan hiperbolik (HS). Hal ini dilakukan karena fokus utama dalam tugas akhir ini adalah observasi regangan pada tiang saat dibebani, di mana pada kondisi *real* di lapangan hal ini telah direkam dengan instrumen geoteknik pengukur regangan (VWSG). Perilaku tegangan-regangan Model A dan C didefinisikan dengan model *linear-elastic* di mana semua parameternya adalah identik. Modulus elastisitas tiang yang diinput adalah nilai yang diperoleh menurut metode Fellenius (1989) yang telah dideterminasi dalam §4.8. Kuat tekan beton yang didesain untuk *test pile* ini adalah 42 MPa (hasil tes tekan beton dua sampel silinder umur 28 hari  $f_c' = 46,67$  MPa; 45,25 MPa) sehingga dengan nilai yang relatif tinggi ini diasumsikan regangan lateral yang terjadi mengikuti Poisson *ratio* = 0,2. Tipe perilaku material beton adalah *non-porous* di mana beton jauh lebih kedap air dibanding tanah.

**Tabel 5.1e.** Input Properti Material Beton Model A dan C

Name	Model	Type	$\gamma_{\text{unsat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_{\text{ref}}$ [GPa]	$\nu_u$ [-]
Concrete	LE	Non-porous	24	24	36.5	0.2

**Tabel 5.1f.** Input Properti Material Beton Model B

Name	Model	Type	$\gamma_{\text{unsat}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_{50\text{ref}} / E_{\text{ced ref}}$ [GPa]	$E_{\text{ur ref}}$ [GPa]	$\nu_{\text{ur}}$ [-]	$C_{\text{ref}}$ [MPa]	$\phi / \psi$ [°]	$p_{\text{ref}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Power [-]	Tensile Strength [kN/m <sup>2</sup> ]
Concrete	HS	Non-porous	24	36.5	43.8	0.2	10	0	100	0.5	1.00E+10

**Tabel 5.1g.** Input Properti Material Beton Model D

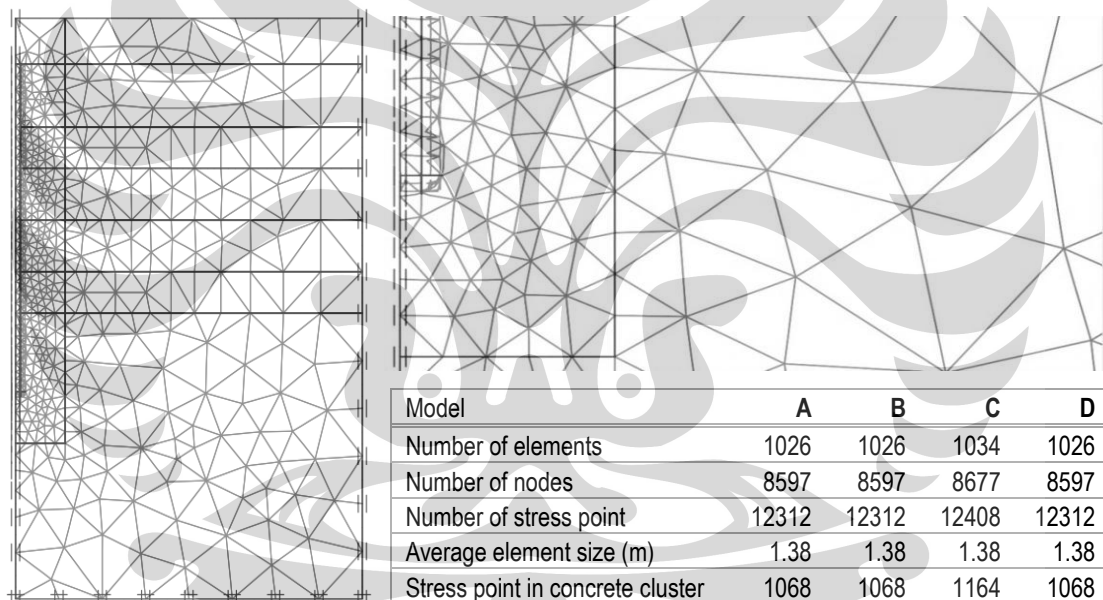
Name	Model	Type	$\gamma_{\text{unsat}} / \gamma_{\text{sat}}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$E_{50\text{ref}} / E_{\text{ced ref}}$ [GPa]	$E_{\text{ur ref}}$ [GPa]	$\nu_{\text{ur}}$ [-]	$C_{\text{ref}}$ [MPa]	$\phi / \psi$ [°]	$p_{\text{ref}}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	Power [-]	Tensile Strength [kN/m <sup>2</sup> ]
Concrete	HS	Non-porous	24	36.5	43.8	0.2	12	0	100	0.5	1.00E+10

Untuk dua model lainnya, Model B dan D, hubungan tegangan-regangan beton diasumsikan non-linear menggunakan model HS dengan input  $E_{\text{ur}} = 1,2E_{50}$  sedangkan  $E_{50} = E_{\text{ced}}$ . Beton memiliki kuat tarik yang jauh lebih besar dari pada tanah, sehingga pada pengaturan *Advanced parameters Hardening Soil (Material*

sets) opsi *Tension cut-off* dinonaktifkan sehingga secara otomatis menyediakan *Tensile Strength* sebesar 1000 GPa. Karena model HS sebenarnya disediakan untuk material tanah, maka input kohesi harus cukup tinggi agar deformasi yang terjadi masih dalam *elastic range*. Kohesi beton untuk Model B di-set 10 MPa dan Model D sebesar 12 MPa.

## 5.5 GENERALISASI JARING ELEMEN

Jaring elemen atau *mesh* yang diberikan untuk model ini adalah dengan tingkat kekasaran global medium. Sedangkan pada *cluster* tiang dan *cluster* lokal yang digambarkan disekeliling tiang (§5.2) dilakukan *refine cluster* masing-masing sebanyak dua kali.



Gambar 5.2. Jaring (*Mesh*) dan Informasi Elemen Hingga yang Digeneralisasi

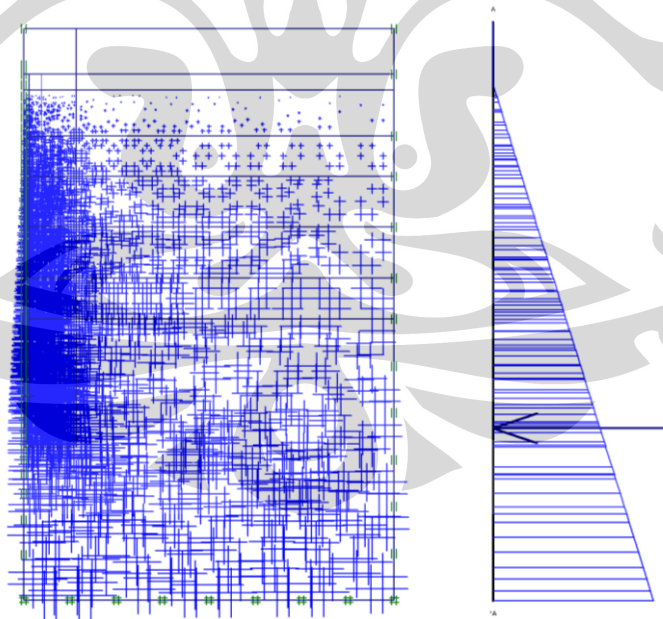
Jenis perletakan untuk nodal pada batas geometri model terluar secara otomatis diatur oleh PLAXIS V8 dengan memilih opsi *standard fixities* pada sub menu *Loads* atau mengklik tombol yang bersesuaian pada *toolbar* subprogram input. PLAXIS sendiri akan menambahkan suatu pengaturan kondisi batas umum pada model geometri. Perletakan standar pada sisi kanan/kiri terluar akan berlaku *horizontal fixity* ( $u_x = 0$ ) sedangkan pada garis geometri terbawah berlaku *full fixity* ( $u_x = u_y = 0$ ).

## 5.6 KONDISI AWAL

Kondisi awal (*initial condition*) dihitung PLAXIS berdasarkan keadaan yang kita definisikan. *Initial condition* harus dilakukan untuk bisa masuk ke subprogram *calculations*. Tekanan air dan tegangan tanah dihitung program ini sebagai dasar informasi untuk fase perhitungan berikutnya. Keadaan yang ditinjau sebagai kondisi awal dalam simulasi model adalah kondisi saat konstruksi tiang bor dilakukan, di mana elevasi tanah adalah pada @+15,00 m. Saat tiang diuji, galian *basement* telah mencapai elevasi kepala tiang, yaitu pada @+10,55 m.

### 5.6.1 Tekanan Air Pori

Muka air tanah berada pada @+9,00 m, pada jendela *water pressure generation*, tekanan air digeneralisasi dengan mengaktifkan opsi (*radio button*) *Phreatic level*. Berikut ini adalah distribusi tekanan hasil perhitungan tekanan air pori untuk keempat model.

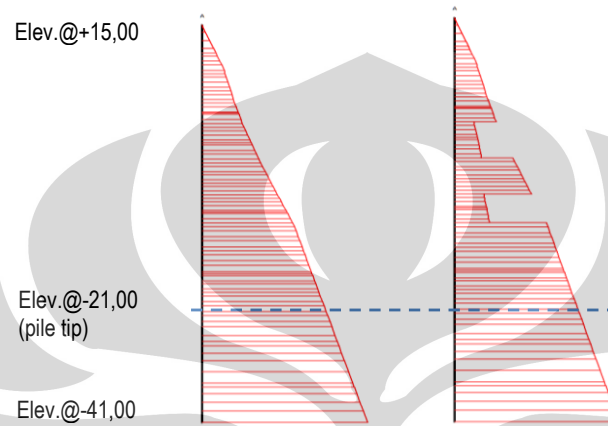


**Gambar 5.3.** Tekanan Air Pori Aktif (*Extreme Active Pore Pressure -489.02 kN/m<sup>2</sup>*)



### 5.6.2 Tegangan Tanah Awal

Perhitungan ini dilakukan dengan *Ko-procedure* di mana nilai tekanan tanah lateral diam (*at-rest*) dihitung berdasarkan formula yang diusulkan oleh Jaky (1944) yaitu  $K_0 = 1 - \sin\phi$ .



**Gambar 5.4.** Distribusi Tegangan Efektif Tipikal  $\sigma'_{yy}$  (kiri) dan  $\sigma'_{xx}$  (kanan)

Model Hardening-Soil memperkenankan input OCR dan POP, akan tetapi opsi ini tidak diberikan input atau perubahan apapun, sehingga perhitungan hanya berdasarkan  $K_0$  saja. Distribusi tegangan efektif awal pada tanah diberikan pada **Gambar 5.4**. Di mana untuk Model A dan B, *Extreme*  $\sigma'_{yy} = \text{Extreme } \sigma'_{xx} = -451.30$  kN/m<sup>2</sup>; sedangkan Model C dan Model D, nilai *Extreme*  $\sigma'_{yy} = -451.30$  kN/m<sup>2</sup> dan *Extreme*  $\sigma'_{xx} = -225.65$  kN/m<sup>2</sup>.

## 5.7 SIMULASI PERHITUNGAN

Uji pembebanan siklis dilakukan berdasarkan ASTM D 1143-81. Tugas akhir ini akan mensimulasikan pula skema pembebanan *unloading-reloading* yang terdiri atas lima siklus; beban puncak untuk tiap siklus berturut-turut adalah 50%DL, 100%DL, 150%DL, 200%DL dan 250%DL di mana DL = 550 ton. Simulasi tahap pembebanan pada *loading test* atau fase perhitungan yang dilakukan oleh PLAXIS ditabulasikan dalam **Tabel 5.2** berikut.

**Tabel 5.2.** Fase Perhitungan Model dengan PLAXIS V8 (tipikal)

Phase	Ph-No.	Start phase	Calculation type	Load input
Initial phase	0	0		-
Excavation	1	0	Plastic	Staged construction
Cycle1-R25%	2	1	Plastic	Staged construction
Cycle 1-R50%	3	2	Plastic	Staged construction
Cycle 1-U25%	4	3	Plastic	Staged construction
Cycle 1-U0%	5	4	Plastic	Staged construction
Cycle 2-R50%	6	5	Plastic	Staged construction
Cycle 2-R75%	7	6	Plastic	Staged construction
Cycle 2-R100%	8	7	Plastic	Staged construction
Cycle 2-U75%	9	8	Plastic	Staged construction
Cycle 2-U50%	10	9	Plastic	Staged construction
Cycle 2-U0%	11	10	Plastic	Staged construction
Cycle 3-R50%	12	11	Plastic	Staged construction
Cycle 3-R100%	13	12	Plastic	Staged construction
Cycle 3-R125%	14	13	Plastic	Staged construction
Cycle 3-R150%	15	14	Plastic	Staged construction
Cycle 3-U125%	16	15	Plastic	Staged construction
Cycle 3-U100%	17	16	Plastic	Staged construction
Cycle 3-U50%	18	17	Plastic	Staged construction
Cycle 3-U0%	19	18	Plastic	Staged construction
Cycle 4-R50%	20	19	Plastic	Staged construction
Cycle 4-R100%	21	20	Plastic	Staged construction
Cycle 4-R150%	22	21	Plastic	Staged construction
Cycle 4-R175%	23	22	Plastic	Staged construction
Cycle 4-R200%	24	23	Plastic	Staged construction
Cycle 4-U175%	25	24	Plastic	Staged construction
Cycle 4-U150%	26	25	Plastic	Staged construction
Cycle 4-U100%	27	26	Plastic	Staged construction
Cycle 4-U50%	28	27	Plastic	Staged construction
Cycle 4-U0%	29	28	Plastic	Staged construction
Cycle 5-R50%	30	29	Plastic	Staged construction
Cycle 5-R100%	31	30	Plastic	Staged construction
Cycle 5-R150%	32	31	Plastic	Staged construction
Cycle 5-R200%	33	32	Plastic	Staged construction
Cycle 5-R225%	34	33	Plastic	Staged construction
Cycle 5-R250%	35	34	Plastic	Staged construction
Cycle 5-U225%	36	35	Plastic	Staged construction
Cycle 5-U200%	37	36	Plastic	Staged construction
Cycle 5-U150%	38	37	Plastic	Staged construction
Cycle 5-U100%	39	38	Plastic	Staged construction
Cycle 5-U50%	40	39	Plastic	Staged construction
Cycle 5-U0%	41	40	Plastic	Staged construction
Compression Loading (375%DL)	42	1	Plastic	Staged construction

Fase perhitungan dimulai dengan *initial phase* yang merupakan kondisi awal persoalan ini, di mana tanah belum digali dan tiang bor belum dibuat. Pada fase ini elevasi tanah paling atas masih @+15,00 m dan *cluster* beton yang digambarkan pada sub-program input diisi oleh tanah *very stiff to hard silt and clay*. Idealnya pada *cluster* beton ini, di kedalaman yang sesuai diisi oleh tanah yang sama dengan *cluster* tanah disebelah kanannya akan tetapi karena digunakan *cluster* tunggal maka hanya bisa diisi dengan satu jenis tanah saja. Pertimbangannya sebagai berikut, nilai berat jenis tanah rata-rata yang diboboti dengan tebal lapisan adalah,

$$\gamma = \frac{(9,8 \cdot (4,45 + 1,55)) + 16 \cdot 3,45 + 17 \cdot 5 + 19 \cdot 5 + 20 \cdot 5 + 20 \cdot 4 + 17 \cdot 7,55}{(4,45 + 1,55 + 3,45 + 5 + 5 + 5 + 4 + 7,55)}$$

$$= 17,3 \text{ kN/m}^3$$

di mana nilai tersebut sama dengan berat jenis tanah *stiff silty clay* dan *very stiff to hard silt & clay*, dan tanah yang dipilih adalah *very stiff to hard silt & clay* semata-mata atas pertimbangan berat jenisnya saja.

Fase pertama adalah *excavation* di mana pada fase ini galian dilakukan dengan menonaktifkan *cluster* pada elevasi @+15,00 sampai @+10,55 m dan mengganti *cluster* beton yang semula diisi oleh material *very stiff to hard silt & clay* dengan material *concrete* (sesuai Tabel 5.1e-g). Pada tahap ini beban uji belum ditambahkan.

Fase ke-2 hingga 41 merupakan fase pembebanan siklik yang melibatkan proses *loading* dan *unloading*. Geometri model saat dibebani sama seperti fase *excavation*. Beban yang diinput bukan beban terpusat disumbu putar tiang, akan tetapi berupa tegangan. Hal ini dipilih oleh penulis mengingat aransemen sistem pembebanan pada pelaksanaan *loading test* TP-01 ini adalah dengan dua *jack hydraulic*. Penggunaan sepasang *jack hydraulic* tidak memungkinkan keduanya berada pada as tiang. *Jack hydraulic* ditempatkan di atas sebuah pelat baja tebal agar sebaran tegangan merata di kepala tiang. Beban diinput dalam satuan  $\text{KN/m}^2$

dengan faktor konversi 9,80665 KN tiap 1 ton, beban kemudian dibagi dengan luas penampang tiang ( $\varnothing 1000$  mm)  $A_p = 0,785714$  m<sup>2</sup>.

**Tabel 5.3.** Beban Nominal Simulasi PLAXIS V8

DL [ton]	%DL	P [ton]	P [KN]	A (m <sup>2</sup> )	P <sub>input</sub> [KN/m <sup>2</sup> ]
550	25%	137.50	1348.41	0.785714	1716.16
550	50%	275.00	2696.83	0.785714	3432.33
550	75%	412.50	4045.24	0.785714	5148.49
550	100%	550.00	5393.66	0.785714	6864.66
550	125%	687.50	6742.07	0.785714	8580.82
550	150%	825.00	8090.49	0.785714	10296.98
550	175%	962.50	9438.90	0.785714	12013.15
550	200%	1100.00	10787.32	0.785714	13729.31
550	225%	1237.50	12135.73	0.785714	15445.47
550	250%	1375.00	13484.14	0.785714	17161.64

Fase ke-42 adalah simulasi *compression loading* di mana tiang hanya dibebani (tanpa *unloading*) untuk mendapatkan kurva *load vs. settlement*. Fase ini tidak bergantung dengan fase *loading-unloading* sebelumnya (fase ke-41) akan tetapi hanya pada kondisi tegangan tanah sebelum fase dimulai, yaitu pada fase *excavation*. Beban maksimum yang dimasukkan adalah 450%DL (2475 ton) untuk Model A; 350%DL (1925 ton) untuk Model B; dan 375%DL (2062,5 ton) untuk Model C dan Model D. Tidak ada tujuan khusus mengapa beban puncak untuk keempat model berbeda, hal tersebut diatur sedemikian rupa karena saat *file* di-*run* beberapa model belum mencapai *settlement* yang cukup untuk diplot pada grafik sehingga input beban diubah agar tujuan tersebut tercapai. *Calculation type* semua fase adalah *plastic* yang dipilih karena analisis deformasi yang dilakukan adalah elastis-plastis di mana pembebanan dianggap relatif cepat.

## BAB 6

### PERBANDINGAN HASIL

#### 6.1 PERILAKU DAYA DUKUNG VS PENURUNAN

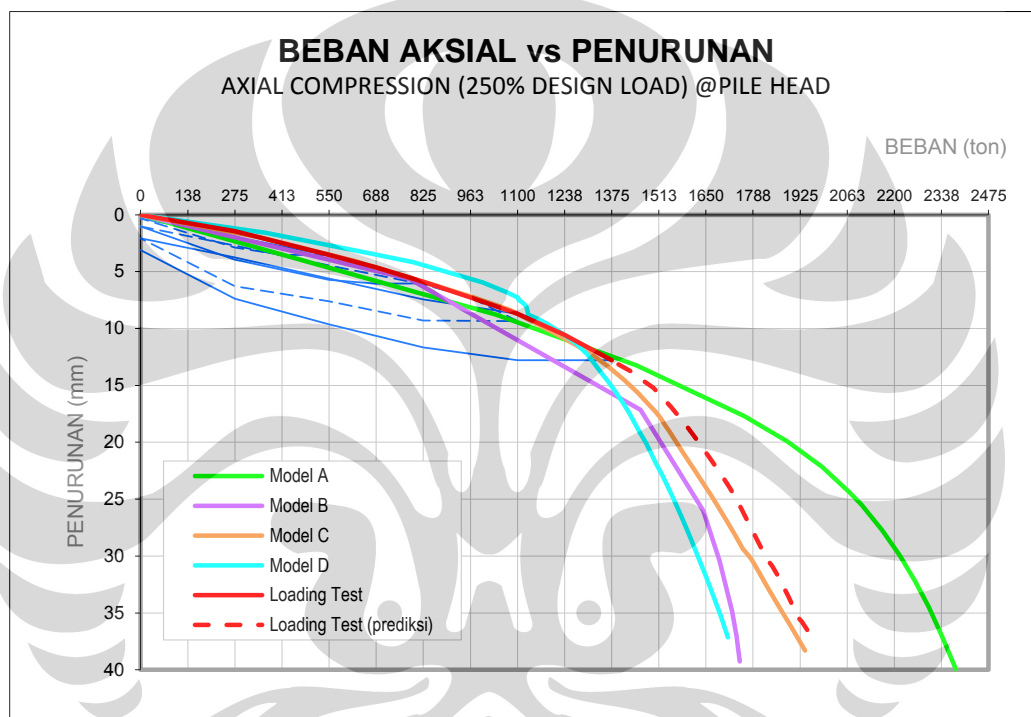
Sebelumnya pernah disinggung dalam §3.2 bahwa akan diperlukan prediksi dengan PLAXIS untuk memperoleh grafik *load-settlement* yang cukup representatif. Kurva aktual yang diperoleh dari hasil *loading test* (Gambar 4.8) belum menunjukkan kecenderungan deformasi plastis tanah. Oleh karena itu, penurunan tiang uji untuk aplikasi beban lebih besar dari 250%DL (1375 ton) akan diprediksi berdasarkan model PLAXIS.

Reduksi data menghasilkan garis merah tegas (Gambar 6.1-3) sedangkan garis merah putus-putus adalah prediksi dari beberapa model—bukan Model A, B, C atau D—yang dijalankan dan dipilih salah satu dengan kecenderungan paling dekat dengan kurva aktual pada rentang beban 0%DL–250%DL. Untuk prediksi kurva *load-settlement* diatas beban 250%DL, di-*run* file PLAXIS dengan properti tanah yang identik dengan Model D. Material model untuk beton dipilih Hardening Soil dengan properti yang juga sama dengan Model D akan tetapi diberikan nilai kohesi yang sedikit lebih besar,  $c = 20$  MPa.

Setelah di-*run*, plot peralihan tiang terhadap beban dari model prediksi sedikit berada diatas kurva hasil *loading test* (TP-01). Pada aplikasi beban 1375 ton model tersebut mencatatkan peralihan yang sedikit lebih kecil dari TP-01, tepatnya 0,6 mm (TP-01: 12,795 mm; model prediksi: 12,196 mm). Kemudian dilakukan penyesuaian kurva di beberapa titik untuk mendapatkan plot grafik yang kontinu, hasilnya adalah seperti terlihat dalam Gambar 6.1. Plot *load-settlement* hasil *run* PLAXIS untuk prediksi dapat dilihat pada *Lampiran A* (Gambar A.7 dan Gambar A.12).

### 6.1.1 Kepala Tiang

Plot peralihan vertikal terhadap aplikasi beban di kepala tiang ditampilkan dalam **Gambar 6.1**. Secara umum Model B dan C mencapai penurunan yang sama, yaitu sekitar 5,5 mm, saat beban 785 ton setelah itu grafik Model C relatif tetap berimpit dengan grafik *loading test* sedangkan Model B lebih cepat. Tiga Model, yaitu A, C, dan D mencapai penurunan yang sama (10,5 mm) dengan hasil *loading test* pada aplikasi beban 225%DL (1237,5 ton).



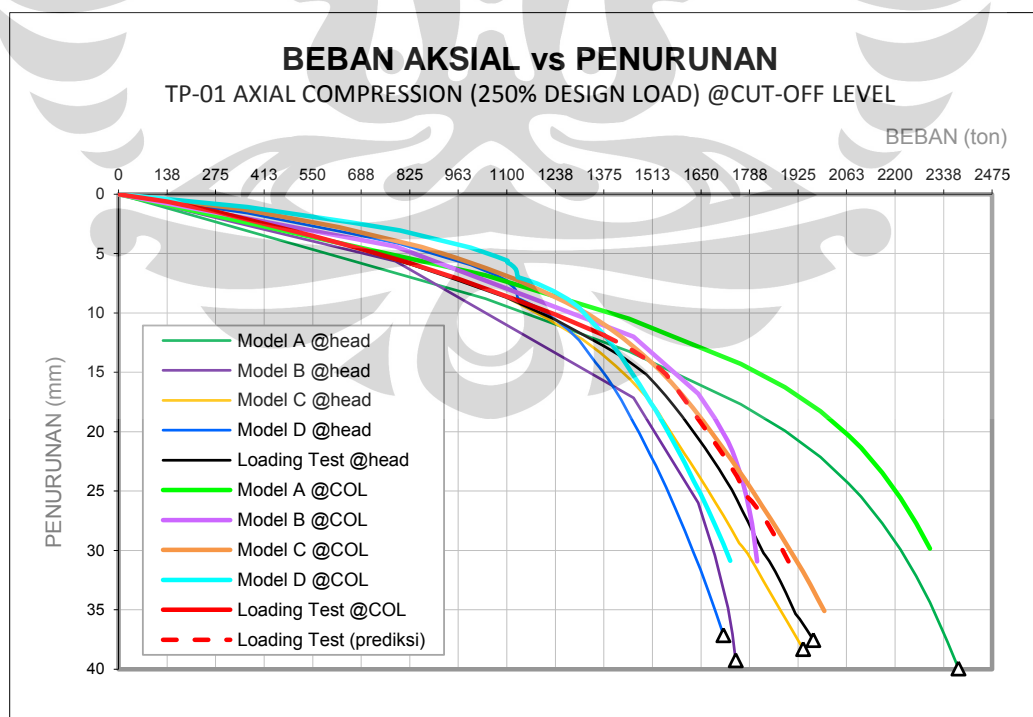
**Gambar 6.1.** Penurunan Tiang terhadap Beban pada Kepala Tiang

Secara umum, tiang yang material betonnya dimodelkan dengan Hardening Soil (Model B dan D) kurva penurunan selalu berada di bawah kurva loading test saat dibebani lebih dari 225%DL (Model B mulai beban 150%DL). Model B yang menggunakan parameter kuat geser *undrained*, penurunannya masih lebih kecil dari Model D (parameter geser *drained*) saat bekerja beban 250%DL (1375 ton). Akan tetapi, di atas beban 1650 ton (300%DL), Model D menunjukkan *rate settlement* yang paling cepat diantara keempat model dan *loading test* (prediksi). Perilaku *load vs settlement* Model A digambarkan dengan garis tegas berwarna hijau. Observasi visual menunjukkan model ini memiliki garis deformasi elastis

yang paling panjang dari ketiga model lainnya begitu pula jika dibandingkan dengan hasil *real* (TP-01). Kenyataan yang ditemukan, perbedaan model material beton pada Model A dan B, menghasilkan perilaku *load-settlement* yang jauh berbeda. Model A yang menggunakan *material model: linear elastic* menunjukkan peralihan kepala tiang yang jauh lebih kecil beban kerja di atas 250%DL (1375 ton). Dengan penggunaan model dan besaran parameter tanah yang identik dengan Model A, pemodelan material tiang dengan HS (Model B) ternyata menunjukkan grafik *load-settlement* secara konsisten selalu berada di bawah grafik aktual. Dibandingkan Model A, tiang dalam Model B mengalami penurunan yang jauh lebih besar. Penurunan  $\pm 35$  mm terjadi saat tiang Model B dibebani sekitar 1727 ton sedangkan pada tiang Model A baru tercapai saat menerima beban sekitar 2300 ton.

### 6.1.2 Cut-Off Level

Penurunan tiang uji yang diukur pada COL berdasarkan data *telltale* 1 (TT1 @+4.00 m) sedangkan untuk model, data diambil berdasarkan peralihan titik pada koordinat (0, 4.50).



**Gambar 6.2.** Penurunan Tiang terhadap Beban pada COL

Data peralihan tiang uji pada **Gambar 6.2** sebenarnya berdasarkan TT1 yang terletak 0,5m lebih ke bawah dari pada COL, akan tetapi diasumsikan pemendekan sepanjang setengah meter pada segmen atas tiang uji adalah sangat kecil dan bisa mewakili data COL. Terlihat perbedaan antara *settlement* yang diukur di kepala tiang dan COL. Grafik dalam **Gambar 6.1** diikutsertakan pula dalam **Gambar 6.2** yang mana digambarkan dengan padanan warna sesuai info pada legenda dan diberikan *marker* bentuk segitiga pada ujung kurva. Untuk melihat perbedaan perilaku. Peralihan titik di kepala tiang lebih besar, ada dua hal yang mungkin menjadi penyebabnya. Pertama, beban yang diterima tiang di COL lebih kecil dari pada yang diberikan di kepala tiang karena *geogundle* tidak bekerja efektif sehingga ada sebagian beban yang direduksi oleh friksi tanah pada segmen kepala tiang-COL. Sedangkan yang kedua, terjadi pemendekan tiang akibat kompresi sehingga data penurunan yang dicatat di kepala tiang lebih besar dari COL.

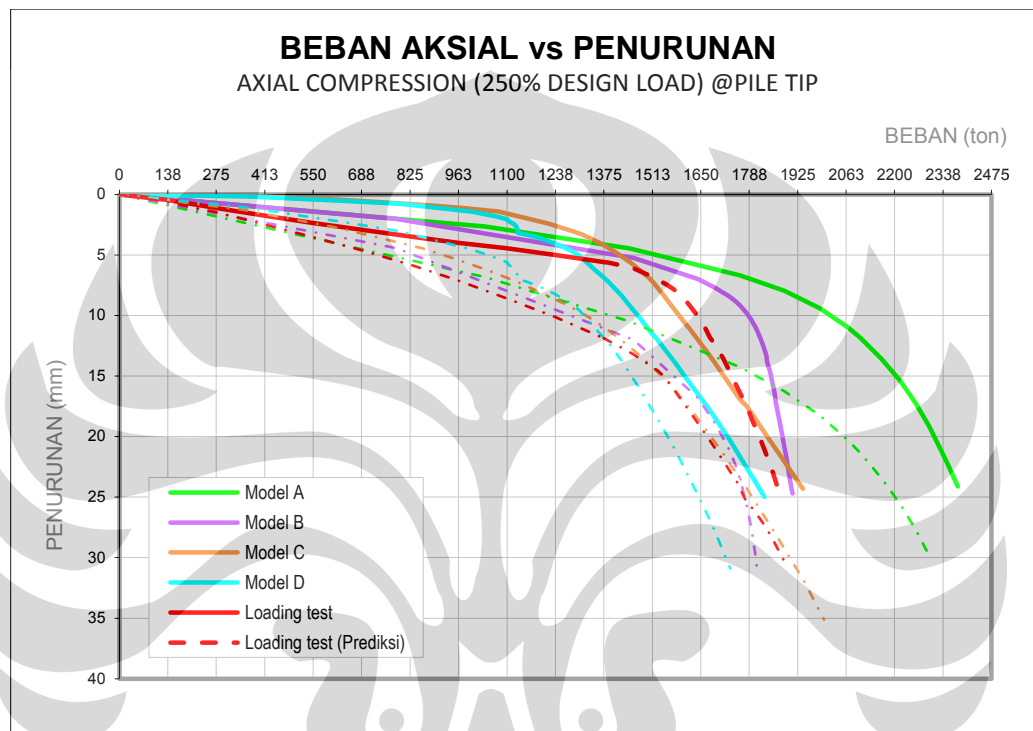
Apabila kita meninjau perbandingan kurva *load-settlement* di COL dan di kepala tiang dari hasil *loading test* (TP-01) mulai berbeda saat beban mencapai 200%DL (1100 ton). Kemungkinan memang beban yang sampai di COL lebih kecil karena sempat ditransfer pada tanah disebelah atasnya karena *geogundle* tidak mungkin mencapai efektifitas 100% dalam mengeliminasi beban. Akan tetapi selisih beban ini sepertinya relatif kecil. Dugaan sementara penyebab dominan perbedaan *settlement rate* pada dua titik ini adalah terjadinya pemendekan tiang. Hal ini akan ditelaah jauh lebih dalam pada pembahasan distribusi beban.

### 6.1.3 Ujung Tiang

Garis *dash-dot* dalam **Gambar 6.3** adalah grafik *load-settlement* pada COL. Peralihan vertikal di ujung tiang jauh lebih kecil dari pada COL, dimana grafiknya berada lebih di atas. Beban yang diterima tiang di level ini tentunya lebih kecil daripada yang diaplikasikan pada kepala tiang karena telah direduksi oleh friksi selimut tiang. Grafik dalam **Gambar 6.3** menunjukkan plot antara beban kepala tiang terhadap penurunan ujung tiang, bukan beban yang diterima di ujung tiang terhadap penurunan di level yang sama.



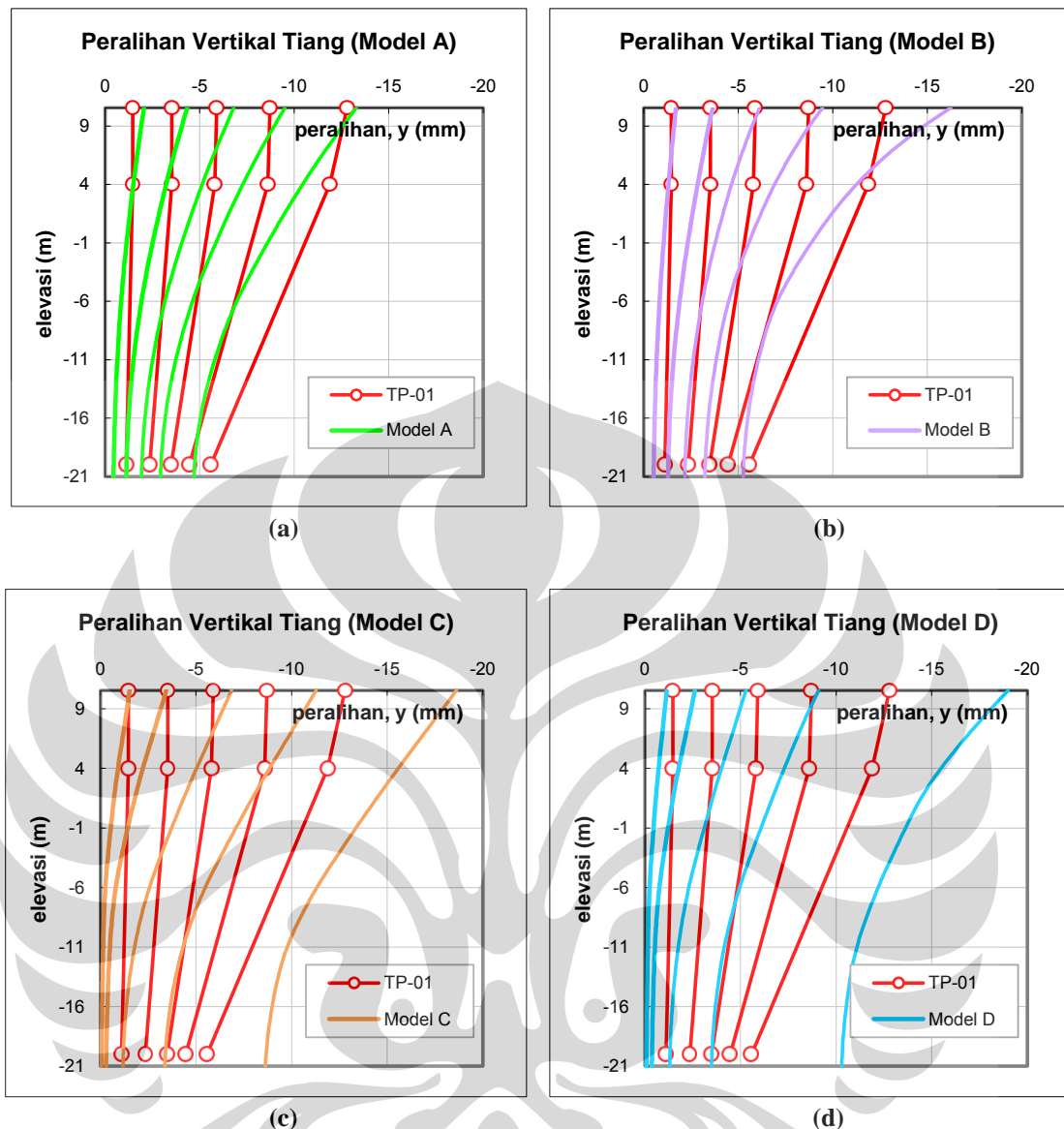
Hasil yang ditunjukkan dari plot model memperlihatkan pemendekan tiang memang terjadi disepanjang badan tiang dengan distribusi yang belum bisa ditentukan (apakah linier atau non-linier terhadap kedalaman). Penurunan tiang uji yang diukur pada ujung tiang berdasarkan data *telltale 2* (TT2) sedangkan untuk model, data diambil berdasarkan peralihan titik pada koordinat (0, -20).



Gambar 6.3. Penurunan Tiang terhadap Beban pada Ujung Tiang

## 6.2 DEFORMASI AKSIAL TIANG

Deformasi aksial tiang yang terjadi adalah pemendekan. Data tiang uji hanya berdasarkan tiga level, yaitu kepala tiang ( $y = +10,55$  m), TT1 ( $y = +4,00$  m) dan TT2 ( $y = -20,00$  m). Dari keempat model PLAXIS diketahui sebarannya adalah nonlinier. Peralihan ujung bawah tiang (*settlement* sebenarnya) Model A dan B (menggunakan parameter tanah *undrained*) lebih kecil dibanding Model C dan D (Gambar 6.4a-d). Penurunan yang cukup signifikan diperlihatkan oleh model dengan parameter tanah *drained* pada siklus pembebanan C4-200%DL dan C5-250%DL. Akan tetapi, kita belum mengetahui berapa besar beban yang sampai di ujung tiang.



**Gambar 6.4.** Perbandingan Peralihan Vertikal Sepanjang Tiang TP-01 terhadap Model (kiri ke kanan: C1-50%DL; C2-100% DL; C3-150% DL; C4-200% DL; C5-250% DL)

Informasi pemendekan tiang pada beban puncak tiap siklus diberikan dalam **Tabel 6.1a-e**. Meskipun kedalaman yang diobservasi TT1 lebih rendah setengah meter dari titik yang tinjau pada model PLAXIS (tepat pada COL) akan tetapi data perbandingan ini cukup representatif. Jika meninjau kompresi tiang uji antara @+10,55m s/d @+4,00m (TT1) dikelima siklus, terlihat pemendekannya jauh lebih kecil dari pada keempat model PLAXIS yang ditinjau pada segmen @+10,55m s/d @+4,50m (COL) dimana segmen yang diobservasi pada tiang uji lebih panjang dari pada model PLAXIS (lih. **Gambar A.1; Lampiran A**) sehingga asumsi ini tidak akan menimbulkan deviasi yang berarti.

Pemendekan badan tiang aktual (TP-01) berdasarkan pengukuran dua segmen, yang pertama +10,55m s/d +4,00m (dianggap mewakili kepala tiang–COL) dan +4,00m s/d -20,00m di mana segmen kedua dianggap mewakili COL–ujung bawah tiang -21,00m. Sedangkan untuk model PLAXIS dibagi persegmen yang mewakili lapisan tanah.

Deformasi aksial tiang pada beban puncak siklus pertama ditabulasikan dalam **Tabel 6.1a**. Setelah dilakukan pengolahan data pengukuran lapangan diketahui pemendekan tiang TP-01 pada segmen atas bernilai negatif hal ini tidak rasional mengingat beban yang diberikan adalah beban tekan dan dipastikan telah terjadi kesalahan saat pembacaan *dial gages* mekanis. Jika meninjau deformasi tiang pada panjang strukturalnya (+4,50m s/d -21,00m), keempat model mengalami deformasi yang lebih besar dari kondisi aktual. Pada segmen tersebut, pemendekan Model A, B, C dan D masing-masing lebih besar (persentase selisih terhadap TP-01) 207,41%, 129,32%, 159,42% dan 88,77% daripada kondisi aktual. Model dengan karakteristik kekakuan beton Linier-Elastic (Model A-C) mengalami deformasi yang lebih besar dari model yang menggunakan Hardening Soil (Model B-D).

**Tabel 6.1a.** Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C1-R50%DL

Elevasi (m)	Pemendekan tiang, $\Delta y$ (mm)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55 - 4.50	-0.0025*	0.5191	0.3657	0.5664	0.3931
4.50 - 0.55		0.2914	0.2102	0.3254	0.2241
0.55 - -4.45		0.3129	0.2301	0.3216	0.2249
-4.45 - -9.45	0.3500	0.2248	0.1709	0.1537	0.1260
-9.45 - -13.45		0.1329	0.1025	0.0543	0.0430
-13.45 - -20.00		0.1140	0.0890	0.0530	0.0426
-20.00 - -21.00	--	0.0102	0.0075	0.0061	0.0057
$\Delta(\text{COL} - \text{TT2})$	0.3500	1.0759	0.8026	0.9080	0.6607

\*Diduga ada kesalahan saat pembacaan *dial gages* mekanis

Tabulasi dalam **Tabel 6.1b** memuat deformasi aksial tiang pada beban puncak siklus kedua. Pada kondisi ini pun pemendekan yang terjadi pada model jauh lebih besar dibandingkan kondisi aktual, khususnya pada segmen atas +10,55m s/d +4,50m. Jika meninjau deformasi tiang pada panjang strukturalnya (+4,50m s/d -21,00m), pemendekan Model A, B, C dan D masing-masing lebih besar

85,28%, 37,34%, 69,66% dan 24,58%. Deviasi model cenderung menurun mendekati kondisi *real* saat beban semakin besar. Model dengan karakteristik kekakuan beton LE mengalami deformasi yang lebih besar dari model yang menggunakan HS.

**Tabel 6.1b.** Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C2-R100%DL

Elevasi (m)	Pemendekan tiang, $\Delta y$ (mm)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55 - 4.50	0.0025	1.0400	0.7428	1.1516	0.7866
4.50 - 0.55		0.5836	0.4205	0.6497	0.4621
0.55 - -4.45		0.6351	0.4644	0.7083	0.4900
-4.45 - -9.45	1.1700	0.4654	0.3497	0.3745	0.3030
-9.45 - -13.45		0.2653	0.2029	0.1447	0.1120
-13.45 - -20.00		0.2184	0.1693	0.1078	0.0905
-20.00 - -21.00	--	0.0157	0.0118	0.0087	0.0077
$\Delta(\text{COL} - \text{TT2})$	1.1700	2.1678	1.6069	1.9850	1.4576

Deformasi aksial tiang pada beban puncak siklus ketiga ditabulasikan dalam **Tabel 6.1c**. Pada segmen atas +10,55m s/d +4,50m pemendekan yang terjadi pada model jauh lebih besar dibandingkan kondisi aktual. Jika meninjau deformasi tiang pada panjang strukturalnya (+4,50m s/d -21,00m), pemendekan Model A, B, C dan D masing-masing lebih besar 42,30%, 10,17%, 71,25% dan 20,10%. Deviasi model cenderung menurun mendekati kondisi *real* saat beban semakin besar. Model dengan karakteristik kekakuan beton LE mengalami deformasi yang lebih besar dari model yang menggunakan HS.

**Tabel 6.1c.** Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C3-R150%DL

Elevasi (m)	Pemendekan tiang, $\Delta y$ (mm)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55 - 4.50	0.1000	1.5585	1.3748	1.6962	1.1796
4.50 - 0.55		0.8723	0.7138	1.0709	0.7316
0.55 - -4.45		0.9643	0.7463	1.2558	0.8438
-4.45 - -9.45	2.3200	0.7224	0.5340	0.8600	0.6374
-9.45 - -13.45		0.4084	0.3069	0.4614	0.3241
-13.45 - -20.00		0.3340	0.2549	0.3247	0.2496
-20.00 - -21.00	--	0.0212	0.0159	0.0142	0.0145
$\Delta(\text{COL} - \text{TT2})$	2.3200	3.3014	2.5559	3.9729	2.7864

Tabulasi dalam **Tabel 6.1d** memuat deformasi aksial tiang pada beban puncak siklus keempat. Pada segmen atas +10,55m s/d +4,50m pemendekan yang terjadi pada model jauh lebih besar dibandingkan kondisi aktual. Jika meninjau

deformasi tiang pada panjang strukturalnya (+4,50m s/d -21,00m), pemendekan model yang menggunakan LE untuk karakteristik betonnya (Model A-C) lebih besar 8,04% dan 36,07% dari pada TP-01; sedangkan model yang menggunakan HS untuk beton (Model B-D) mengalami kondisi sebaliknya lebih kecil 7,59% dan 5,57% dibanding kondisi *real*.

**Tabel 6.1d.** Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C4-R200%DL

Elevasi (m)			Pemendekan tiang, $\Delta y$ (mm)				
			TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	4.50	0.1075	2.0790	2.3710	2.2570	1.6767
4.50	-	0.55		1.1619	1.1401	1.4376	0.9822
0.55	-	-4.45		1.3001	1.1650	1.7203	1.1581
-4.45	-	-9.45	4.1400	0.9896	0.7706	1.2536	0.9157
-9.45	-	-13.45		0.5591	0.4074	0.7042	0.4773
-13.45	-	-20.00		0.4622	0.3426	0.5178	0.3762
-20.00	-	-21.00	--	0.0280	0.0206	0.0235	0.0229
$\Delta(\text{COL} - \text{TT2})$			4.1400	4.4728	3.8258	5.6335	3.9095

**Tabel 6.1e.** Pemendekan Tiang pada Beban Puncak C5-R250%DL

Elevasi (m)			Pemendekan tiang, $\Delta y$ (mm)				
			TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	4.50	0.9150	2.6434	4.7006	2.8678	3.2835
4.50	-	0.55		1.5057	2.0264	1.7556	1.6043
0.55	-	-4.45		1.7085	1.9713	2.1976	1.4918
-4.45	-	-9.45	6.3000	1.3164	1.2361	1.6402	1.2403
-9.45	-	-13.45		0.7402	0.5593	0.8950	0.6224
-13.45	-	-20.00		0.6296	0.4590	0.5987	0.4359
-20.00	-	-21.00	--	0.0367	0.0269	0.0354	0.0313
$\Delta(\text{COL} - \text{TT2})$			6.3000	5.9004	6.2521	7.0871	5.3948

Saat beban puncak 250%DL di siklus kelima (Tabel 6.1e), diketahui pemendekan tiang total TP-01 dengan Model A dan B pada segmen antara COL dengan ujung tiang relatif sama, yaitu sekitar 6 mm sedangkan tiang Model C mengalami kompresi paling besar dan Model D mengalami kompresi paling kecil. Parameter kuat geser tanah ternyata mempengaruhi deformasi aksial tiang. Dari semua siklus model PLAXIS yang diamati semua model mengalami kompresi terbesar di bagian antara kepala tiang dengan COL dimana  $R_{inter}$  diberikan angka yang sangat kecil (5% dan 8%).

Jika dibandingkan dengan tiang aktual, pemendekan segmen tiang antara kepala-COL hasil pemodelan semuanya jauh lebih besar. Sekarang kita tinjau bagian struktural tiang antara COL dengan ujung tiang (@+4,50m s/d @-21,00m), di mana hampir semua tiang pada keempat model di beban puncak tiap siklus yang ditinjau mengalami pemendekan paling besar pada segmen 0,55m sampai -4,45m. Jenis tanah yang diinput pada segmen ini adalah *medium dense silty sand*, terkecuali segmen tiang yang kondisi *real*-nya dibalut *geogundle*, lapisan tanah tersebut adalah lapisan dengan  $R_{inter}$  yang terkecil, yaitu 0,80. Kesempatan tiang untuk mengalami *slip* ternyata mempengaruhi pula pemendekan tiang.

Kita baru meninjau kompresi tiang saja, belum masuk pada distribusi bebannya sehingga analisis perilaku tiangnya belum lengkap. Hasil observasi menunjukkan kesempatan slip ternyata mempengaruhi besar kompresi tiang. Jika hasil simulasi PLAXIS dibandingkan dengan kondisi *real*, khususnya di segmen kepala tiang-COL maka dugaan sementara bisa saja mengarah pada kinerja *geogundle*. Apakah lapisan tersebut memang benar-benar efektif mengeliminasi friksi atau tidak sehingga gesekan antara tiang-tanah di segmen itu menahan kompresi tiang aktual. Akan tetapi jika melihat kecenderungan perilaku tiang persiklus diketahui pemendekan tiang yang disimulasikan dengan empat model semakin mendekati kondisi *real* seiring meningkatnya beban puncak tiap siklus. Hal ini menunjukkan pada siklus awal tiang sangat kaku hingga deformasinya sangat-sangat kecil dibandingkan model kemudian relatif menjadi lebih elastis bersamaan dengan histori/riwayat pembebanan siklis yang semakin bertambah dan juga meningkatnya beban puncak disetiap siklus. Mungkin kekakuan tiang-tanah pada kondisi aktual dipengaruhi pula oleh riwayat pembebanan siklis.

### 6.3 INTEPRETASI UJI PEMBEBANAN: $Q_{ult}$

Berikut ini adalah intepretasi hasil uji beban aksial tekan untuk *test pile* (TP-01) dan keempat model PLAXIS V8. Intepretasi dilakukan pada hasil pembacaan di kepala tiang dan pada COL. Sesuai dengan pembahasan dalam §3.2, digunakan tiga metode untuk penentuan kapasitas ultimit tiang. Berikut ini disajikan tabulasi hasil perhitungan, untuk prosedur lengkap penentuan daya dukung tiang dan

model dapat dilihat dalam *Lampiran A (Gambar A.7 – A.16)*. Hasil yang diperoleh menunjukkan  $Q_{ult}$  yang dideterminasi di COL ternyata lebih besar. Interpretasi daya dukung yang lebih tinggi diperoleh karena *rate* peralihan vertikal yang dicatat pada kepala tiang lebih tinggi dari pada di COL sehingga kurva yang diperoleh adalah seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 6.2** di mana grafik beban aksial-penurunan @*pile head* selalu berada di bawah grafik beban aksial-penurunan @*cut-off level*.

**Tabel 6.2a.** Resume Kapasitas Ultimit Tiang @*pile head*

Model	Simulasi	Davisson (1972)		Mazurkiewicz (1972)		Chin (1971)	
		$Q_{ult}$ [ton]	SF	$Q_{ult}$ [ton]	SF	$Q_{ult}$ [ton]	SF
TP-01	Real	1785	3.25	1827	3.32	1974	3.59
Model A	Plaxis v.8	2248	4.09	2320	4.22	2532	4.60
Model B	Plaxis v.8	1647	2.99	1660	3.02	1526	2.77
Model C	Plaxis v.8	1710	3.11	1742	3.17	1850	3.36
Model D	Plaxis v.8	1567	2.85	1586	2.88	1478	2.69

**Tabel 6.2b.** Resume Kapasitas Ultimit Tiang @*Cut-Off Level*

Model	Simulasi	Davisson (1972)		Mazurkiewicz (1972)		Chin (1971)	
		$Q_{ult}$ [ton]	SF	$Q_{ult}$ [ton]	SF	$Q_{ult}$ [ton]	SF
TP-01	Real	1847	3.36	1830	3.33	2222	4.04
Model A	Plaxis v.8	2338	4.25	2438	4.43	2634	4.79
Model B	Plaxis v.8	1794	3.26	1809	3.29	1714	3.12
Model C	Plaxis v.8	1869	3.40	1796	3.27	1934	3.52
Model D	Plaxis v.8	1669	3.03	1664	3.03	1543	2.81

Seperti yang telah disinggung dalam §6.2, bahwa tiang juga mengalami deformasi saat dibebani. Jika pada TP-01 *geogundle* bekerja dengan efektif berarti bagian antara kepala tiang dan COL murni berdeformasi tanpa ada friksi tanah yang menahannya. Oleh karena itu, peralihan yang dicatat di kepala tiang mengandung dua variabel deformasi aksial material beton (selain *settlement* tiang yang sebenarnya), yang pertama bagian antara kepala tiang dan COL yang diselimuti *geogundle* sedangkan yang kedua pada badan tiang terhitung dari COL hingga ujung tiang. Namun demikian, jika *geogundle* masih menyisakan kemungkinan bagi tiang untuk mentransfer beban kepada tanah disekelilingnya maka beban di COL akan lebih kecil daripada beban yang diberikan di kepala tiang. Beberapa hal di atas bisa menjadi sumber kekeliruan yang harus dicermati.

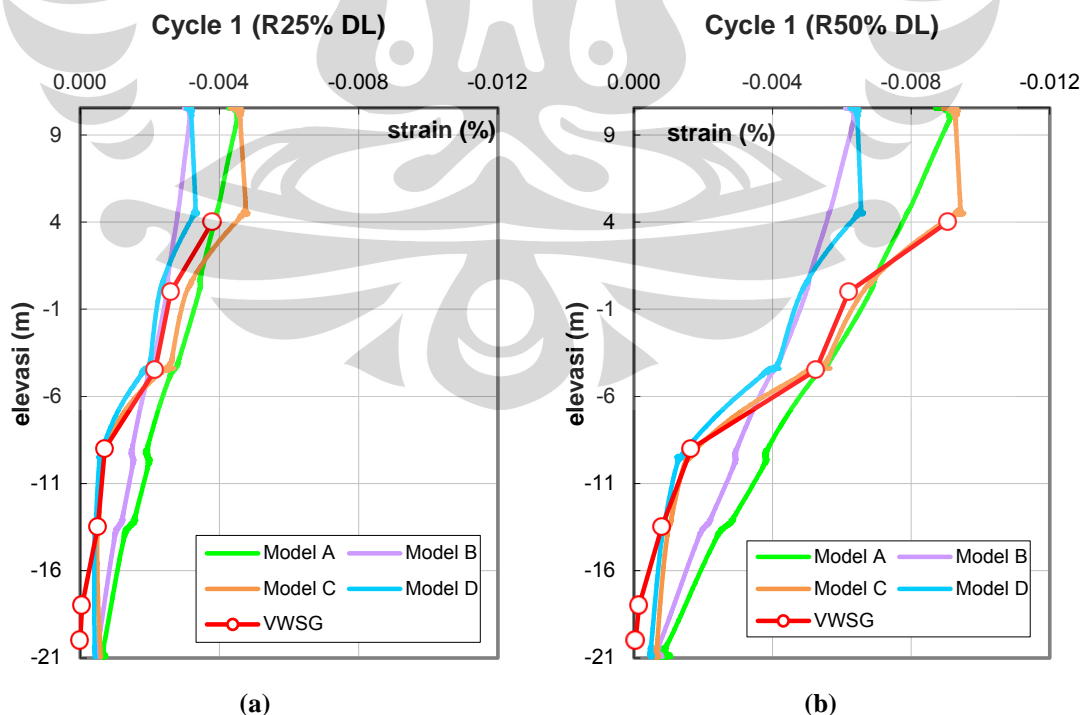
## 6.4 REGANGAN TIANG

Perbandingan regangan setiap tahap pembebanan disajikan dalam grafik berikut ini. Informasi VWSG dilevel atas hanya dimiliki hingga elevasi +4,00m karena instalasi *geogundle* dianggap efektif dan regangan tepat pada kepala tiang (+10,55m) nilainya tidak jauh berbeda dengan VWSG +4,00m; asumsi ini berlaku untuk semua siklus pembebanan (observasi regangan).

### 6.4.1 Loading Cycle 1

#### 6.4.1.1 Cycle1-R25%DL (137,50 ton)

Peninjauan regangan dimulai pada C1-R25%DL. Grafik dalam Gambar 6.5a, menunjukkan *trend* perilaku Model C-D dengan parameter tanah *drained* mengikuti VWSG sedangkan Model A-B yang menggunakan parameter *undrained*, regangan tiangnya cenderung linier. Pada C1-R25%DL regangan Model C relatif berimpit dengan VWSG pada elev. -4,50m, -9,00m dan -13,45m atau pada kondisi regangan berturut-turut  $-21,50\mu\epsilon$ ,  $-7,00\mu\epsilon$  dan  $-5,00\mu\epsilon$ . Sedangkan di bagian bawah dan atas level yang disebutkan tadi, regangan Model C lebih besar dari yang dicatatkan VWSG.



Gambar 6.5. Perbandingan Regangan; (a) C1-R25%DL; (b) C1-R50%DL



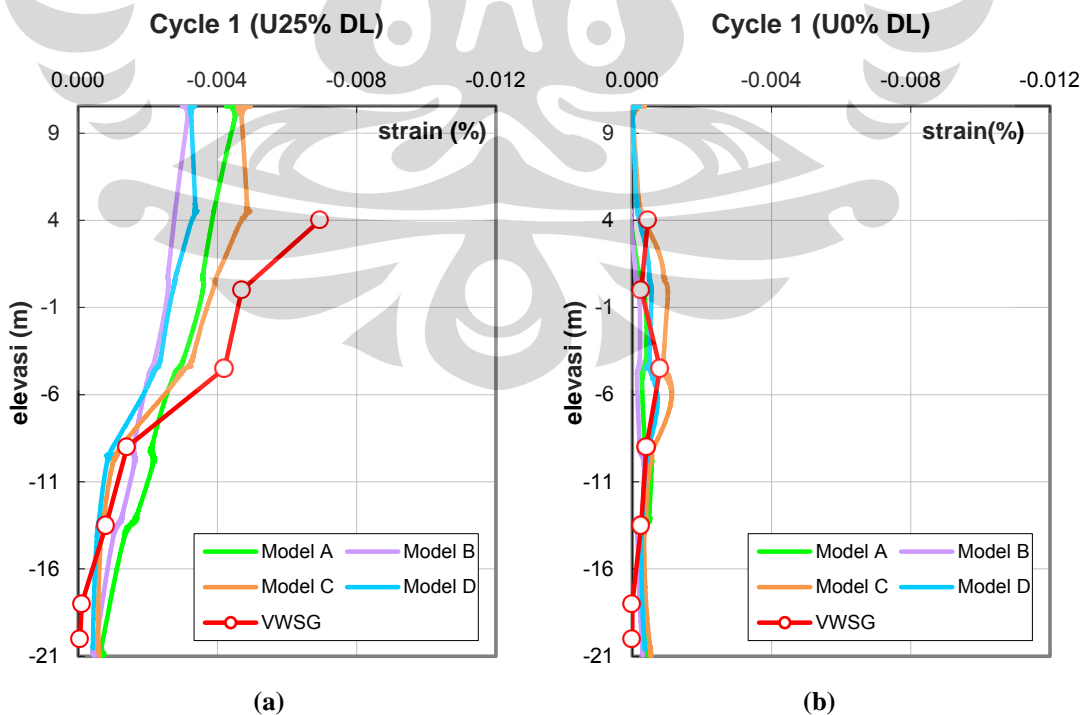
Model D juga mendekati nilai VWSG pada elevasi -9,00m dan -13,45m. Regangan semua model di elevasi -20,00m lebih besar dari VWSG, yaitu -0,40 hingga -0,50 $\mu\epsilon$  (VWSG Level G 0,00 $\mu\epsilon$ ). Regangan Model A di elevasi +4,00m mendekati VWSG (-38,00 $\mu\epsilon$ ). Perbedaan regangan Model B terhadap VWSG pada elev. 0,00 dan -4,50m relatif mendekati, sedangkan di level lainnya perilaku dan nilai regangan tidak memiliki kecenderungan yang sama.

#### 6.4.1.2 Cycle1-R50%DL (275,00 ton)

Beban ini adalah beban puncak disiklus ke-1. **Gambar 6.5b** menunjukkan regangan Model C mendekati VWSG dari kepala tiang hingga -13,50m. Regangan Model D cenderung mengikuti VWSG tetapi regangannya lebih kecil. Model B sama sekali berbeda dengan hasil instrumentasi sedangkan Model A kecenderungan perilaku regangan mengikuti kondisi *real* pada segmen tiang 0,00 hingga -4,50m di mana nilai regangan yang mendekati VWSG adalah pada elevasi -4,50m (-52,50 $\mu\epsilon$ ).

#### 6.4.2 Unloading Cycle 1

Berikut ini adalah observasi regangan pada saat beban dilepas dan menyisakan 25%DL serta 0%DL di kepala tiang.



**Gambar 6.6.** Perbandingan Regangan; (a) C1-U25%DL; (a) C1-U0%DL

#### 6.4.2.1 Cycle1-U25%DL (275,00 ton)

Hasil observasi tahap ini ditunjukkan dalam **Gambar 6.6a** dimana regangan tiang model PLAXIS turun/kembali lebih cepat daripada kondisi tiang uji yang sebenarnya. Keempat model relatif kembali ke kondisi regangan tiang sama seperti saat menerima beban 25%DL pertama kali.

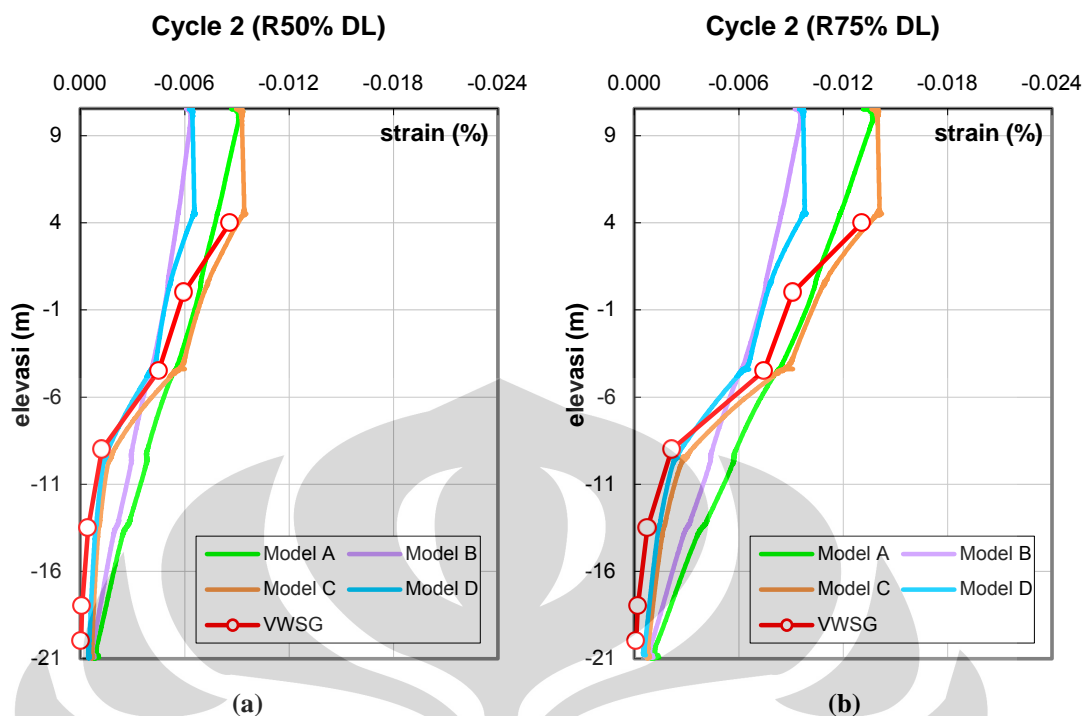
#### 6.4.2.2 Cycle1-U0%DL (0,00 ton)

Saat beban dilepas semua, keempat model (**Gambar 6.6b**) cenderung sama perilaku rengangannya dengan hasil instrumentasi. Pada elevasi -9,00m s/d -13,50m semua tiang regangannya relatif sama, yaitu berturut-turut  $-4\mu\epsilon$  dan  $-2,5\mu\epsilon$ . Tepatnya pada elevasi -4,50m Model C mendekati VWSG ( $-8\mu\epsilon$ ) sedangkan tiga lainnya lebih kecil. Semua model kecuali model C relatif sama dengan VWSG ( $-2,5\mu\epsilon$ ) pada level 0,00m; regangan Model C lebih besar, yaitu  $-10,2\mu\epsilon$ . Regangan terbesar VWSG tercatat di level -4,50m (antara lapisan tanah *medium dense silty sand* dan *cemented silty sand*). Fenomena mungkin melatarbelakanginya adalah saat beban dilepas, baik tiang dan tanah akan berusaha kembali ke kondisi semula setelah sebelumnya terkompresi. *Recovery rate* yang tiang lebih cepat dibandingkan tanah pada segmen yang mewakili elevasi yang ditinjau ini sehingga ada friksi yang menahan laju tiang kembali ke kondisi awal.

### 6.4.3 Reloading Cycle 2

#### 6.4.3.1 Cycle2-R50%DL (275,00 ton)

Siklus ini (**Gambar 6.7a**) dimulai berdasarkan kondisi yang telah tercapai pada C1-U0%DL. Secara umum, perilaku model PLAXIS tidak jauh berbeda dengan siklus pembebanan yang pertama (C1-R50%DL) akan tetapi jika diteliti lebih jauh, regangan tiang uji untuk besar beban yang sama di siklus yang kedua ini lebih kecil dari pada siklus yang pertama (jika diplot dengan skala yang sama akan jelas terlihat). Sedangkan untuk Model C dan D, pencapaian regangan di segmen +10,55m s/d +4,00 relatif sama dengan siklus ke-1 dan pada level dibawahnya rengangannya lebih besar dari kondisi yang dicapai pada siklus ke-1. Untuk model A dan B, plot regangan terhadap elevasi tiang relatif sama bila dibandingkan antara C1-50%DL dengan C2-50%DL.



Gambar 6.7. Perbandingan Regangan; (a) C2-R50%DL; (b) C2-R75%DL

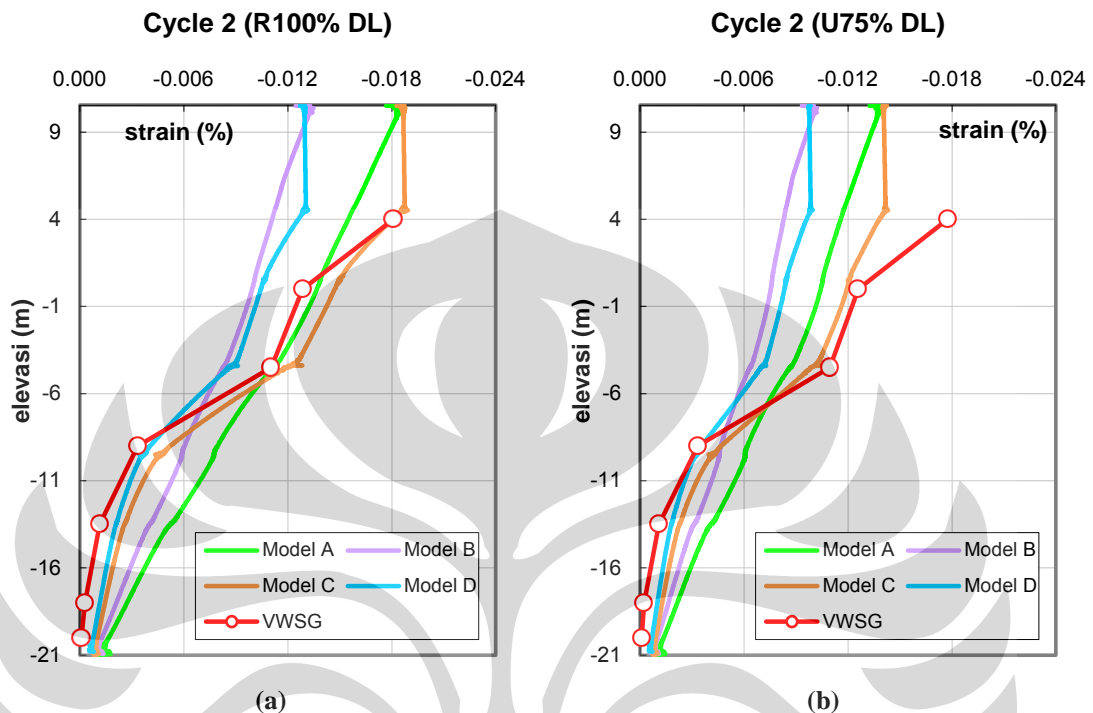
#### 6.4.3.2 Cycle2-R75%DL (412,50 ton)

Saat menerima beban 50%DL yang kedua regangan tiang Model C tidak lagi berimpit dengan VWSG, karena regangan tiang uji (TP-01) pada siklus yang kedua menurun sedangkan model malah bertambah besar (Gambar 6.7b). Pada beban 75%DL ini pun, regangan tiang Model C lebih besar dari VWSG. Model D tetap mencapai regangan yang lebih kecil untuk segmen di atas elevasi -9,00m dan lebih besar dari VWSG pada segmen di bawah elevasi -9,00m hingga ujung tiang.

#### 6.4.3.3 Cycle2-R100%DL (550 ton)

Tahap ini adalah beban puncak pada siklus kedua (Gambar 6.8a). Perilaku regangan Model C adalah yang paling mendekati kondisi aktual. Regangan pada level +4,00m untuk Model C adalah  $-180,89\mu\epsilon$  sedangkan VWSG  $-181,00\mu\epsilon$ . Di kepala tiang, Model A-C relatif sama, yaitu  $-186,08\mu\epsilon$  dan  $-187,28\mu\epsilon$ . Nilai ini kemungkinan adalah besar regangan yang juga dialami tiang aktual bilamana *geogundle* memang bekerja sangat efektif. Pada beban puncak siklus kedua ini, plot distribusi regangan Model A dan B masih menunjukkan kecenderungan yang linier sepanjang kedalaman. Regangan tiang model pada level -4,50m dari Model A ( $-113,01\mu\epsilon$ ) mendekati nilai VWSG ( $-110,50\mu\epsilon$ ). Pada level -9,00m, regangan

tiang Model D adalah  $-40,09\mu\epsilon$  yang cukup dekat perilaku tiang aktual yang diukur VWSG pada elevasi yang sama sebesar  $-33,50\mu\epsilon$ .



Gambar 6.8. Perbandingan Regangan; (a) C2-R100%DL; (b) C2-U75%DL

#### 6.4.4 Unloading Cycle 2

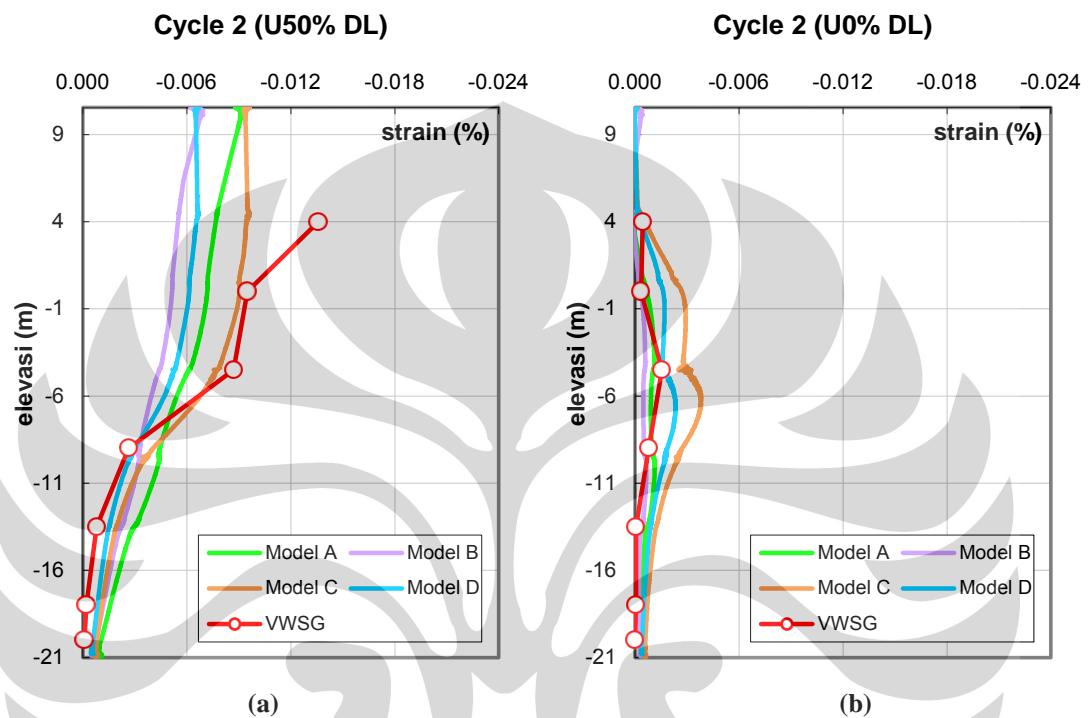
##### 6.4.4.1 Cycle2-U75%DL (412,50 ton)

Jika dibandingkan dengan C2-R100%DL, saat beban reduksi 25% ternyata regangan tiang aktual hampir belum berubah (Gambar 6.8b). Keempat model menunjukkan perubahan yang lebih signifikan. Hanya Model C mengikuti *trend* regangan VWSG dari elevasi 0,00m hingga *pile tip*, sedangkan pada segmen atas regangannya jauh lebih kecil dibandingkan VWSG. Pada level -9,00m, regangan tiang Model D adalah  $-33,50\mu\epsilon$  yang cukup dekat perilaku tiang aktual yang diukur VWSG pada elevasi yang sama sebesar  $-35,22\mu\epsilon$ .

##### 6.4.4.2 Cycle2-U50%DL (275,00 ton)

Tinjau Gambar 6.9a dimana pada level -9,00m, regangan tiang Model D adalah sebesar  $-29,69\mu\epsilon$ , relatif dekat perilaku tiang aktual yang diukur VWSG pada elevasi yang sama sebesar  $-26,50\mu\epsilon$ . Regangan pada segmen atas tiang hampir membentuk garis vertikal untuk Model C dan D, dimana jika dibandingkan

dengan hasil C1-R50% dan C2-R50% regangannya lebih besar pada tahap ini. Beban yang ditambahkan pada tahap pembebanan sebelumnya (beban yang lebih besar) ternyata mempengaruhi deformasi tanah dan tiang. Saat di-unloading tanah tidak kembali ke kondisi yang sama seperti semula.



Gambar 6.9. Perbandingan Regangan; (a) C2-U50%DL; (b) C2-U0%DL

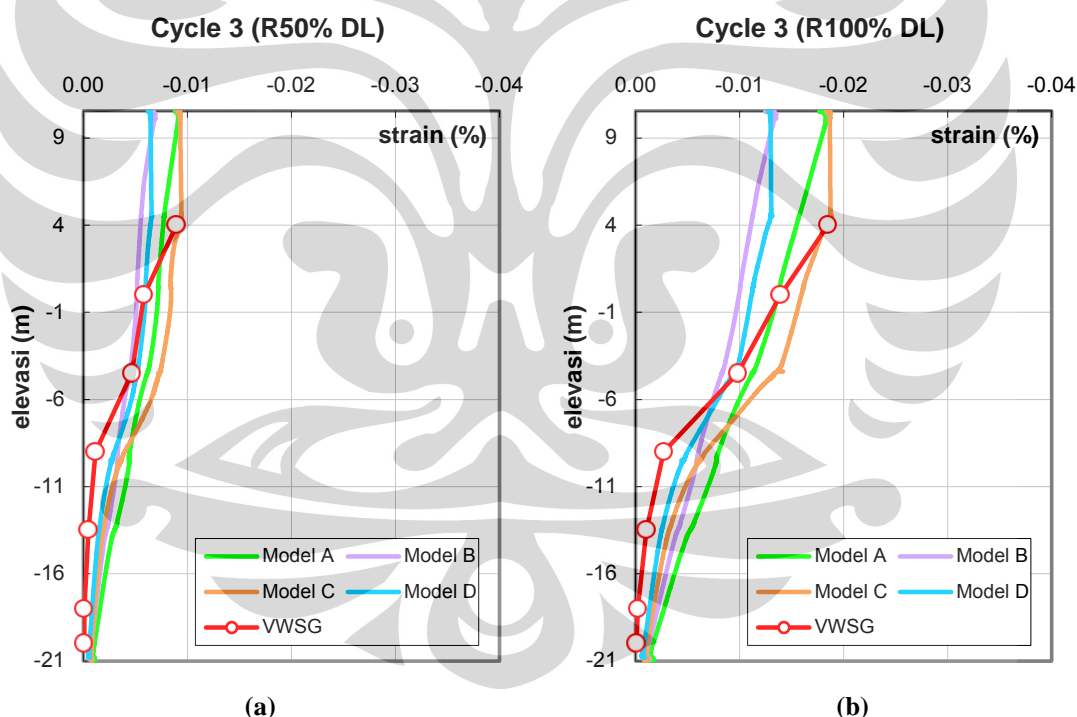
#### 6.4.4.3 Cycle2-U0%DL (0,00 ton)

Regangan pada C2-U0% lebih besar dari pada C1-U0% baik untuk tiang aktual maupun model PLAXIS (Gambar 6.9b). Nilai regangan Model C ( $-5,10\mu\epsilon$ ) dan Model D ( $-3,05\mu\epsilon$ ) di level +4,00m dekat dengan bacaan VWSG ( $-4,50\mu\epsilon$ ) tetapi di bawah level tersebut, regangan Model C adalah yang paling besar. Model D dan VWSG nilainya sama pada level -4,50m. Model A dan B relatif mendekati VWSG pada level -9,00m ( $\epsilon_A = -10,87\mu\epsilon$ ;  $\epsilon_B = -10,34\mu\epsilon$ ;  $\epsilon_{VWSG} = -8,00\mu\epsilon$ ) dan 0,00m ( $\epsilon_A = -6,76\mu\epsilon$ ;  $\epsilon_B = -3,50\mu\epsilon$ ;  $\epsilon_{VWSG} = -3,50\mu\epsilon$ ). Observasi pada segmen +10,55m s/d 0,00m, regangan Model A dan B turun lebih cepat daripada instrumentasi dan dua model lainnya.

### 6.4.5 Reloading Cycle 3

#### 6.4.5.1 Cycle3-R50%DL (275,00 ton)

Regangan yang terukur pada tahap ini (Gambar 6.10a) berbeda dengan yang dicapai pada kondisi pembebanan 50%DL di dua siklus sebelumnya terutama untuk hasil pemodelan. Akibat beban puncak disiklus ke-2, regangan tiang model lebih besar dari C1&C2-R50%DL. Angka yang signifikan menyebabkan plot distribusi regangan tiang model kecenderungannya tidak mengikuti VWSG terutama di elevasi 0,00m; -4,50m dan -9,00m; yang paling jelas perbedaannya adalah plot regangan terhadap elevasi tiang Model C. Berikut ini regangan yang nilainya mendekati VWSG, elev.+4,00m:  $\varepsilon_C = -91,54\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -89,50\mu\varepsilon$ ; elev.0,00m:  $\varepsilon_D = -59,89\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -58,50\mu\varepsilon$ ; elev.-4,50m:  $\varepsilon_B = -44,59\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -46,50\mu\varepsilon$ .



Gambar 6.10. Perbandingan Regangan; (a) C3-R50%DL; (b) C3-R100%DL

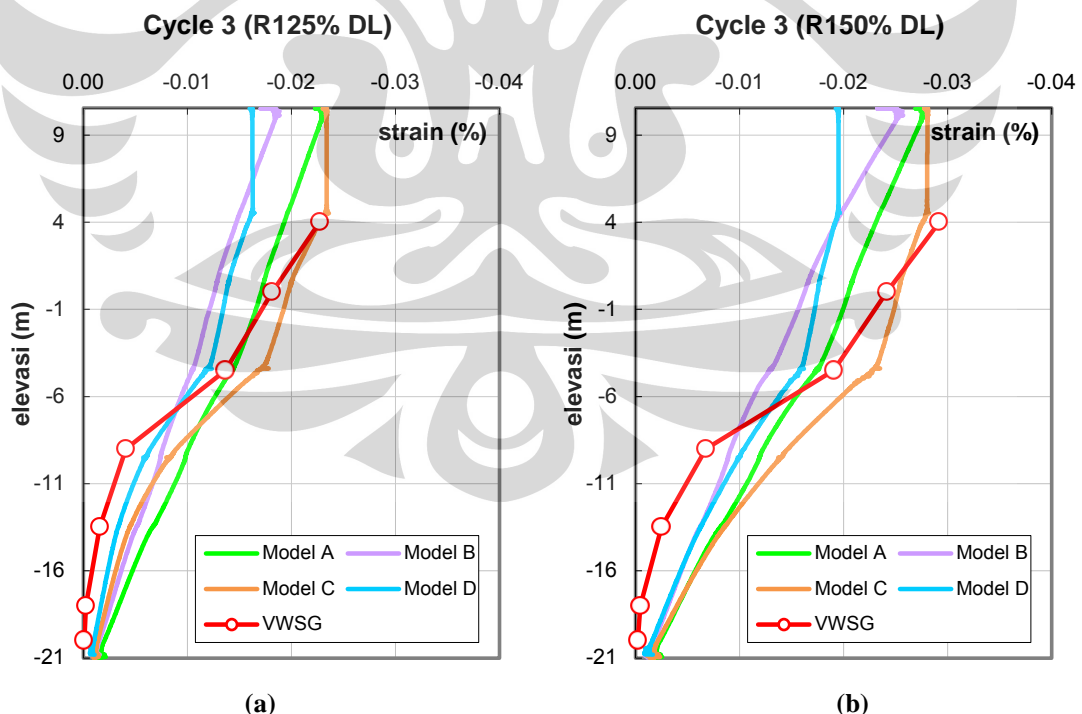
#### 6.4.5.2 Cycle3-R100%DL (550,00 ton)

Jika regangan VWSG Gambar 6.10b dibandingkan dengan C2-R100%DL, perbedaan dengan kondisi yang dicapai di C3-R100%DL adalah regangan @+4,00m sedikit lebih besar, @0,00m adalah kenaikan yang paling besar dibanding kondisi pembebanan sebelumnya dengan beban yang sama besar.

Selain dua titik tersebut, titik lainnya malah mengalami penurunan. Perubahan seperti itu juga terlihat pada Model C-D sedangkan Model A-B relatif sama responnya seperti ketika menerima beban 100%DL pertama kali disiklus kedua. Berikut ini regangan yang mendekati VWSG, elev.+4,00m:  $\varepsilon_C = -183,04\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -185,00\mu\varepsilon$ ; elev.0,00m:  $\varepsilon_A = -136,79\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -139,50\mu\varepsilon$ ; elev.-4,50m:  $\varepsilon_D = -94,83\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -98,00\mu\varepsilon$ .

#### 6.4.5.3 Cycle3-R125%DL (687,50 ton)

Pada tahap ini mulai terlihat (**Gambar 6.11a**) regangan di kepala tiang Model B lebih besar dibandingkan Model D. Sedangkan Model A-C pada level yang sama masih relatif sama regangannya. Sepertinya deformasi di segmen ini telah melewati *range* elastis. Tiang Model D yang juga diberlakukan HS model dengan kohesi yang lebih besar belum mengalami hal tersebut. Berikut ini regangan yang nilainya mendekati VWSG, elev.+4,00m:  $\varepsilon_C = -227,97\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -227,00\mu\varepsilon$ ; elev.-4,50m:  $\varepsilon_A = -143,95\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -136,50\mu\varepsilon$ .



**Gambar 6.11.** Perbandingan Regangan; (a) C3-R125%DL; (b) C3-R150%DL

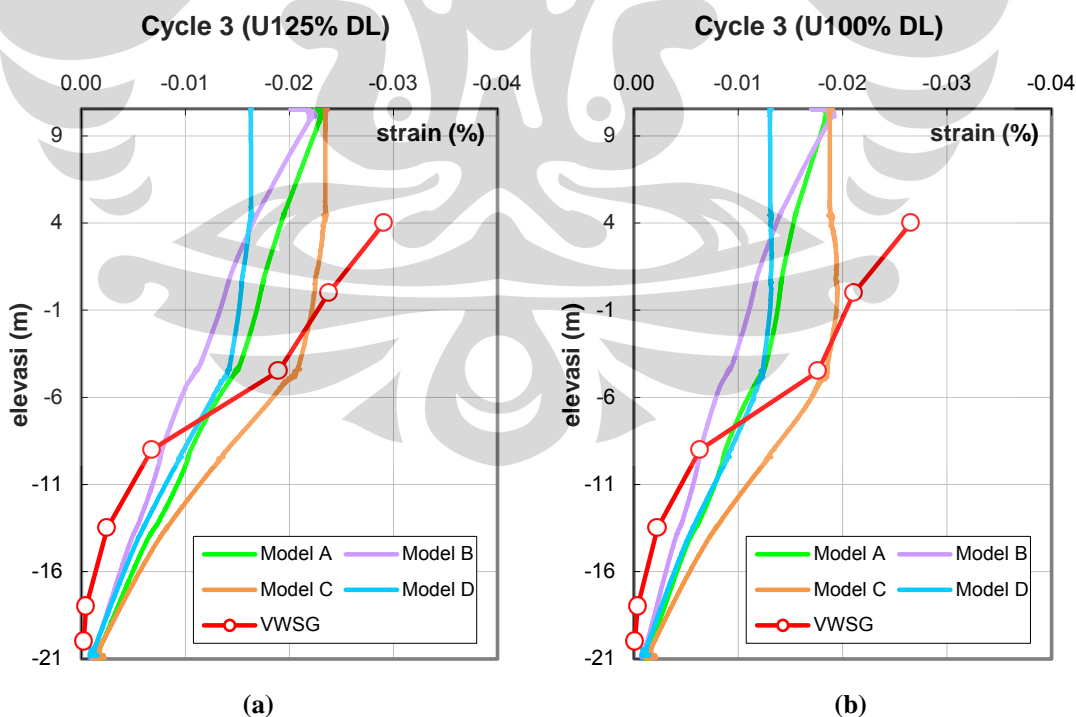
#### 6.4.5.4 Cycle3-R150%DL (825 ton)

Perilaku regangan yang dihitung berdasarkan model PLAXIS (**Gambar 6.11b**) ternyata sudah sangat berbeda dengan hasil instrumentasi. Regangan di kepala tiang Model B sudah hampir mendekati regangan Model A-C di level yang sama. Sama seperti observasi hasil tahap pembebanan dalam siklus-siklus sebelumnya, VWSG pada elevasi -18,00m dan -20,00m tetap menunjukkan regangan yang kecil.

### 6.4.6 Unloading Cycle 3

#### 6.4.6.1 Cycle3-U125%DL (687,50 ton)

Perbandingan regangan tiang uji dengan model PLAXIS ditahap ini (**Gambar 6.12a**) ternyata juga sudah jauh berbeda. Regangan VWSG di elevasi +4,00m lebih besar dari keempat model, secara keseluruhan perilakunya sudah tidak bisa diikuti oleh model PLAXIS. *Rate* turunnya nilai regangan di kepala tiang Model B jauh lebih lambat dari Model D. Regangan tiang uji pada U-125% relatif tidak berubah dari kondisi saat menerima beban R-150% DL.



**Gambar 6.12.** Perbandingan Regangan; (a) C3-U125%DL; (b) C3-U100%DL

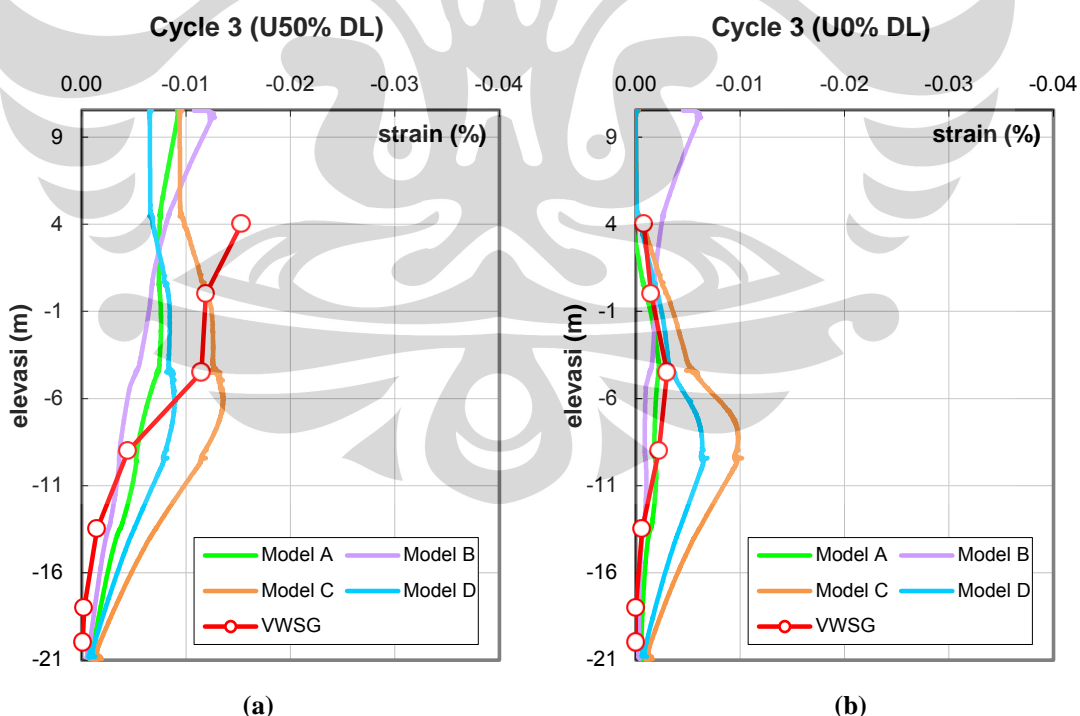


#### 6.4.6.2 Cycle3-U100%DL (550,00 ton)

Pada tahap ini penurunan regangan VWSG (**Gambar 6.12b**) saat beban dilepas lagi dengan selisih 25%DL yang paling jelas terlihat pada elevasi +10,55m; -4,00m dan 0,00m. pada level kepala tiang *recovery rate* regangan Model B lebih lambat dibandingkan Model D, di mana nilainya mendekati Model A-C. Plot distribusi regangan Model C-D pada segmen +10,55m s/d -4,50m hampir membentuk garis tegak terhadap sumbu regangan dengan bentuk yang sedikit cembung ke luar pada elevasi +4,00m s/d -4,50m.

#### 6.4.6.3 Cycle3-U50%DL (275,00 ton)

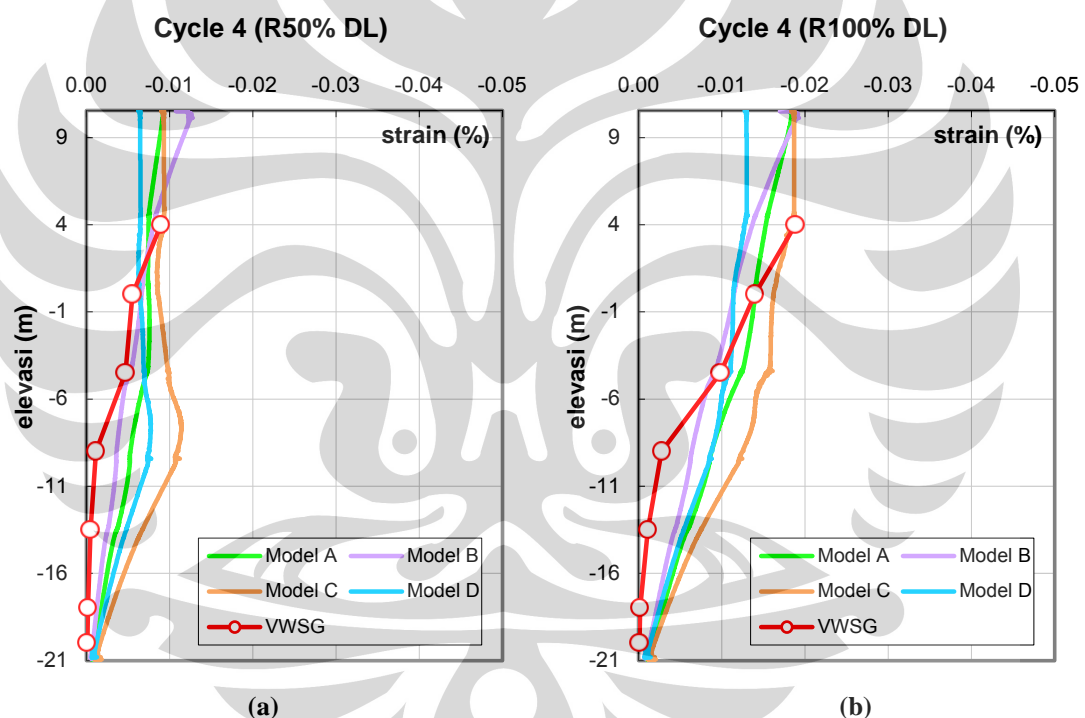
Perilaku model PLAXIS ditahap ini berbeda *trend*-nya dengan aktual (**Gambar 6.13a**). Regangan di kepala tiang semua model kembali lebih cepat dibanding VWSG, di elevasi 0,00m regangan Model C mendekati kondisi nyata di mana  $\varepsilon_C = -120,24\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -119,00\mu\varepsilon$ . Pada segmen tiang antara -4,50m hingga ujung tiang, *recovery rate* regangan tiang Model C sangat lambat dibandingkan VWSG.



**Gambar 6.13.** Perbandingan Regangan; (a) C3-U50%DL; (b) C3-U0%DL

#### 6.4.6.4 Cycle3-U0%DL (0,00 ton)

Perilaku Model C-D ditahap ini berbeda *trend*-nya (Gambar 6.13b) pada -4,50m s/d -21,00m dibanding VWSG di mana regangan terbesar berada sekitar elev. -9,00m untuk kedua model. Kemungkinan, *recovery rate* tanah (Model C-D) saat beban dilepas pada lapisan ini lebih lambat dari kondisi nyata. Sehingga saat tiang ingin kembali pada kondisi awal, deformasi aksial tiang pulih lebih cepat sehingga friksi ‘negatif’ tanah bekerja di selimut tiang karena tanah tidak pulih secepat tiang. Perilaku Model A cenderung mendekati VWSG dan Model B regangan @+10,55m tidak bernilai nol kembali walaupun tiang sudah tidak dibebani lagi di mana  $\varepsilon_B = -56,33\mu\varepsilon$ .



Gambar 6.14. Perbandingan Regangan; (a) C4-R50%DL; (b) C4-R100%DL

### 6.4.7 Reloading Cycle 4

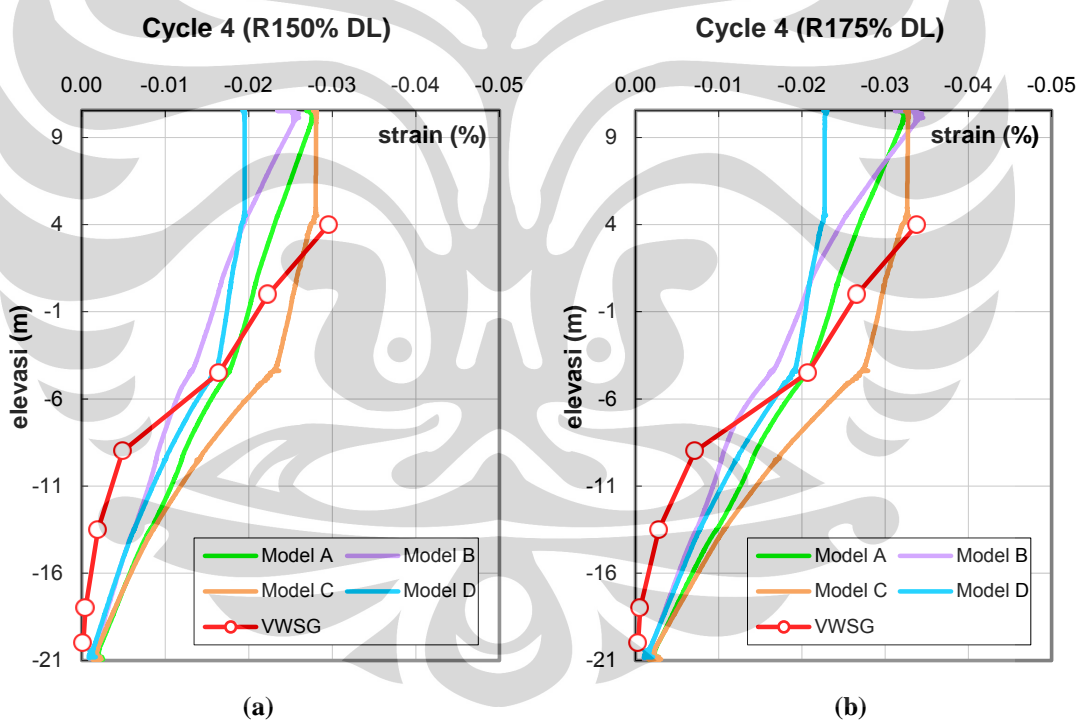
#### 6.4.7.1 Cycle4-U50%DL (275,00 ton)

Tinjau Gambar 6.14a, perilaku tanah pada model PLAXIS ketika dibebani 50%DL untuk yang ke-4 kali ternyata terlihat berbeda (kec. @+10,55m Model A, C, dan D). Beban puncak setiap siklus meninggalkan regangan yang tidak kembali ke kondisi semula (terutama Model C dan D) karena tanah dimodelkan dengan Hardening Soil (HS). Hal tersebut ditunjukkan oleh model yang menggunakan

parameter tanah kondisi *drained*. Jika diplot pada skala yang sama, perilaku regangan tiang uji tidak jauh berbeda saat dibebani 50%DL untuk yang kesekian kali. Regangan model PLAXIS yang mendekati instrumentasi yaitu  $\varepsilon_C = -89,34\mu\varepsilon$ ;  $\varepsilon_{VWSG} = -89,50\mu\varepsilon$ .

#### 6.4.7.2 Cycle4-R100%DL (550,00 ton)

Pebedaan perilaku tanah pada model PLAXIS (**Gambar 6.14b**) ketika dibebani 100%DL untuk yang ketigakalinya terlihat jelas pada segmen tiang 0,00m hingga -18,00m. Regangan model lebih besar pada C4-R100% karena pengaruh regangan pada beban puncak disiklus ke-3. Berikut ini regangan yang nilainya mendekati VWSG, elevasi +4,00m:  $\varepsilon_C = -180,78\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -194,00\mu\varepsilon$ ; elevasi 0,00m:  $\varepsilon_A = -143,36\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -141,00\mu\varepsilon$ .



**Gambar 6.15.** Perbandingan Regangan; (a) C4-R150%DL; (b) C4-R175%DL

#### 6.4.7.3 Cycle4-R150%DL (825,00 ton)

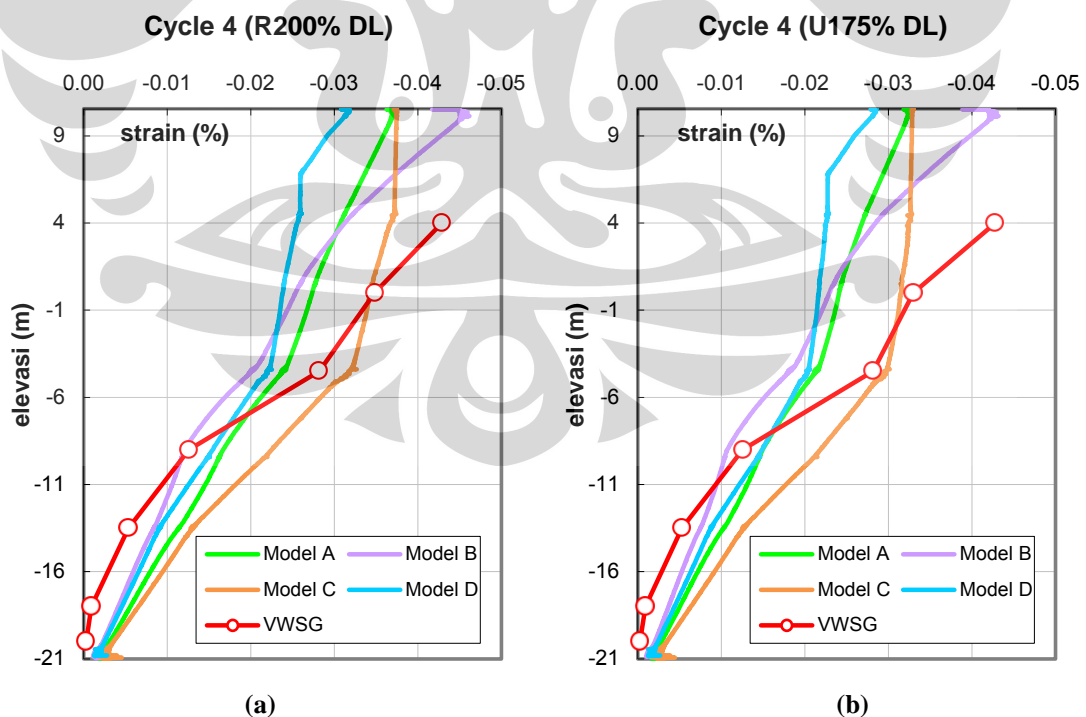
Regangan Model D dan A pada elevasi -4,50m relatif mendekati VWSG (**Gambar 6.15a**), yaitu  $\varepsilon_D = -158,71\mu\varepsilon$ ;  $\varepsilon_A = -176,62\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_{VWSG} = -164,50\mu\varepsilon$ . Besar regangan tiang Model C pada elevasi +4,00m lebih kecil dari VWSG. Pada tahap ini, *trend* keempat model PLAXIS tidak mengikuti VWSG.

#### 6.4.7.4 Cycle4-R175%DL (962,50 ton)

Regangan tiang uji yang dibaca oleh VWSG pada tiga level teratas bergerak cukup besar ke arah kanan dari kondisi yang dicapai tahap pembebanan sebelumnya. Empat level VWSG yang terbawah (**Gambar 6.15b**) hanya bergerak ke kanan sedikit saja. Regangan Model B di kepala tiang bertambah besar melebihi Model A-C. Pada elevasi -4,50m,  $\varepsilon_A = -207,97\mu\varepsilon$  sedangkan  $\varepsilon_{VWSG} = -207,00\mu\varepsilon$ .

#### 6.4.7.5 Cycle4-R200%DL (1100,00 ton)

Tahap ini (**Gambar 6.16a**) merupakan beban puncak siklus ke-4. Regangan yang dicapai model di elevasi +4,00m lebih kecil dari VWSG. Kondisi deformasi material tiang Model D memperlihatkan perubahan pada segmen kepala tiang hingga sekitar elevasi +7,00m. Deformasi material beton Model D yang dimodelkan dengan HS telah melewati *range* elastis di mana hal ini telah terjadi lebih dahulu pada material tiang Model B yang juga dimodelkan dengan HS pada C3-R125%DL. Pada elevasi 0,00m:  $\varepsilon_C = -343,14\mu\varepsilon$  sedangkan  $\varepsilon_{VWSG} = -348,50\mu\varepsilon$ ; pada elevasi -9,00m:  $\varepsilon_B = -121,59\mu\varepsilon$  sedangkan  $\varepsilon_{VWSG} = -126,00\mu\varepsilon$ .



**Gambar 6.16.** Perbandingan Regangan; (a) C4-R200%DL; (b) C4-U175%DL

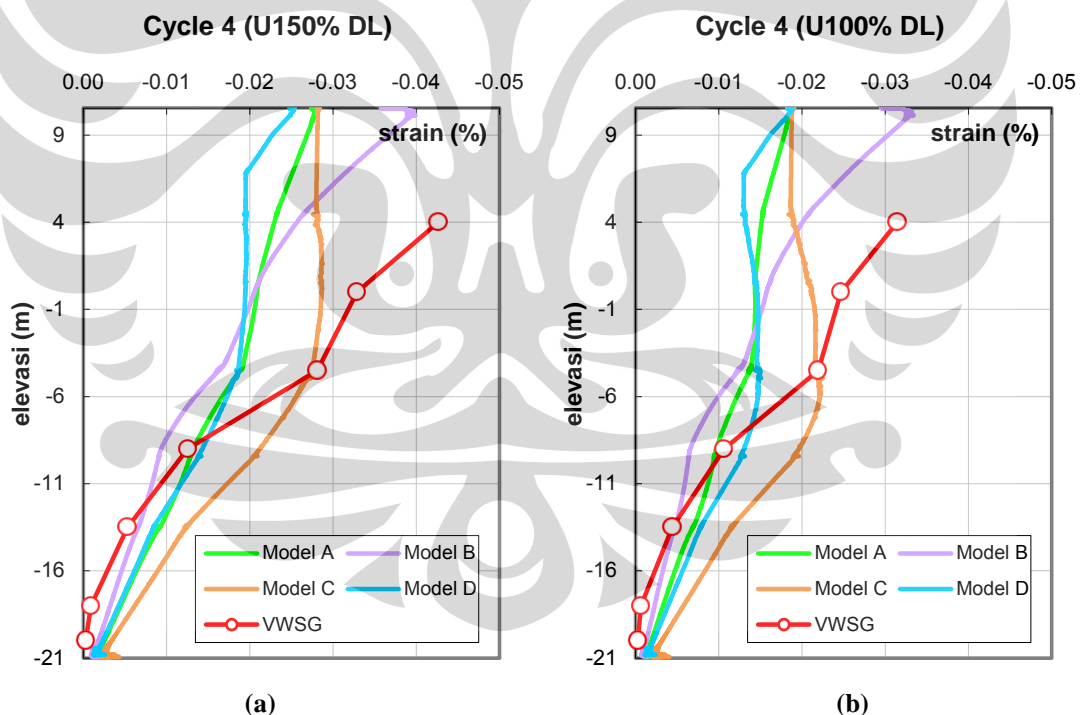
## 6.4.8 Unloading Cycle 4

### 6.4.8.1 Cycle4-U175%DL (962,50 ton)

Saat beban dilepas pada 175%DL (**Gambar 6.16b**) terlihat VWSG tidak mengalami perubahan dari C4-200%DL. Hal tersebut yang menunjukkan akibat beban yang besar ini pemulihan tiang dan tanah ke kondisi semula berjalan lambat. Perilaku model PLAXIS tidak mengikuti VWSG.

### 6.4.8.2 Cycle4-U150%DL (825,00 ton)

Saat beban dilepas pada 150%DL (**Gambar 6.17a**), perubahan yang dicapai tiang aktual (VWSG) sangat kecil untuk menampakkan perbedaan saat diplot seolah-olah VWSG tidak mengalami perubahan dari C4-200%DL. Hal tersebut yang menunjukkan akibat beban yang. Perilaku keempat model PLAXIS sangat berbeda dengan VWSG.



**Gambar 6.17.** Perbandingan Regangan; (a) C4-U150%DL; (b) C4-U100%DL

### 6.4.8.3 Cycle4-U100%DL (550,00 ton)

Penurunan regangan pada saat U100% (**Gambar 6.17b**) baru memperlihatkan perbedaan. Regangan turun secara signifikan pada dua level teratas VWSG. Butuh waktu sekitar 60 menit untuk tiang mencapai kondisi regangan seperti ini.

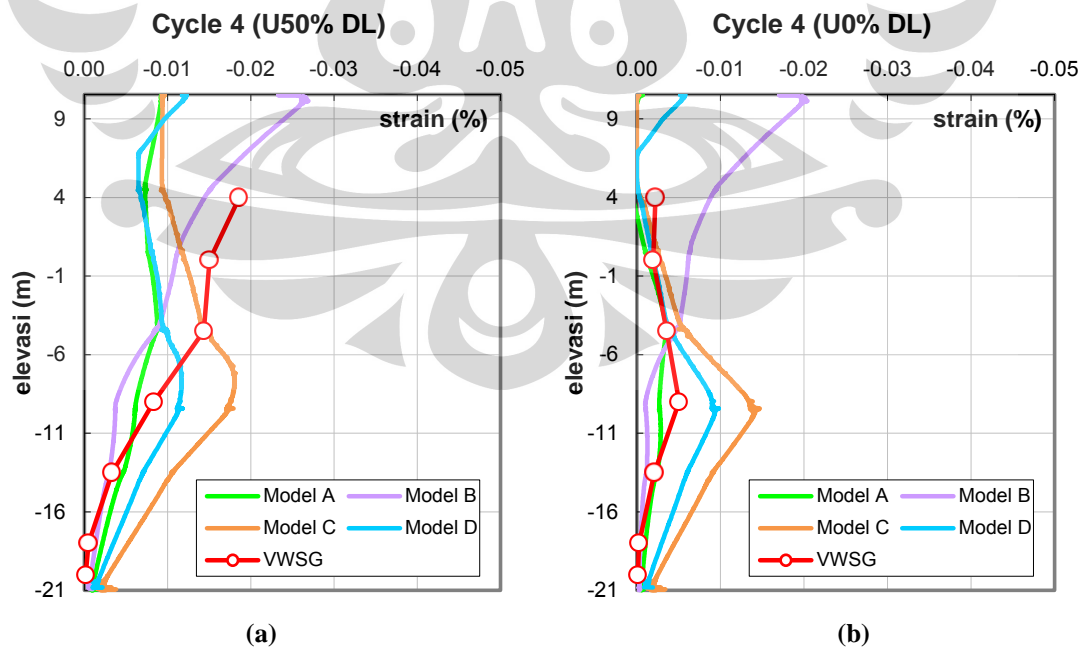
Perilaku keempat model PLAXIS sangat berbeda dengan VWSG. Regangan di kepala tiang Model B adalah yang paling besar, sedangkan tiga model lainnya menunjukkan regangan yang sama antara ketiganya di level tersebut.

#### 6.4.8.4 Cycle4-U50%DL (275,00 ton)

Kecenderungan perilaku Model B (Gambar 6.18a) menunjukkan kemiripan dengan VWSG walaupun regangan model di segmen +4,00m s/d -13,50m pulih lebih cepat. Model-model yang menggunakan HS untuk beton memperlihatkan kondisi regangan yang tidak bisa kembali seperti semula.

#### 6.4.8.5 Cycle4-U0%DL (0,00 ton)

Saat beban dilepas sepenuhnya, perilaku Model C dan D (Gambar 6.18b) menunjukkan kemiripan dengan VWSG khususnya segmen +4,00m s/d -20,00m di mana plot distribusi regangan berbentuk cembung kanan pada elevasi -9,00m. Untuk tahap pembebanan ini Model A relatif masih bisa mengikuti perilaku VWSG sedangkan model PLAXIS yang menggunakan model HS pada beton memperlihatkan kondisi regangan yang tidak bisa kembali seperti semula.



Gambar 6.18. Perbandingan Regangan; (a) C4-U50%DL; (b) C4-U0%DL

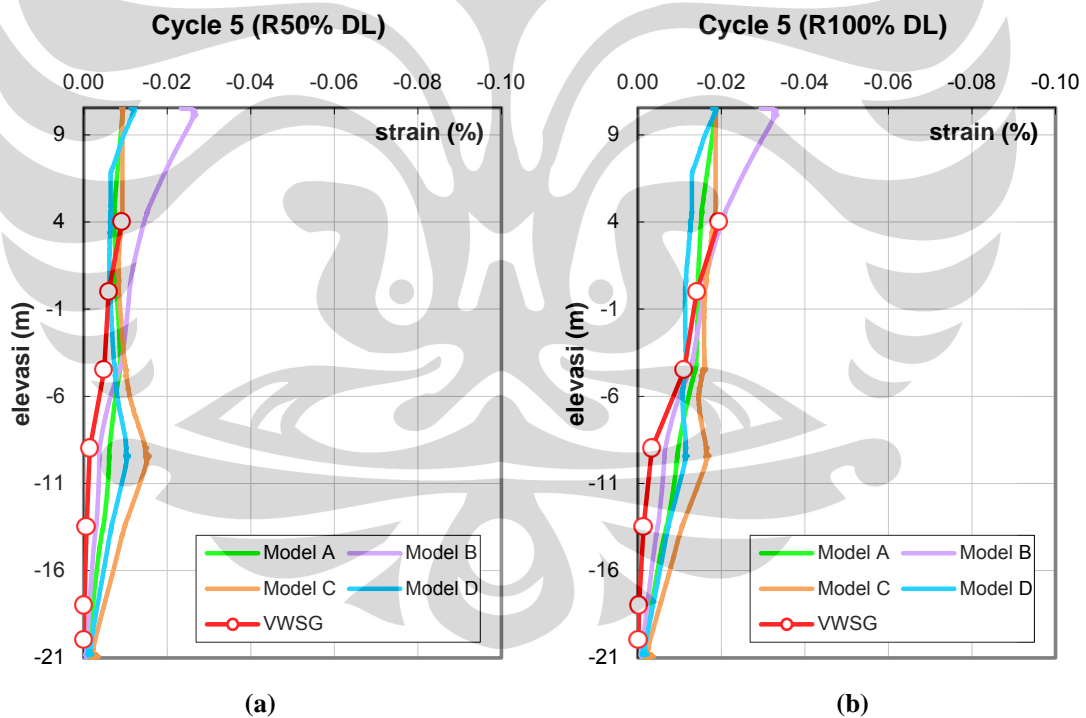
## 6.4.9 Reloading Cycle 5

### 6.4.9.1 Cycle5-R50%DL (275,00 ton)

Hasil observasi (**Gambar 6.19a**) model PLAXIS menunjukkan perilaku Model B cenderung mengikuti VWSG namun regangan di kepala tiang jauh lebih besar akibat kondisi yang tidak bisa kembali akibat deformasi sudah melewati *range* elastis. Model C jauh berbeda dengan VWSG, akan tetapi regangan elev. +4,00m relatif sama dengan VWSG, yaitu  $\varepsilon_C = -90,11 \mu\varepsilon$  sedangkan  $\varepsilon_{VWSG} = -91,00 \mu\varepsilon$ .

### 6.4.9.2 Cycle5-R100%DL (550,00 ton)

Pada fase ini, regangan VWSG naik signifikan pada tiga level pemasangan instrumen teratas (**Gambar 6.19b**). Plot distribusi regangan Model B relatif identik VWSG, kecuali pada segmen +10,55m s/d +4,00m yang regangannya tidak mewakili perilaku segmen tiang yang dipasang *geogundle*.



**Gambar 6.19.** Perbandingan Regangan; (a) C5-R50%DL; (b) C5-R100%DL

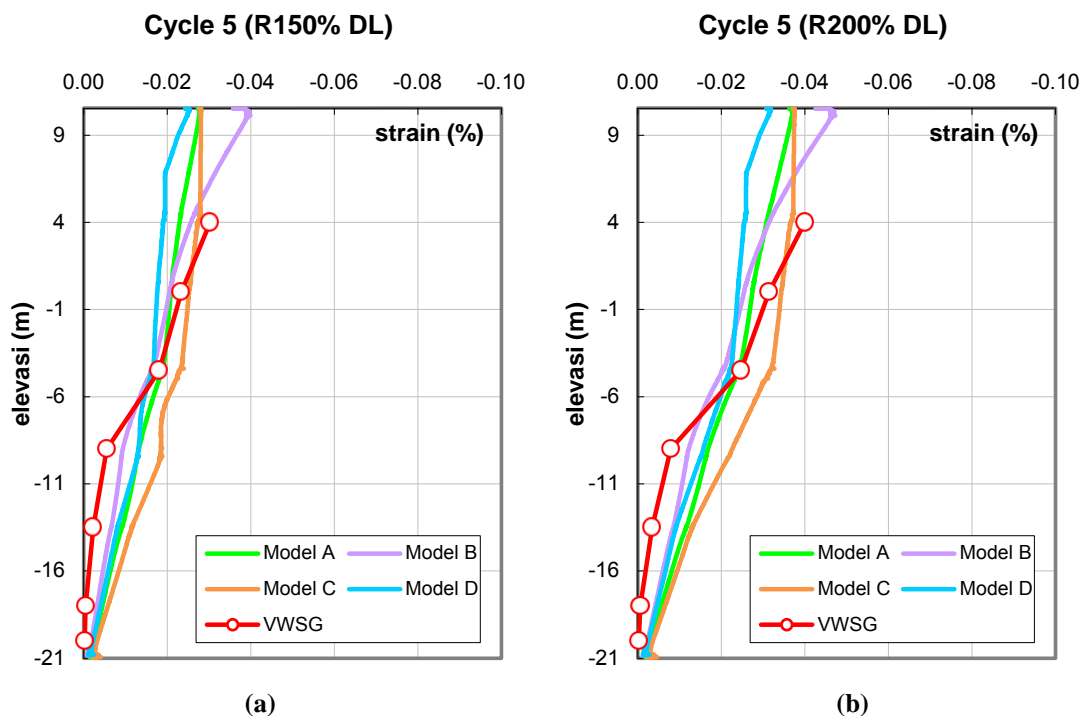
### 6.4.9.3 Cycle5-R150%DL (825,00 ton)

Pada tahap ini (**Gambar 6.20a**), tiang uji mengalami regangan yang lebih besar dari keempat model PLAXIS khususnya segmen atas. Pada segmen tiang antara +4,00m s/d -4,50m, tiang Model B regangannya lebih kecil. Di elevasi -4,50m, regangan

Model A, B dan D mendekati nilai VWSG di mana  $\varepsilon_A = -189,74\mu\varepsilon$ ;  $\varepsilon_B = -163,87\mu\varepsilon$ ;  $\varepsilon_D = -165,26\mu\varepsilon$  sedangkan  $\varepsilon_{VWSG} = -181,00\mu\varepsilon$ .

#### 6.4.9.4 Cycle5-R200%DL (1100,00 ton)

Saat beban disiklus ke-5 mencapai 200%DL (Gambar 6.20b) hanya Model A yang regangan di elevasi -4,50m mendekati nilai VWSG meski secara keseluruhan perilaku model berbeda dengan tiang uji. Seperti fase-fase sebelumnya, penambahan regangan tiang aktual yang paling signifikan terjadi ditiga level pemasangan VWSG yang teratas. Regangan Model C mulai 0,00m hingga ke bawah sangat besar dibandingkan dengan kondisi *real*. Regangan keempat model PLAXIS di level +4,00m lebih kecil dari yang dicatat VWSG.



Gambar 6.20. Perbandingan Regangan; (a) C5-R150%DL; (b) C5-R200%DL

#### 6.4.9.5 Cycle5-R225%DL (1237,50 ton)

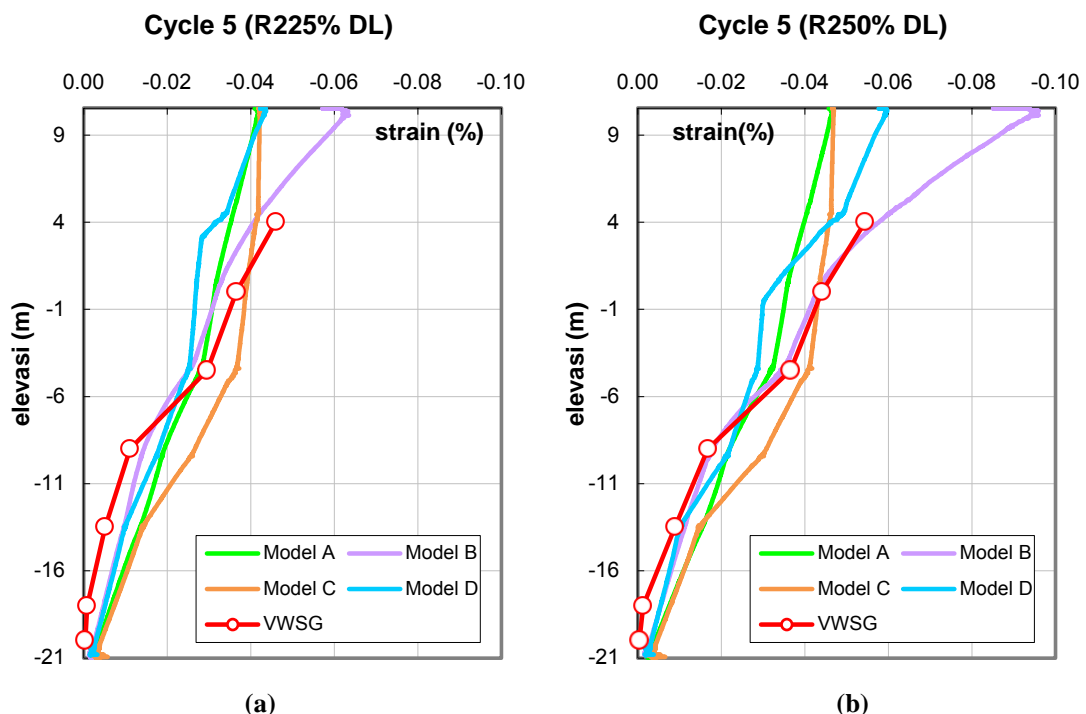
Perilaku model PLAXIS yang mendekati VWSG adalah Model B (Gambar 6.21a) akan tetapi hanya pada segmen +4,00m s/d -9,00m. Regangan di kepala tiang terlalu besar untuk bisa disamakan dengan perilaku VWSG. Pada segmen tiang antara +4,00m s/d -4,50m, distribusi regangan Model C memiliki gradien yang



sangat curam. Kemungkinan yang terjadi di sana adalah slip antara tanah dan tiang sehingga transfer beban yang berlangsung relatif sedikit.

#### 6.4.9.6 Cycle5-R250%DL (1375,00 ton)

Pergerakan grafik regangan tiang uji pada fase pembebanan C5-150%DL; 200%DL; 225%DL hingga 250% DL khususnya pada tiga level pemasangan VWSG yang teratas adalah dengan kemiringan garis yang relatif sama. Hal itu berarti kapasitas geser yang dikerahkan tanah disekeliling segmen tersebut sudah mencapai maksimum. Hal yang sama juga terlihat pada VWSG elevasi -4,50m s/d -9,00m jika diamati gradien garis dari pembebanan 225%DL ke 250%DL. Pada fase pembebanan ini plot distribusi regangan (**Gambar 6.21b**) Model B relatif berimpit dengan bacaan VWSG namun kecenderungan ini tidak diikuti regangan pada segmen +10,55m s/d +4,00m di mana distribusinya tidak mewakili perilaku segmen tiang yang dipasangi *geogundle*. Pada beban puncak ini, regangan Model D di segmen atas sudah melebihi Model A-C.



**Gambar 6.21.** Perbandingan Regangan; (a) C5-R225%DL; (b) C5-R250%DL

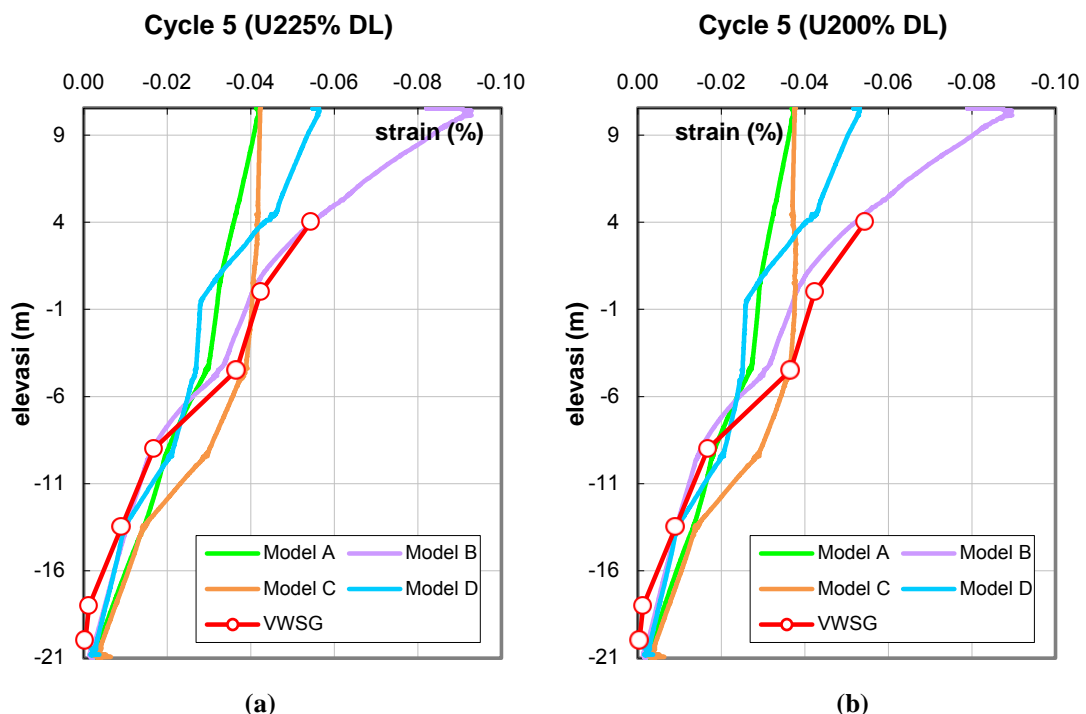
### 6.4.10 Unloading Cycle 5

#### 6.4.10.1 Cycle5-U255%DL (1237,50 ton)

Saat beban dilepas dan tersisa 225%DL di kepala tiang (**Gambar 6.22a**), regangan tiang uji yang paling cepat turun di tiga level pemasangan VWSG teratas adalah yang posisinya pada elevasi 0,00m. Jika dibandingkan dengan kondisi regangan saat beban puncak 250% dicapai, pada tahap ini regangan yang dibaca VWSG tidak jauh berbeda. Regangan Model B di segmen +4,00m ke bawah masih mengikuti bacaan VWSG, sedangkan tiga model lainnya sudah jauh berbeda.

#### 6.4.10.2 Cycle5-U200%DL (1100,00 ton)

Pada tahap ini, beban telah berkurang 275 ton dari beban puncak 250%DL tetapi kondisi regangan VWSG (**Gambar 6.22b**) yang dicapai tidak jauh berbeda dari fase C5-R250%DL dan C5-U225%DL. Regangan tiang belum pulih ke kondisi sebelumnya. Regangan VWSG level -9,00m s/d -18,00m juga relatif tidak bergerak mulai dari fase C5-R250%DL hingga C5-U200%DL.



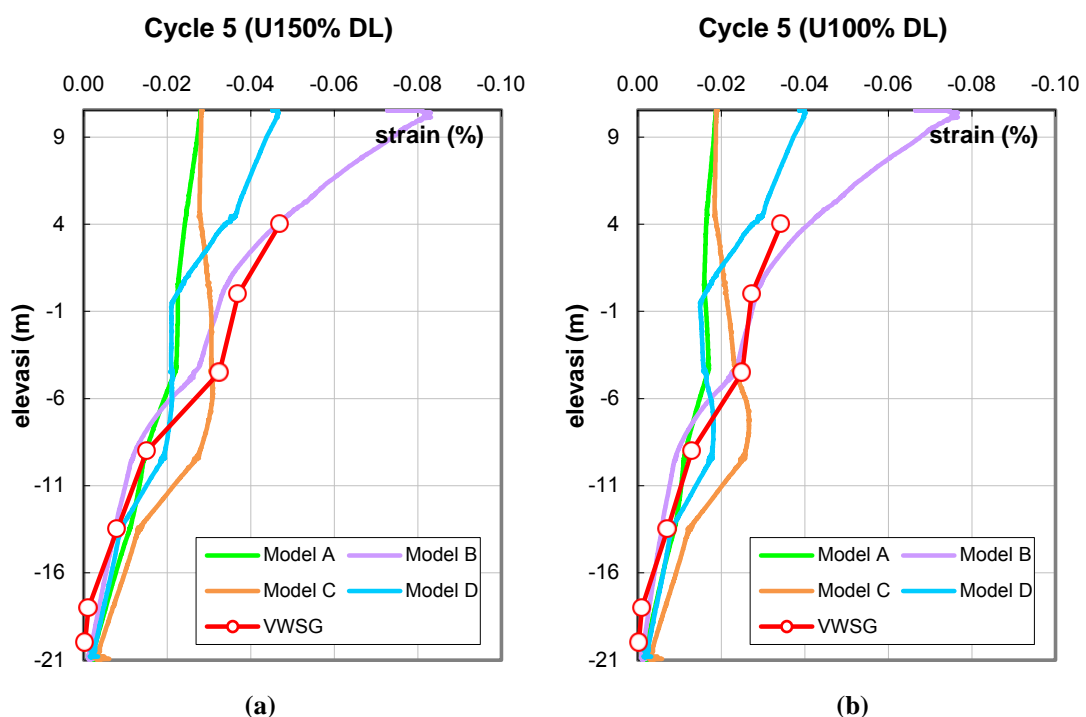
**Gambar 6.22.** Perbandingan Regangan; (a) C5-U225%DL; (b) C5-U200%DL

#### 6.4.10.3 Cycle5-U150%DL (825,00 ton)

Pada fase ini (**Gambar 6.23a**) regangan tiang aktual mulai berkurang atau pulih. Regangan Model B di segmen +4,00m ke bawah masih mengikuti bacaan VWSG. Model A, B dan D mendekati VWSG pada segmen -9,00m s/d -13,50m. Regangan tiang Model C di segmen tengah tiang *rate* pemulihannya lebih lambat daripada segmen sebelah atasnya.

#### 6.4.10.4 Cycle5-U100%DL (550,00 ton)

Pengurangan beban pada tahap ini (**Gambar 6.23b**) menunjukkan regangan tiang aktual terus berkurang dengan *rate* yang lebih lambat daripada Model A, C dan D khususnya pada segmen antara kepala tiang hingga elevasi -4,50m. Untuk Model B-D yang material betonnya dimodelkan dengan HS, terlihat kondisi regangan yang tidak bisa kembali seperti pada tingkat beban yang sama sebelumnya.

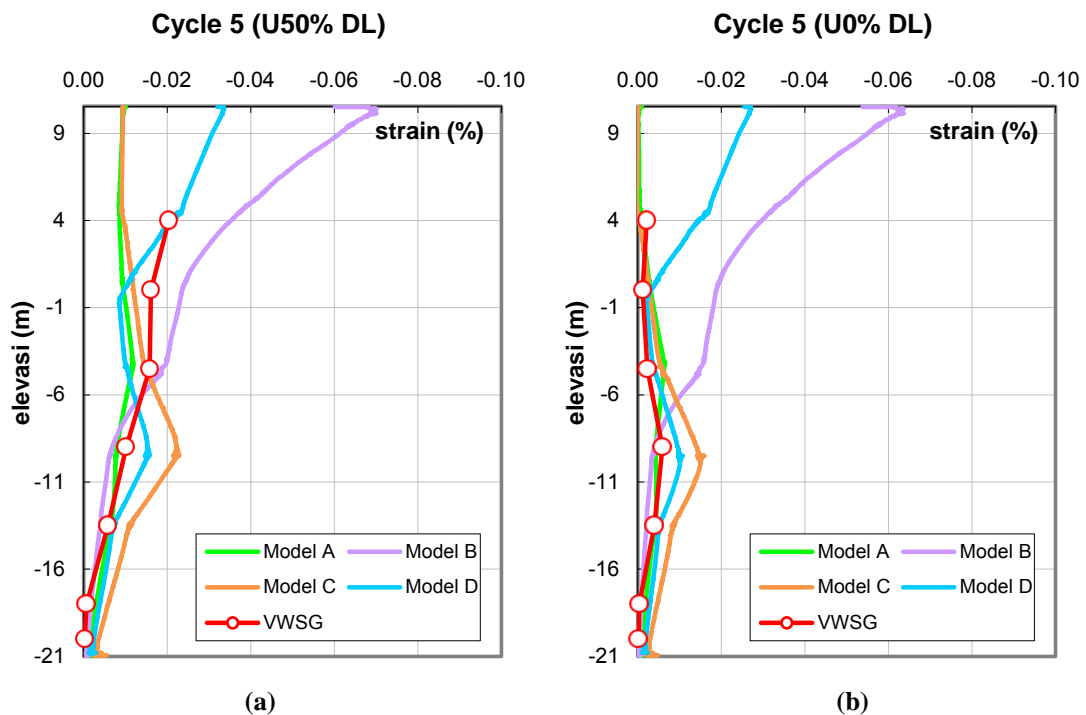


**Gambar 6.23.** Perbandingan Regangan; (a) C5-U150%DL; (b) C5-U100%DL

#### 6.4.10.5 Cycle5-U50%DL (275,00 ton)

Regangan VWSG level -9,00m s/d -18,00m juga relatif tidak bergerak pada tahap ini (**Gambar 6.24a**) yaitu mulai dari fase C5-R250%DL hingga C5-U50%DL. Untuk Model B-D terlihat kondisi regangan yang tidak bisa kembali seperti pada

tingkat beban yang sama sebelumnya. Model A mengikuti kecenderungan VWSG pada segmen 0,00m ke bawah, di atas elevasi 0,00m regangan model berkurang dengan *rate* pemulihan yang lebih cepat dibandingkan tiang aktual. Regangan Model D relatif mendekati VWSG pada elevasi +4,00m dimana  $\varepsilon_{VWSG} = -203,50\mu\varepsilon$  dan  $\varepsilon_D = -207,23\mu\varepsilon$ .



**Gambar 6.24.** Perbandingan Regangan; (a) C5-U50%DL; (b) C5-U0%DL

#### 6.4.10.6 Cycle5-U0%DL (0,00 ton)

Saat beban dilepas sepenuhnya, tiga level VWSG teratas menunjukkan regangan tiang turun secara signifikan sedangkan di elevasi -9,00m pengurangan regangan relatif kecil (**Gambar 6.24b**). Pada segmen 0,00m s/d -21,00m Model D cenderung mengikuti VWSG tetapi pada segmen di sebelah atasnya terlihat kondisi regangan yang tidak kembali ke kondisi awal. Demikian juga dengan Model B, perilakunya relatif mendekati VWSG pada segmen -13,50m hingga ujung tiang tetapi pada segmen atasnya menyisakan regangan yang tidak dapat kembali yang sangat besar dibandingkan dengan tiang aktual. Plot distribusi regangan Model A menunjukkan saat beban *loading test* diangkat dan tidak tersisa, nilai regangan terbesar ada di elevasi -4,50m kemudian pada segmen sebelahnyanya atasnya, regangan pulih lebih cepat daripada tiang uji.

#### 6.4.11 Tinjauan Perilaku Regangan Secara Umum

Hingga C3-U125%DL, terlihat regangan tiang yang menggunakan model Hardening Soil lebih kecil dari model Linear Elastic. Tetapi mulai C3-R100%DL terlihat perubahan perilaku Model B, regangan di kepala tiang yang biasanya sama dengan Model D menjadi lebih besar ditahap ini. Saat di-*unloading* di C3-U0%DL regangan nya di kepala tiang tidak kembali ke nol. Hasil yang sama ditunjukkan oleh Model D mulai C4-R200%. Hal tersebut menunjukkan besarnya nilai kohesi yang diinput (tiang yang menggunakan model Hardening Soil) mempengaruhi sejauh mana nilai kohesi tersebut dan interaksi dengan parameter lainnya menentukan kemampuan material untuk berdeformasi dalam *range* elastis.

Efek reduksi transfer beban Model PLAXIS pada segmen +10,55m s/d +4,00m (hanya diijinkan 5% dan 8%) terlihat sedikit berbeda dengan asumsi efek kerja *geogundle*. Jika, *geogundle* bekerja 100% (teoritis) maka pada segmen ini akan terbentuk garis tegak terhadap sumbu horizontal. Jika, hanya sedikit friksi yang bekerja (cukup efektif) maka akan terbentuk garis dengan gradien positif ( $\varepsilon@+10,55m > \varepsilon@+4,00$ ). Akan tetapi yang terlihat dalam Gambar 6.5 adalah garis dengan gradien negatif untuk Model C-D, sedangkan Model A-B gradiennya positif tapi perbedaan regangan antara ujung-ujung segmen cukup besar jika kita ingin mengatakan bahwa tidak ada beban yang ditransfer pada tanah di tempat ini. Untuk model PLAXIS hal tersebut diamati setidaknya hingga C3-R125%DL setelahnya gradien distribusi regangan di segmen itu relatif lurus dan positif (Model C-D; kecuali Model D mulai C4-R200% kecenderungannya berubah karena pengaruh besar nilai kohesi tiang yang diinput).

Jika merujuk perilaku *geogundle* yang disimulasikan oleh PLAXIS, gradien positif semakin curam berarti kesempatan slip antara tiang dan tanah semakin besar. Nilai  $R_{inter}$  dalam opsi input material PLAXIS akan mengakomodasi itu, akan tetapi nilai itu hanya diset sekali dan berlaku untuk *loading* dan *unloading*. Hal ini mungkin tidak sesuai dengan kondisi *interface* tanah-tiang disepanjang badan tiang yang sebenarnya, sehingga mulai C2-U50%DL kecenderungan Model C sudah berbeda dengan VWSG. *Recovery rate* tiang yang lebih cepat dari dari

tanah akan membuat friksi ‘negatif’ bekerja sehingga seolah ada beban tambahan bekerja yang membuat regangan tiang membesar. Hal itu ditunjukkan oleh plot distribusi regangan yang berbentuk cembung ke kanan sementara regangan tiang aktual sama sekali berbeda. Karena adanya kondisi regangan yang tidak bisa kembali pada model PLAXIS membuat regangannya akan bertambah besar ketika dibebani kembali. Sehingga plot distribusi regangan model PLAXIS semakin berbeda dengan kondisi aktual, dimana regangan tiang aktual relatif sama ketika dibebani kembali dengan beban yang sama besarnya pada siklus yang berbeda.

### 6.5 TEGANGAN TIANG

Tegangan tiang ditinjau baik untuk model PLAXIS maupun kondisi aktual. Akan tetapi tegangan aktual tidak diperoleh langsung dari hasil instrumentasi, namun berdasarkan data regangan tiang (VWSG) yang dikalikan terhadap modulus elastisitas tiang yang telah diestimasi dengan metode Fellenius, yaitu 36,5 GPa. Tidak semua kondisi dilihat, hanya ditinjau kondisi tegangan pada beban puncak dan beban nol tiap siklus, yaitu C1-R50%DL; C1-U0%DL; C2-100%DL; C2-0%DL; C3-R150%DL; C3-U0%DL; C4-R200%DL; C4-U0%DL; C5-R250%DL dan C5-U0%DL. Berikut ini adalah tegangan tiang uji (TP-01) yang diestimasi secara teoritis dengan asumsi modulus elastisitas seragam sepanjang siklus dan terhadap kedalaman tiang yang tertanam dalam tanah.

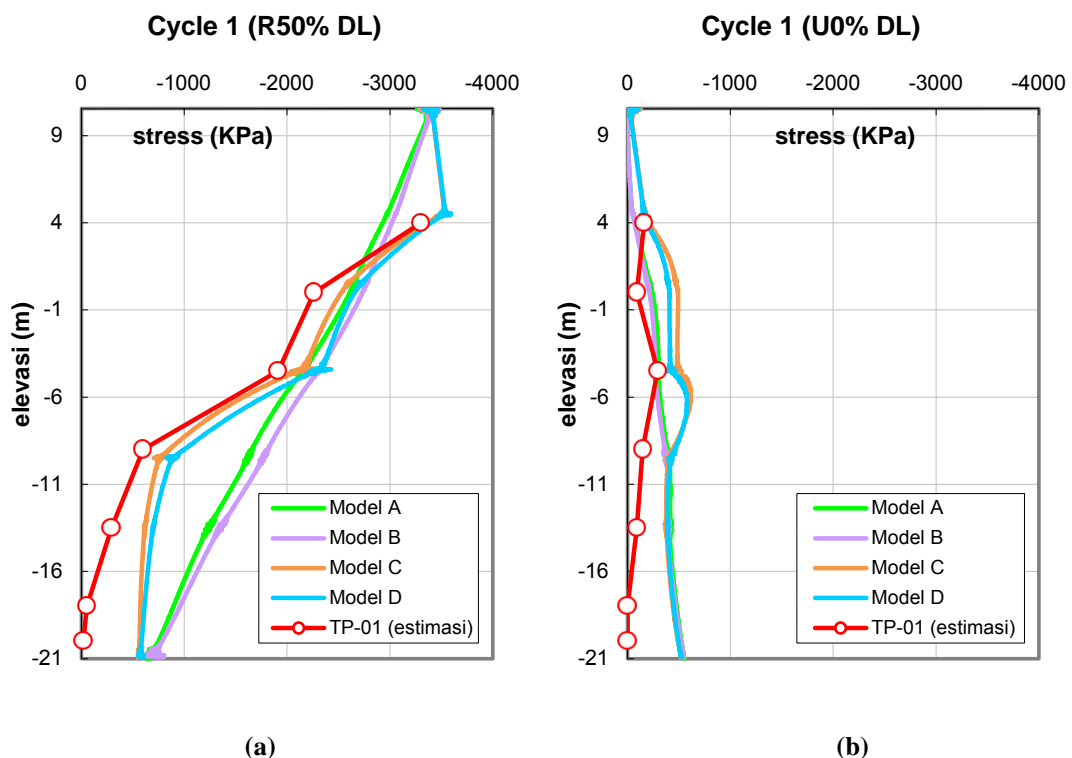
**Tabel 6.3.** Estimasi Tegangan TP-01 pada Beban Puncak dan Beban Nol Tiap Siklus

Elev (m)	Estimasi Tegangan TP-01 (KN/m <sup>2</sup> )									
	Cycle 1		Cycle 2		Cycle 3		Cycle 4		Cycle 5	
	50%	0%	100%	0%	150%	0%	200%	0%	250%	0%
4.00	-3303	-164	-6607	-164	-10658	-274	-15659	-803	-19874	-767
0.00	-2263	-91	-4690	-128	-8815	-529	-12720	-712	-16097	-402
-4.50	-1916	-292	-4033	-566	-6953	-1095	-10293	-1296	-13341	-821
-9.00	-602	-146	-1223	-292	-2464	-803	-4599	-1843	-6132	-2135
-13.50	-292	-91	-420	-18	-913	-219	-1953	-767	-3249	-1442
-18.00	-55	0	-110	-18	-164	0	-329	-91	-456	-146
-20.00	-18	0	-37	0	-73	0	-110	-37	-146	-37

### 6.5.1 Siklus Pertama

#### 6.5.1.1 C1-R50%DL (275,00 ton)

Keadaan tegangan tiang untuk tahap ini adalah seperti dalam Gambar 6.25a di mana tegangan tiang keempat model di kepala tiang sama. Di segmen tengah, tegangan Model C lebih kecil dari Model D dan Model A juga lebih kecil dari Model B. Jika kita meninjau Gambar 6.5b, ternyata berlaku kebalikannya. Model A dan B distribusi tegangannya cenderung linear sedangkan Model B dan C nonlinear dengan titik belok grafik disekitar pergantian lapisan tanah. Tegangan di ujung tiang adalah antara -570 KPa sampai -700 KPa. Antara +10,55m dan +4,00m gradien garis adalah negatif dan pada elevasi +4,00m, tegangan tiang Model C-D lebih besar dari beban yang diberikan di kepala tiang. Untuk Model A-B, pada segmen yang sama, tidak menunjukkan efek kerja *geogundle* yang disimulasikan dengan  $R_{inter}$  yang sangat kecil.



Gambar 6.25. Perbandingan Tegangan; (a) C1-R50%DL; (b) C1-U0%DL

### 6.5.1.2 C1-U0%DL (0,00 ton)

Ketika beban dilepas, dari elevasi -9,00m hingga ujung bawah tiang terlihat distribusi tegangan yang sama untuk keempat model PLAXIS, dan mulai berbeda pada segmen sebelah atasnya hingga kepala tiang (**Gambar 6.25b**). Tegangan di kepala tiang mendekati nol dan di ujung tiang sekitar -500 KPa untuk semua model PLAXIS.

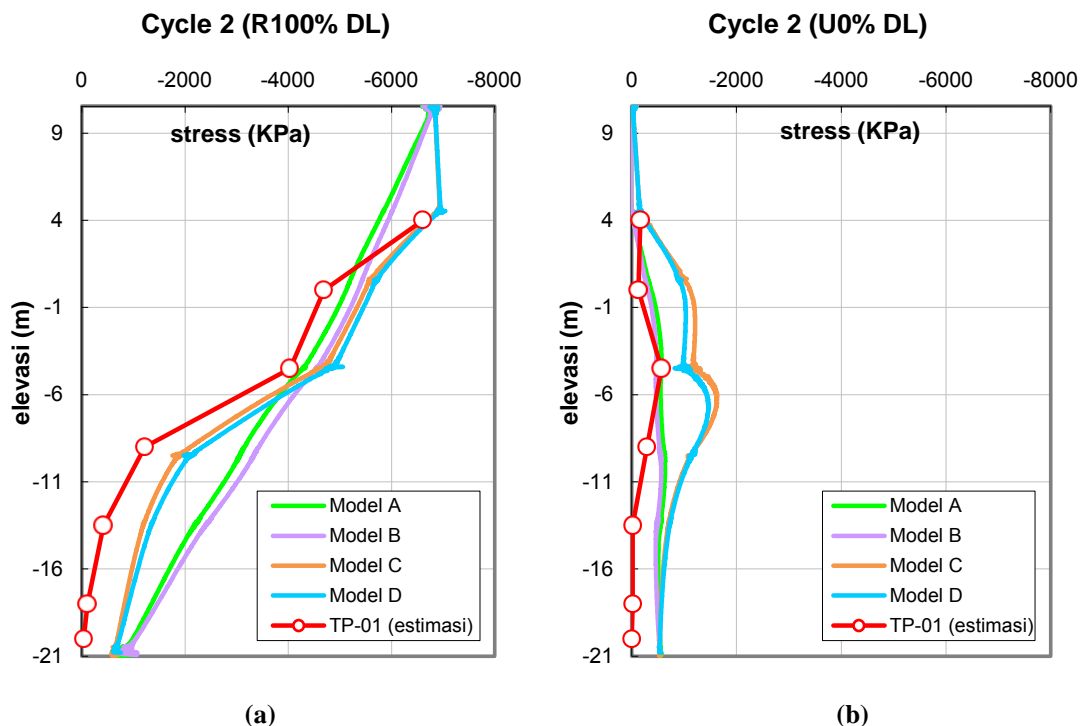
## 6.5.2 Siklus Kedua

### 6.5.2.1 C2-R100%DL (550,00 ton)

Bentuk distribusi tegangan terhadap kedalaman disiklus ini (**Gambar 6.26a**) relatif sama dengan beban puncak disiklus satu tetapi dengan nilai tegangan yang meningkat. Tegangan di ujung tiang adalah antara -570 KPa sampai -700 KPa.

### 6.5.2.2 C2-U0%DL (0,00 ton)

Dari pengamatan **Gambar 6.26b** terlihat tegangan saat beban dilepas sama sekali, bertambah besar dari kondisi C1-U0%DL. Distribusi tegangan keempat model PLAXIS berimpit mulai kedalaman +18,00m ke bawah dan tegangan di ujung tiang sekitar -540 KPa dan tegangan di segmen kepala tiang mendekati nol.



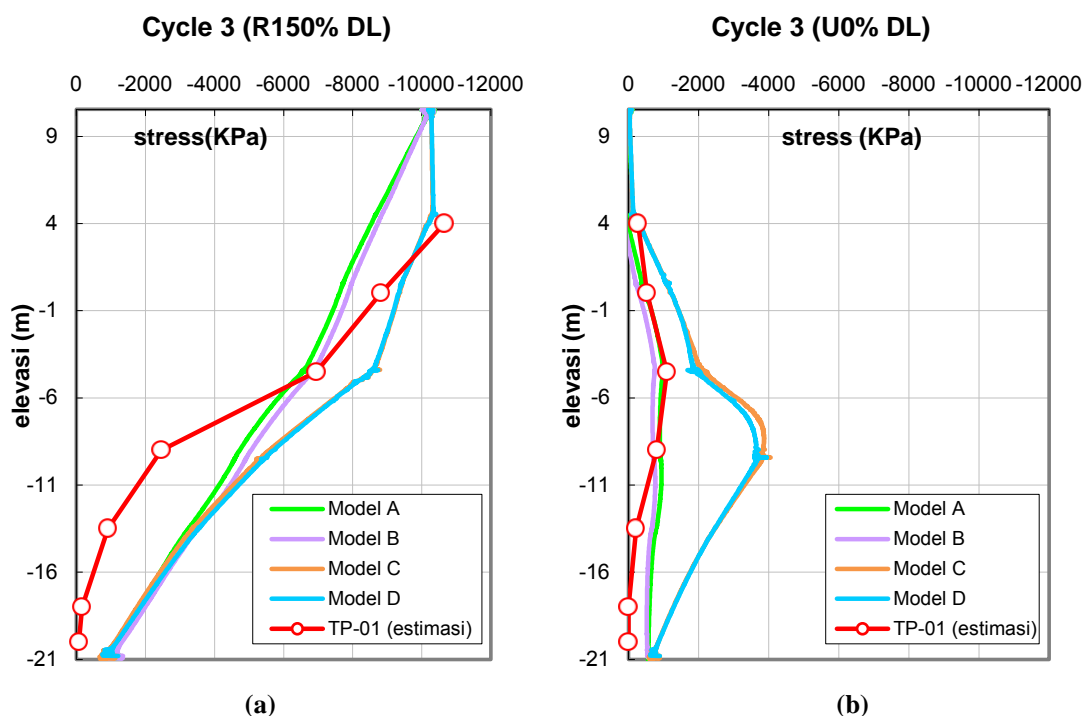
**Gambar 6.26.** Perbandingan Tegangan; (a) C2-R100%DL; (b) C2-U0%DL



### 6.5.3 Siklus Ketiga

#### 6.5.3.1 C3-R150%DL (825,00 ton)

Pada fase ini (**Gambar 6.27a**), tegangan tiang pada segmen -4,50m s/d -21,00m cenderung linier, demikian pula pada segmen +4,00m s/d -4,50m. Titik belok grafik pada elevasi 0,00m dan -9,00m. yang pada C1-R50%DL dan C2-R100%DL ada, difase ini tidak menunjukkan nilai ekstrim lagi. Hal ini sangat berbeda dengan observasi regangan dimana titik-titik belok itu selalu nampak jelas. Tegangan di ujung tiang nilainya sekitar -1100 KPa.



**Gambar 6.27.** Perbandingan Tegangan; (a) C3-R150%DL; (b) C3-U0%DL

#### 6.5.3.2 C3-U0%DL (0,00 ton)

Saat beban dilepas (**Gambar 6.27b**), tegangan pada segmen badan tiang lebih besar dari pada tegangan saat beban nol difase sebelumnya, menunjukkan pengaruh beban pada fase sebelumnya (beban puncak yang selalu ditingkatkan). Tegangan pada segmen atas antara +10,55m s/d +4,00m untuk semua model sangat kecil. Model A-B di segmen ini memperlihatkan tegangan positif yang relatif kecil, yaitu sekitar 100 KPa. Pada tahap ini juga distribusi tegangan keempat model hanya berimpit di ujung tiang saja dimana nilai tegangannya sekitar -800 KPa.

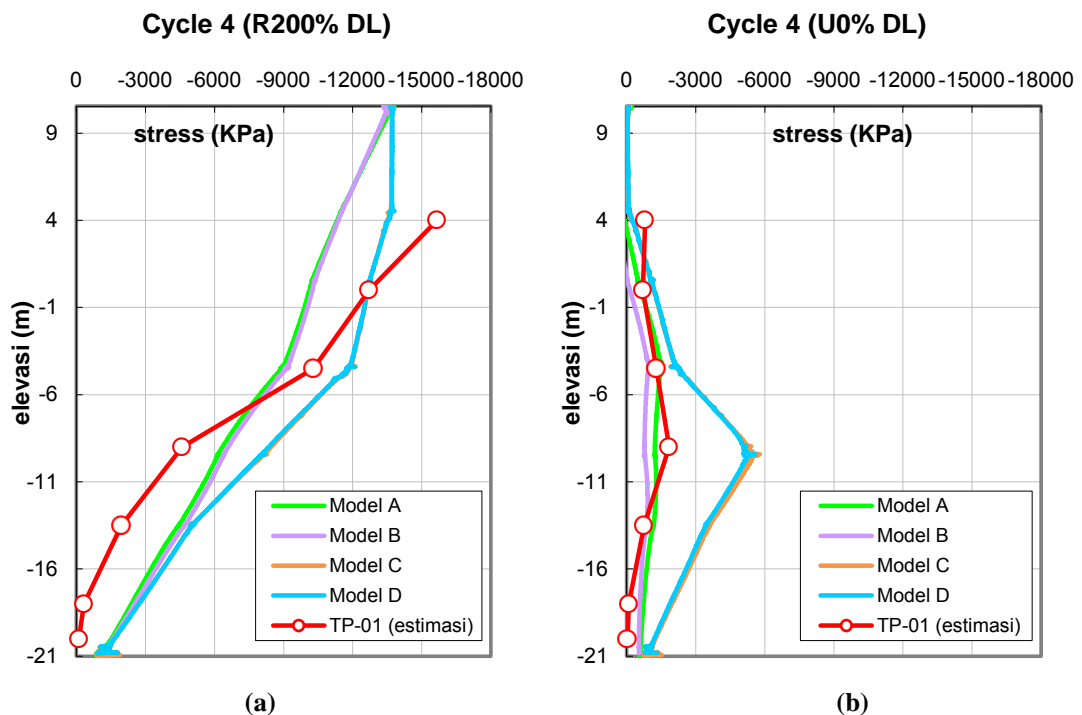
## 6.5.4 Siklus Keempat

### 6.5.4.1 C4-R200%DL (1100,00 ton)

Hasil fase ini (**Gambar 6.28a**), distribusi tegangan terhadap kedalaman relatif sama dengan kondisi yang dicapai pada beban puncak siklus ketiga. Tegangan di ujung tiang nilainya sekitar -1200 KPa. Jika mengamati distribusi regangan (*strain*) pada subbab sebelumnya, Model B dan D mengalami kondisi regangan yang tidak kembali di sekitar segmen kepala tiang-COL namun perilaku tersebut terlihat tidak mempengaruhi distribusi tegangan tiang terhadap kedalaman. Tegangan di ujung tiang nilainya sekitar -1300 KPa.

### 6.5.4.2 C4-U0%DL (0,00 ton)

Saat beban dilepas (**Gambar 6.28b**), tegangan pada segmen badan tiang lebih besar daripada tegangan saat beban nol difase sebelumnya. Tegangan pada segmen atas antara +10,55m s/d +4,00m untuk semua model sangat kecil. Model A-B di segmen ini memperlihatkan tegangan positif yang relatif kecil, yaitu sekitar  $\sigma_A=200$  KPa dan  $\sigma_B=500$  KPa pada elevasi +4,00m. Tegangan ujung tiang nilainya sekitar -1000 KPa.



**Gambar 6.28.** Perbandingan Tegangan; (a) C4-R200%DL; (b) C4-U0%DL

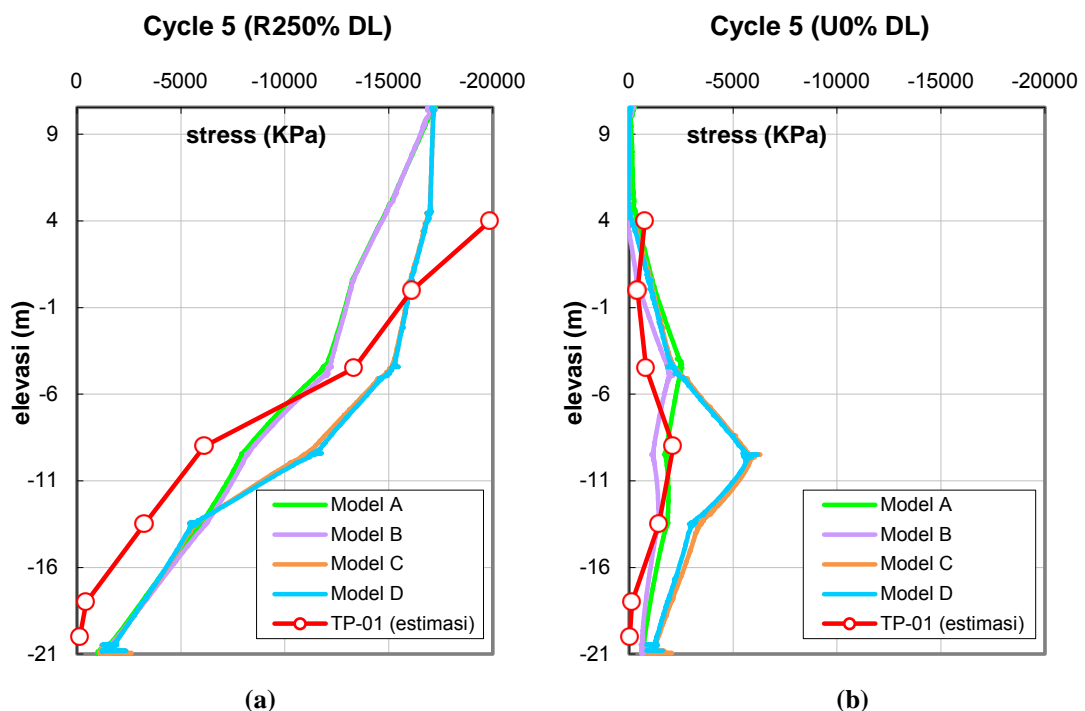
### 6.5.5 Siklus Kelima

#### 6.5.5.1 C5-R250%DL (1375,00 ton)

Hasil fase ini (**Gambar 6.29a**), titik belok di elevasi -9,00m s/d -13,50m kembali terlihat. Di elevasi -13,50m, tegangan Model A dan B lebih besar dari Model C dan D dimana pada empat beban puncak yang telah ditinjau berlaku kebalikannya. Tegangan di ujung tiang nilainya sekitar -1900 KPa.

#### 6.5.5.2 C5-U0%DL (0,00 ton)

Pada tahap ini (**Gambar 6.29b**), tegangan pada segmen atas antara +10,55m s/d +4,00m untuk Model A tidak lagi tegangan positif tetapi bernilai negatif, yang masih bernilai positif hanya Model B tetapi nilainya lebih kecil dari beban nol siklus keempat, yaitu 150 KPa. Tegangan di ujung tiang nilainya sekitar -900 KPa hingga -1300 KPa.



**Gambar 6.29.** Perbandingan Tegangan; (a) C5-R250%DL; (b) C5-U0%DL

### 6.5.6 Tinjauan Perilaku Tegangan Secara Umum

Bentuk grafik distribusi tegangan ternyata tidak selalu sama dengan regangan. Perilaku tegangan tiang yang menggunakan Hardening Soil tidak berubah seperti grafik regangan saat deformasi diduga melewati *range* elastis yang dipengaruhi input kohesi beton. Sebaran tegangan menurut kedalaman untuk model yang menggunakan parameter tanah *undrained* mengikuti kecenderungan perilaku regangan, yaitu linier. Saat beban nol di akhir siklus ketiga, empat dan lima tegangan pada segmen atas tiang cenderung kembali ke nilai nol. Pada tempat yang sama juga ada tegangan yang bernilai positif yang mana berarti berlaku tegangan tarik pada tiang tepatnya mulai elevasi +4,00m kemudian nilai tersebut berangsur mengecil hingga kepala tiang dengan nilai tegangan bernilai nol di mana pada saat itu model sama sekali tidak dibebani. Tegangan tarik yang terjadi adalah efek perhitungan numerik, karena di sekitar level itu perbedaan  $R_{inter}$  sangat besar pada pergantian lapisan tanah, yaitu 0,05% – 0,08% pada segmen sebelah atas dan 0,85% pada segmen sebelah bawah.

## **BAB 7**

### **DETERMINASI DISTRIBUSI BEBAN**

#### **7.1 PENJELASAN UMUM**

Distribusi beban yang diterima tiang akan dihitung dengan asumsi modulus elastisitas konstan sepanjang badan tiang dan juga tidak ada perubahan luas penampang nominal tiang. Persamaan (2.9) akan digunakan dalam perhitungan. Modulus elastisitas yang digunakan adalah yang diperoleh dari perhitungan metode Fellenius seperti yang telah diuraikan dalam §§2.7.4 dan hasilnya telah diperoleh dalam §4.8. Determinasi distribusi beban tidak dilakukan untuk semua siklus, hanya ditinjau pada beban puncak tiap siklus, yaitu C1-R50%DL; C2-100%DL; C3-R150%DL; C4-R200%DL; dan C5-R250%DL dan saat beban nol, yaitu U0%DL tahap *unloading* terakhir dalam siklus pembebanan dikelima siklus pembebanan.

Pada Bab 6, regangan dan tegangan diberikan dalam tanda negatif yang mewakili deformasi akibat kompresi aksial. Tanda tersebut merupakan tanda yang digunakan oleh PLAXIS V8 dalam perhitungannya, tetapi penjelasan-penjelasan dalam bab ini, digunakan tanda regangan dan tegangan positif untuk deformasi akibat kompresi aksial. Nilai positif untuk beban tekan sedangkan tanda yang berlawanan untuk beban yang sifatnya tarik. Tabel-tabel dalam subbab ini memuat nilai regangan di tiap elevasi pemasangan VWSG, untuk model PLAXIS hanya ditampilkan nilai yang bersesuaian dengan elevasi tersebut. Akan tetapi, hasil perhitungan yang diplotkan dalam **Gambar 7.1-3** adalah nilai yang kontinu sesuai dengan lokasi *stress points* yang didefinisikan oleh PLAXIS V8. Penggalan data tersebut ditampilkan sebagai perbandingan dan membantu mengidentifikasi grafik.

## 7.2 BERDASARKAN REGANGAN

### 7.2.1 Siklus Pertama

#### 7.2.1.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus pertama. Regangan TP-01 berdasarkan pembacaan VWSG sedangkan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.1a.** Regangan pada Beban Puncak Siklus Pertama

Elev (m)	Strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	0.00928	0.00645	0.00933	0.00648
4.00	0.00905	0.00776	0.00556	0.00894	0.00627
0.00	0.00620	0.00682	0.00497	0.00660	0.00483
-4.50	0.00525	0.00546	0.00408	0.00531	0.00406
-9.00	0.00165	0.00383	0.00295	0.00174	0.00149
-13.50	0.00080	0.00267	0.00207	0.00101	0.00086
-18.00	0.00015	0.00148	0.00115	0.00075	0.00060
-20.00	0.00005	0.00100	0.00076	0.00068	0.00051

**Tabel 7.1b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Pertama

Elev (m)	Beban (ton)					Properti tiang bor:
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D	
10.55	<b>275.00</b>	271.25	188.57	272.85	189.48	$A_{nom} = 0.785714 \text{ m}^2$
4.00	264.66	226.81	162.52	261.57	183.25	$E_{comb} = 36500000 \text{ KN/m}^2$
0.00	181.31	199.37	145.30	192.98	141.30	Konversi KN ke ton (dikalikan):
-4.50	153.53	159.80	119.24	155.31	118.75	$n = 0.101972$
-9.00	48.25	112.15	86.36	50.93	43.65	Beban di kepala tiang (50%DL)
-13.50	23.40	77.94	60.56	29.55	25.11	$P = \text{275 ton}$
-18.00	4.39	43.42	33.76	22.03	17.59	
-20.00	1.46	29.30	22.20	19.83	14.84	

Hasil dalam **Tabel 7.1b** ditampilkan dalam **Gambar 7.1a**. Beban yang ditahan ujung tiang aktual (perbandingan dengan VWSG elevasi -20,00m) sangat kecil dibandingkan model PLAXIS yang menahan 10 hingga 20 kalinya. Model B-D yang memodelkan beton dengan HS, regangannya lebih kecil dari dua model lainnya, saat dikalikan dengan properti tiang untuk mendapatkan besar beban disepanjang badan tiang, terlihat seolah tiang menanggung beban yang lebih kecil (beban di kepala tiang lebih kecil dari besaran beban yang diaplikasikan). Garis merah putus-putus adalah perkiraan distribusi beban tiang uji pada segmen tersebut. Secara umum Model C cenderung mengikuti kondisi *real*.

### 7.2.1.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan pertama. Properti tiang untuk pengali dan faktor konversi dari KN ke ton sama seperti yang tercantum pada **Tabel 7.1b**.

**Tabel 7.1c.** Regangan pada Beban Nol Siklus Pertama

Elev (m)	Residual strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	-0.00009	-0.00006	-0.00010	-0.00007
4.00	0.00045	-0.00006	-0.00005	0.00033	0.00020
0.00	0.00025	0.00033	0.00018	0.00102	0.00055
-4.50	0.00080	0.00035	0.00018	0.00071	0.00038
-9.00	0.00040	0.00036	0.00021	0.00058	0.00044
-13.50	0.00025	0.00039	0.00023	0.00036	0.00028
-18.00	0.00000	0.00033	0.00021	0.00039	0.00028
-20.00	0.00000	0.00040	0.00027	0.00048	0.00034

**Tabel 7.1d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Pertama

Elev (m)	Beban residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	-2.49	-1.69	-2.87	-1.95
4.00	13.16	-1.71	-1.42	9.75	5.81
0.00	7.31	9.51	5.19	29.87	15.98
-4.50	23.40	10.15	5.27	20.87	11.20
-9.00	11.70	10.62	6.12	16.94	12.90
-13.50	7.31	11.49	6.81	10.51	8.13
-18.00	0.00	9.74	6.22	11.53	8.32
-20.00	0.00	11.79	7.90	14.03	9.87

Seperti penjelasan di awal mengenai penggunaan tanda, regangan negatif yang tertera dalam **Tabel 7.1c** menunjukkan terjadinya deformasi tarik sehingga beban pada titik tersebut bersifat menarik tiang padahal beban yang bersifat tarik tidak pernah diberikan bahkan pada fase ini beban di kepala tiang tidak ada. Dibandingkan kondisi *real*, regangan tarik ini tidak terjadi. Kemungkinan ini adalah efek perhitungan numerik. Saat beban dilepas, beban residu terbesar tiang uji ada di elevasi -4,50m, Model C mendekati nilai tersebut tetapi beban residu di elevasi 0,00m ternyata adalah yang terbesar. Di ujung tiang, beban yang ditanggung keempat model PLAXIS jauh lebih besar dari kondisi aktual.

## 7.2.2 Siklus Kedua

### 7.2.2.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus kedua. Regangan TP-01 berdasarkan pembacaan VWSG sedangkan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.2a.** Regangan pada Beban Puncak Siklus Kedua

Elev (m)	Strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	0.01861	0.01328	0.01873	0.01301
4.00	0.01810	0.01549	0.01110	0.01807	0.01262
0.00	0.01285	0.01368	0.00995	0.01469	0.01045
-4.50	0.01105	0.01130	0.00835	0.01204	0.00876
-9.00	0.00335	0.00791	0.00602	0.00511	0.00401
-13.50	0.00115	0.00527	0.00406	0.00256	0.00208
-18.00	0.00030	0.00273	0.00212	0.00145	0.00116
-20.00	0.00010	0.00163	0.00124	0.00101	0.00076

**Tabel 7.2b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kedua

Elev (m)	Beban (ton)					Properti tiang bor:
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D	
10.55	550.00	544.18	388.47	547.68	380.37	$A_{nom} = 0.785714 \text{ m}^2$
4.00	529.32	452.99	324.52	528.57	368.95	$E_{comb} = 36500000 \text{ KN/m}^2$
0.00	375.79	400.05	290.83	429.69	305.55	Konversi KN ke ton (dikalikan):
-4.50	323.15	330.48	244.15	352.06	256.32	$n = 0.101972$
-9.00	97.97	231.28	176.01	149.41	117.25	Beban di kepala tiang (50%DL)
-13.50	33.63	153.99	118.78	74.94	60.86	$P = 550 \text{ ton}$
-18.00	8.77	79.93	61.95	42.31	33.82	
-20.00	2.92	47.67	36.36	29.39	22.34	

Pada tahap pembebanan ini, Model C menunjukkan kecenderungan perilaku yang mendekati kondisi aktual walaupun terlihat beban yang ditanggung model lebih besar. Beban yang ditanggung di ujung tiang (perbandingan dengan VWSG elevasi -20,00m) menunjukkan model menanggung beban 8 hingga 16 kali lebih besar dari kondisi aktual (**Gambar 7.1b**).

### 7.2.2.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan kedua.



**Tabel 7.2c.** Regangan pada Beban Nol Siklus Kedua

Elev (m)	Residual strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	-0.00011	0.00027	-0.00009	-0.00006
4.00	0.00045	-0.00014	-0.00012	0.00055	0.00031
0.00	0.00035	0.00068	0.00035	0.00272	0.00162
-4.50	0.00155	0.00109	0.00057	0.00250	0.00138
-9.00	0.00080	0.00096	0.00052	0.00266	0.00184
-13.50	0.00005	0.00074	0.00040	0.00122	0.00090
-18.00	0.00005	0.00044	0.00024	0.00071	0.00051
-20.00	0.00000	0.00044	0.00027	0.00060	0.00042

**Tabel 7.2d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kedua

Elev (m)	Beban residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	-3.30	7.89	-2.55	-1.83
4.00	13.16	-4.15	-3.42	16.02	8.93
0.00	10.24	19.76	10.24	79.44	47.39
-4.50	45.33	31.75	16.63	73.10	40.40
-9.00	23.40	27.94	15.32	77.74	53.81
-13.50	1.46	21.68	11.81	35.62	26.36
-18.00	1.46	12.76	7.04	20.67	15.00
-20.00	0.00	12.76	7.84	17.48	12.26

Dibandingkan beban residu pada **Tabel 7.1d** difase ini beban pada elevasi -4,50m meningkat di mana beban puncak siklus kedua juga bertambah besar akan tetapi beban di ujung bawah tiang, tepatnya di elevasi -13,50m ternyata lebih kecil dari fase yang sama disiklus pertama. Demikian pula dengan model, beban residu difase ini secara umum lebih besar dari pada beban nol (*unloading*) siklus pertama. Model A relatif mendekati kondisi *real* sedangkan Model C yang pada tinjauan beban puncak memiliki kecenderungan yang sangat dekat dengan tiang uji, pada fase ini beban residunya jauh lebih besar.

### 7.2.3 Siklus Ketiga

#### 7.2.3.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus ketiga, yaitu saat tiang menanggung beban sebesar 825 ton. Regangan TP-01 berdasarkan pembacaan VWSG sedangkan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.3a.** Regangan pada Beban Puncak Siklus Ketiga

Elev (m)	Strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	0.02793	0.02514	0.02813	0.01953
4.00	0.02920	0.02311	0.01930	0.02759	0.01924
0.00	0.02415	0.02050	0.01625	0.02524	0.01750
-4.50	0.01905	0.01756	0.01304	0.02269	0.01577
-9.00	0.00675	0.01223	0.00912	0.01453	0.01037
-13.50	0.00250	0.00817	0.00621	0.00846	0.00622
-18.00	0.00045	0.00409	0.00313	0.00397	0.00297
-20.00	0.00020	0.00230	0.00174	0.00213	0.00156

**Tabel 7.3b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Ketiga

Elev (m)	Beban (ton)					Properti tiang bor:
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D	
10.55	825.00	816.90	735.22	822.51	571.12	$A_{nom} = 0.785714 \text{ m}^2$
4.00	853.92	675.96	564.44	806.90	562.58	$E_{comb} = 36500000 \text{ KN/m}^2$
0.00	706.24	599.42	475.25	738.23	511.88	Konversi KN ke ton (dikalikan):
-4.50	557.10	513.56	381.38	663.64	461.12	$n = 0.101972$
-9.00	197.40	357.57	266.68	424.84	303.30	Beban di kepala tiang (50%DL)
-13.50	73.11	239.01	181.64	247.54	182.00	$P = 825 \text{ ton}$
-18.00	13.16	119.73	91.47	115.99	86.85	
-20.00	5.85	67.37	50.92	62.20	45.53	

Tinjau hasil yang diperoleh untuk tiang uji, karena metode yang digunakan mendefinisikan nilai modulus elastisitas tiang yang konstan maka saat dilakukan perhitungan beban tepatnya di elevasi +4,00m ternyata diperoleh nilai di elevasi tersebut yang lebih besar dari pada beban yang diaplikasikan di kepala tiang. Hubungan modulus elastisitas beton tentu tidak sesederhana itu, tetapi konsekuen pada pembatasan masalah tugas akhir ini maka dilakukan penyesuaian nilai beban. Pada plot grafik distribusi beban TP-01 ditahap ini, nilai beban di elevasi +4,00m dikoreksi menjadi 825 ton sama besarnya seperti nominal beban yang diberikan di kepala tiang. Dua segmen garis putus-putus dalam **Gambar 7.1c** menunjukkan maksud dari penjelasan ini. Pada elevasi +10,55m s/d +4,00m garis merah putus-putus tegak terhadap sumbu beban atau dengan kata lain, besar beban di kedua titik itu sama. Pada elevasi +4,00m s/d 0,00m, garis tersebut menghubungkan besar beban sesuai perhitungan di elevasi 0,00m dan besar beban yang telah disesuaikan di elevasi +4,00m. Model C merupakan model dengan kecenderungan perilaku yang terdekat dengan kondisi aktual.

### 7.2.3.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan ketiga.

**Tabel 7.3c.** Regangan pada Beban Nol Siklus Ketiga

Elev (m)	Residual strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	-0.00015	0.00565	-0.00008	-0.00006
4.00	0.00075	-0.00034	0.00247	0.00059	0.00037
0.00	0.00145	0.00098	0.00184	0.00297	0.00205
-4.50	0.00300	0.00223	0.00138	0.00540	0.00324
-9.00	0.00220	0.00178	0.00086	0.00963	0.00636
-13.50	0.00060	0.00142	0.00075	0.00601	0.00418
-18.00	0.00000	0.00066	0.00032	0.00265	0.00187
-20.00	0.00000	0.00052	0.00028	0.00142	0.00098

**Tabel 7.3d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Ketiga

Elev (m)	Beban residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	-4.31	165.33	-2.42	-1.80
4.00	21.93	-9.85	72.21	17.38	10.70
0.00	42.40	28.72	53.92	86.72	60.08
-4.50	87.73	65.35	40.33	157.98	94.81
-9.00	64.34	51.95	25.16	281.71	186.09
-13.50	17.55	41.55	21.95	175.75	122.19
-18.00	0.00	19.19	9.26	77.50	54.82
-20.00	0.00	15.10	8.21	41.40	28.62

Dibandingkan beban nol siklus kedua, beban residu tiang uji (TP-01) naik sekitar dua kali lipat pada elevasi +4,00m s/d -4,50m. Kenaikan terbesar terlihat pada elevasi -13,50m. Hal tersebut tentu saja dipengaruhi oleh beban puncak pada siklus ini. Model B telah mencapai regangan yang tidak kembali yaitu di segmen atas. Sampai ditahap ini, metode dengan mengalikan regangan, modulus elastisitas dan luas penampang tiang disetiap kedalaman untuk mendapatkan distribusi beban untuk Model B, sudah tidak representatif lagi karena tingkat kekeliruannya yang relatif tinggi.

## 7.2.4 Siklus Keempat

### 7.2.4.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus keempat. Regangan TP-01 berdasarkan pembacaan VWSG sedangkan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.4a.** Regangan pada Beban Puncak Siklus Keempat

Elev (m)	Strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	0.03730	0.04500	0.03752	0.03185
4.00	0.04290	0.03075	0.03128	0.03675	0.02558
0.00	0.03485	0.02736	0.00000	0.03432	0.02381
-4.50	0.02820	0.02410	0.02029	0.03168	0.02195
-9.00	0.01260	0.01664	0.01205	0.02237	0.01538
-13.50	0.00535	0.01144	0.00844	0.01281	0.00897
-18.00	0.00090	0.00561	0.00416	0.00653	0.00458
-20.00	0.00030	0.00304	0.00225	0.00352	0.00243

**Tabel 7.4b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Keempat

Elev (m)	Beban (ton)					Properti tiang bor:
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D	
10.55	1100.00	1090.89	1315.97	1097.11	931.35	$A_{nom} = 0.785714 \text{ m}^2$
4.00	1254.57	899.28	914.68	1074.59	748.13	$E_{comb} = 36500000 \text{ KN/m}^2$
0.00	1019.15	800.16	0.00	1003.65	696.40	Konversi KN ke ton (dikalikan):
-4.50	824.68	704.87	593.28	926.50	641.91	$n = 0.101972$
-9.00	368.47	486.72	352.30	654.19	449.86	Beban di kepala tiang (50%DL)
-13.50	156.46	334.57	246.80	374.74	262.28	$P = 1100 \text{ ton}$
-18.00	26.32	163.96	121.78	191.03	133.93	
-20.00	8.77	88.99	65.69	103.01	70.96	

Sama seperti penjelasan saat beban puncak disiklus ketiga, dilakukan penyesuaian distribusi beban pada segmen +10,55m s/d +4,00m; nilai beban di elevasi +4,00m dikoreksi menjadi 1100 ton yang besarnya sama dengan nominal beban yang diberikan di kepala tiang (**Gambar 7.1d**). Distribusi beban Model B terlihat relatif mendekati hasil instrumentasi, akan tetapi sesuai penjelasan §6.4, regangan yang digunakan untuk perhitungan tahap ini adalah regangan yang telah melewati *range* deformasi elastis khususnya di segmen +10,55m s/d +4,00m. Selain itu, efek kerja *geogundle* yang disimulasikan dengan input nilai  $R_{inter}$  tidak terlihat. Sehingga Model C adalah model yang perilakunya relatif mewakili kondisi *real*.

#### 7.2.4.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan keempat.

**Tabel 7.4b.** Regangan pada Beban Nol Siklus Keempat

Elev (m)	Residual strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	-0.00013	0.01924	-0.00008	0.00573
4.00	0.00220	-0.00049	0.00886	0.00046	0.00026
0.00	0.00195	0.00132	0.00615	0.00282	0.00199
-4.50	0.00355	0.00362	0.00469	0.00592	0.00405
-9.00	0.00505	0.00267	0.00101	0.01361	0.00905
-13.50	0.00210	0.00246	0.00117	0.00896	0.00597
-18.00	0.00025	0.00102	0.00042	0.00449	0.00298
-20.00	0.00010	0.00066	0.00030	0.00244	0.00159

**Tabel 7.4d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Keempat

Elev (m)	Beban residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	-3.70	562.52	-2.20	167.43
4.00	64.34	-14.29	259.14	13.37	7.53
0.00	57.03	38.74	179.81	82.61	58.25
-4.50	103.82	105.99	137.23	173.27	118.30
-9.00	147.68	78.09	29.49	398.09	264.63
-13.50	61.41	71.94	34.20	261.91	174.63
-18.00	7.31	29.96	12.14	131.39	87.18
-20.00	2.92	19.30	8.73	71.30	46.51

Beban residu TP-01 sebesar 2,92 ton diestimasi pada elevasi -20,00m di mana pada ketiga siklus sebelumnya di elevasi ini beban yang sampai selalu nol saat beban dilepas sepenuhnya. Model D telah mencapai regangan yang tidak kembali, yaitu di segmen atas. Sampai ditahap ini, metode dengan mengalikan regangan, modulus elastisitas dan luas penampang tiang disetiap kedalaman untuk mendapatkan distribusi beban untuk Model D, sudah tidak representatif lagi karena tingkat kekeliruannya yang cukup tinggi. Konsisten dengan fase *unloading* 0%DL pada siklus-siklus sebelumnya, Model A adalah model yang relatif mendekati kondisi *real*.

## 7.2.5 Siklus Kelima

### 7.2.5.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus kelima. Regangan TP-01 berdasarkan pembacaan VWSG sedangkan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.5a.** Regangan pada Beban Puncak Siklus Kelima

Elev (m)	Strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	0.04675	0.09391	0.04691	0.05957
4.00	0.05445	0.03984	0.05773	0.04581	0.04602
0.00	0.04410	0.03555	0.04286	0.04332	0.03164
-4.50	0.03655	0.03221	0.03434	0.04057	0.02834
-9.00	0.01680	0.02186	0.01777	0.03063	0.02199
-13.50	0.00890	0.01556	0.01127	0.01431	0.00991
-18.00	0.00125	0.00758	0.00554	0.00782	0.00545
-20.00	0.00040	0.00400	0.00292	0.00457	0.00320

**Tabel 7.5b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kelima

Elev (m)	Beban (ton)					Properti tiang bor:
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D	
10.55	1375.00	1367.14	2746.20	1371.81	1742.06	$A_{nom} = 0.785714 \text{ m}^2$
4.00	1592.34	1165.00	1688.12	1339.81	1345.81	$E_{comb} = 36500000 \text{ KN/m}^2$
0.00	1289.66	1039.69	1253.45	1266.74	925.40	Konversi KN ke ton (dikalikan):
-4.50	1068.87	942.09	1004.24	1186.50	828.80	$n = 0.101972$
-9.00	491.30	639.34	519.56	895.70	642.94	Beban di kepala tiang (50%DL)
-13.50	260.27	455.09	329.49	418.62	289.81	$P = 1375 \text{ ton}$
-18.00	36.56	221.61	161.93	228.77	159.39	
-20.00	11.70	116.95	85.38	133.51	93.49	

Pada plot grafik distribusi beban TP-01 ditahap ini, nilai beban di elevasi +4,00m dikoreksi menjadi 1375 ton sama besarnya seperti nominal beban yang diberikan di kepala tiang (**Gambar 7.1e**). Seperti penjelasan dalam §6.4, Model B telah mengalami regangan yang tidak bisa kembali ke kondisi semula pada tahap ini. Terbukti regangan di kepala tiang melebihi nilai yang dicapai oleh Model D, di mana pada fase-fase sebelumnya nilai kedua model di elevasi tersebut relatif sama. Hal ini juga berpengaruh saat distribusi beban menggunakan data regangan. Saat material mencapai kondisi regangan yang tak bisa kembali, tiang terus dibebani dengan besar beban yang meningkat akibatnya data regangan yang dihitung pun semakin besar. Jika data regangan digunakan menggunakan metode

yang dijelaskan dalam §7.1 untuk mendeterminasi beban maka bisa timbul kekeliruan. Model C adalah model yang perilakunya cukup representatif terhadap kondisi aktual.

#### 7.2.5.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan kelima.

**Tabel 7.5c.** Regangan pada Beban Nol Siklus Kelima

Elev (m)	Residual strain (%)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	-	0.00001	0.06153	-0.00007	0.02694
4.00	0.00210	0.00082	0.02971	0.00025	0.01423
0.00	0.00110	0.00305	0.01882	0.00270	0.00322
-4.50	0.00225	0.00634	0.01476	0.00593	0.00394
-9.00	0.00585	0.00426	0.00391	0.01425	0.00961
-13.50	0.00395	0.00430	0.00220	0.00811	0.00503
-18.00	0.00040	0.00182	0.00084	0.00461	0.00291
-20.00	0.00010	0.00101	0.00048	0.00290	0.00188

**Tabel 7.5d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kelima

Elev (m)	Beban residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	0.27	1799.38	-2.03	787.74
4.00	61.41	24.01	868.73	7.42	416.13
0.00	32.17	89.30	550.43	78.91	94.23
-4.50	65.80	185.51	431.50	173.49	115.22
-9.00	171.08	124.59	114.44	416.70	281.02
-13.50	115.51	125.82	64.40	237.24	147.00
-18.00	11.70	53.18	24.69	134.75	85.16
-20.00	2.92	29.40	14.05	84.73	54.90

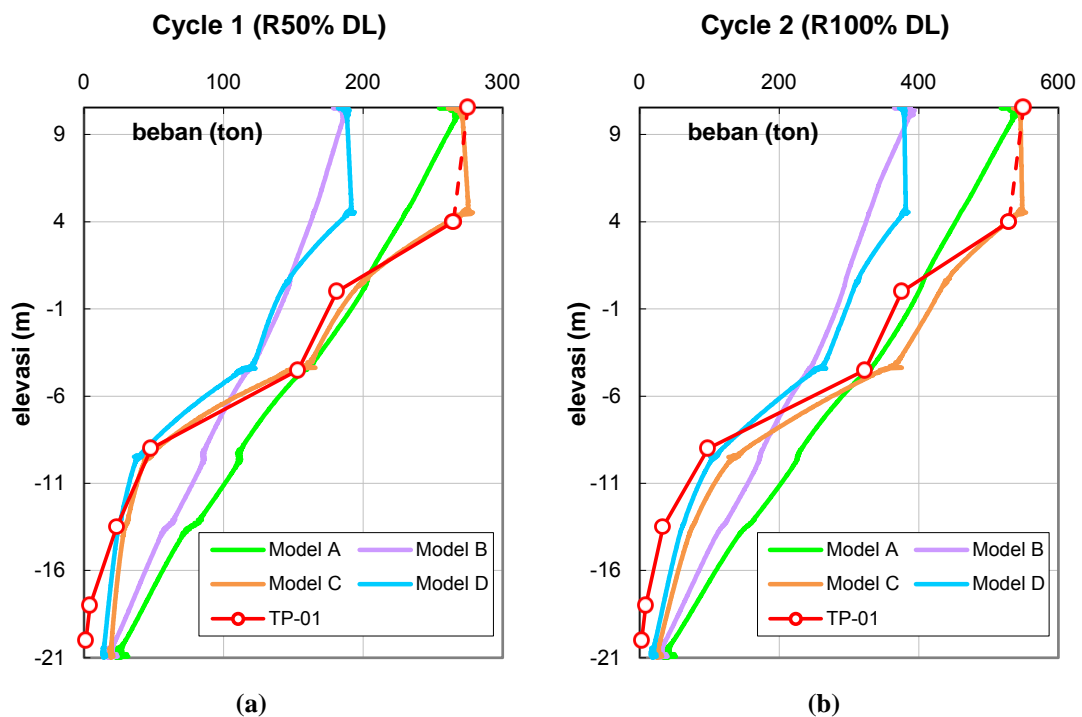
Fase ini merupakan tahap terakhir *loading test*, beban residu di segmen kepala tiang hingga -4,50m lebih kecil dibanding beban nol disiklus keempat, sedangkan di segmen bawahnya beban residu bertambah besar dan di elevasi -20,00m terlihat tidak mengalami perubahan. Model B dan D sudah tidak bisa lagi mengikuti perilaku TP-01. Dari dua model yang tersisa sebagai pembanding Model A relatif dekat dengan kondisi aktual pada fase *unloading* ini sedangkan Model C menyisakan beban residu yang sangat besar di bagian tengah tiang (terhadap panjang tiang).

## 7.2.6 Penyajian Hasil

### 7.2.6.1 Beban Puncak

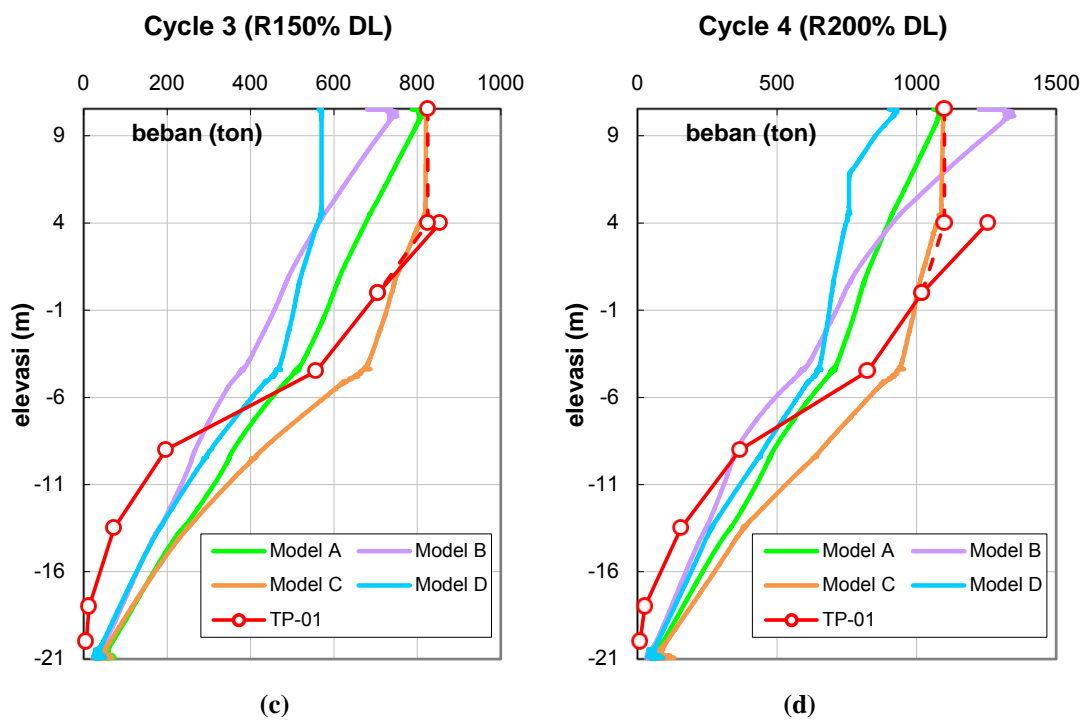
Dalam subsubbab ini akan ditampilkan plot grafik distribusi beban yang mana penjelasan berupa tabulasi data hasil perhitungan telah dijelaskan sebelumnya. Berdasarkan penjelasan-penjelasan bagian sebelumnya, maka kecenderungan perilaku yang terdekat untuk kondisi *loading* bisa diberikan oleh Model C akan tetapi untuk kondisi *unloading* (0%DL) hasil yang ditunjukkan model tersebut kecenderungan perilakunya kurang mewakili kondisi aktual.

Regangan tiang yang digunakan sebagai dasar perhitungan ternyata lebih representatif diberikan oleh tiang yang menggunakan model material beton Linear Elastic dan tanah yang menggunakan parameter kuat geser dalam kondisi *drained*. Beban yang ditransfer sampai ke ujung tiang ternyata menunjukkan perbedaan yang relatif besar antara keduanya, di mana terlihat beban yang disampai ke ujung tiang aktual jauh lebih kecil dari hasil perhitungan model PLAXIS. Penyajian hasil distribusi beban adalah seperti yang terlihat dalam gambar-gambar berikut ini (Gambar 7.1a-j) yang hanya menampilkan kondisi saat beban puncak setiap siklus.

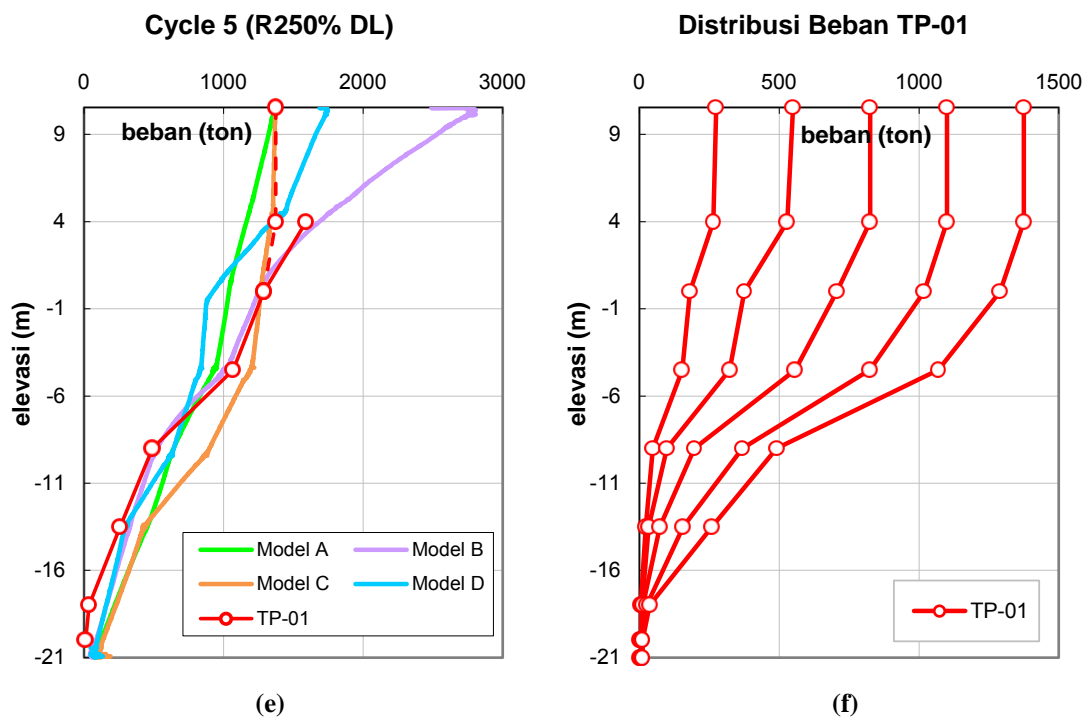


**Gambar 7.1.** Distribusi Beban pada Beban Puncak (a) Siklus ke-1; (b) Siklus ke-2





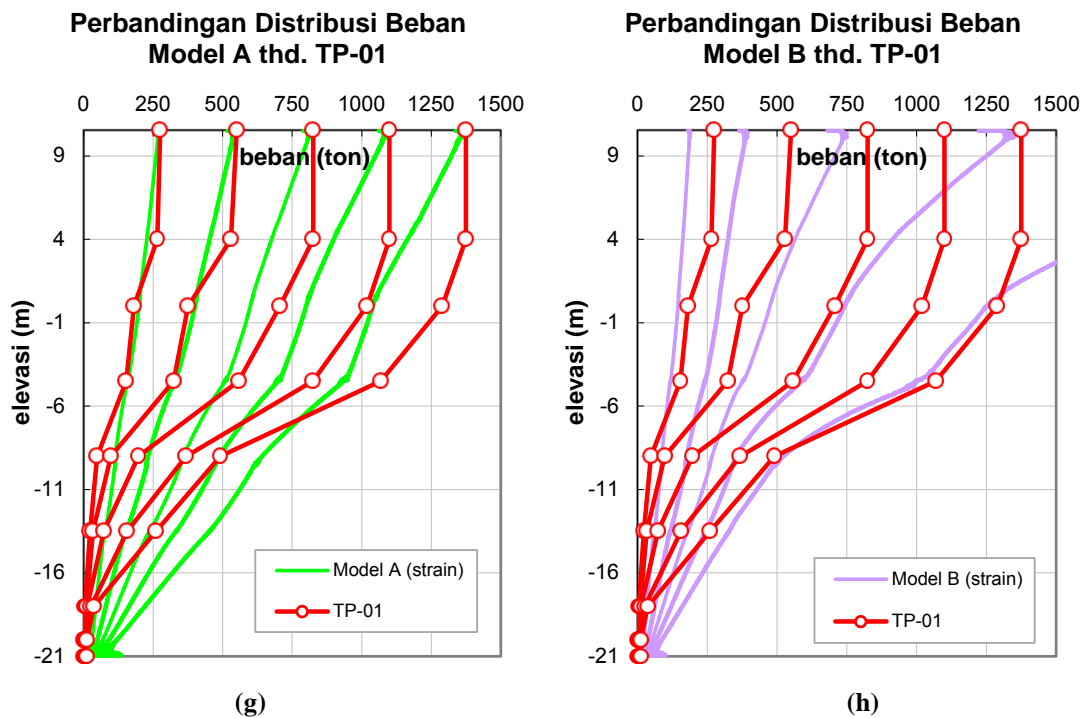
**Gambar 7.1.** Distribusi Beban pada Beban Puncak (c) Siklus ke-3; (d) Siklus ke-4



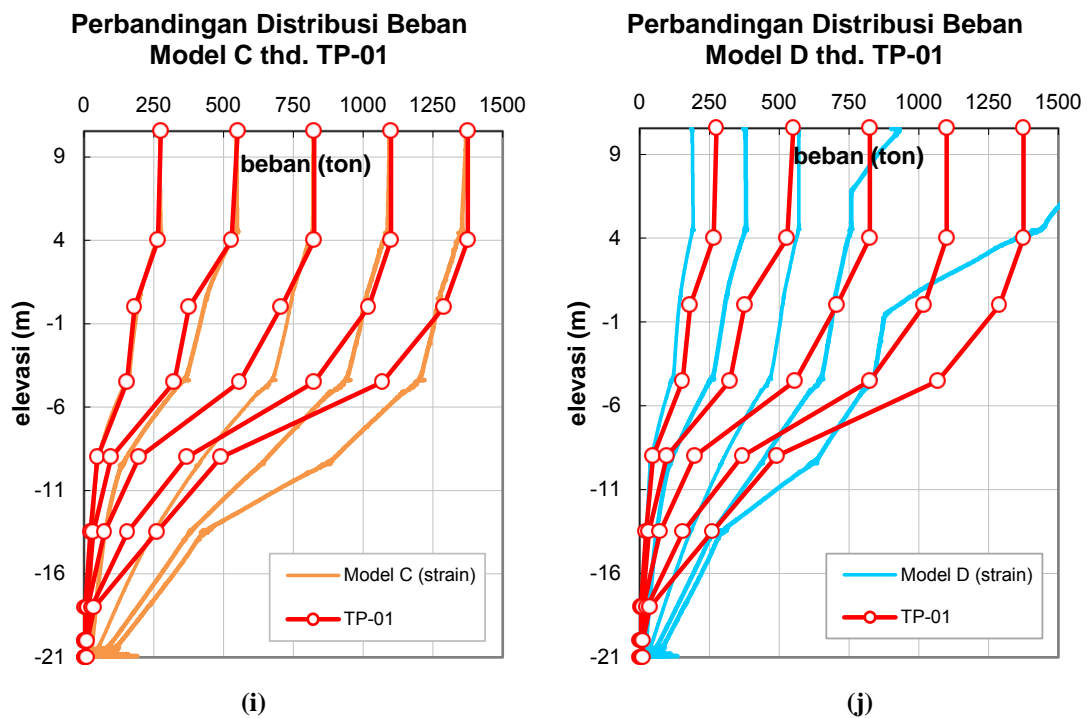
**Gambar 7.1.** Distribusi Beban pada Beban Puncak (e) Siklus ke-5; (f) Distribusi Beban TP-01

Distribusi beban saat fase pembebanan TP-01 diberikan dalam **Gambar 7.1f** di mana diplot untuk kondisi beban puncak kelima siklus berurut dari kiri ke kanan. Distribusi beban pada segmen +10,55m s/d +4,00m dibeban puncak siklus ke-3

hingga ke-5 adalah plot garis yang telah dikoreksi besar bebannya sesuai penjelasan §7.1.3(5). Berikut ini adalah perbandingan distribusi beban model PLAXIS terhadap hasil aktual.



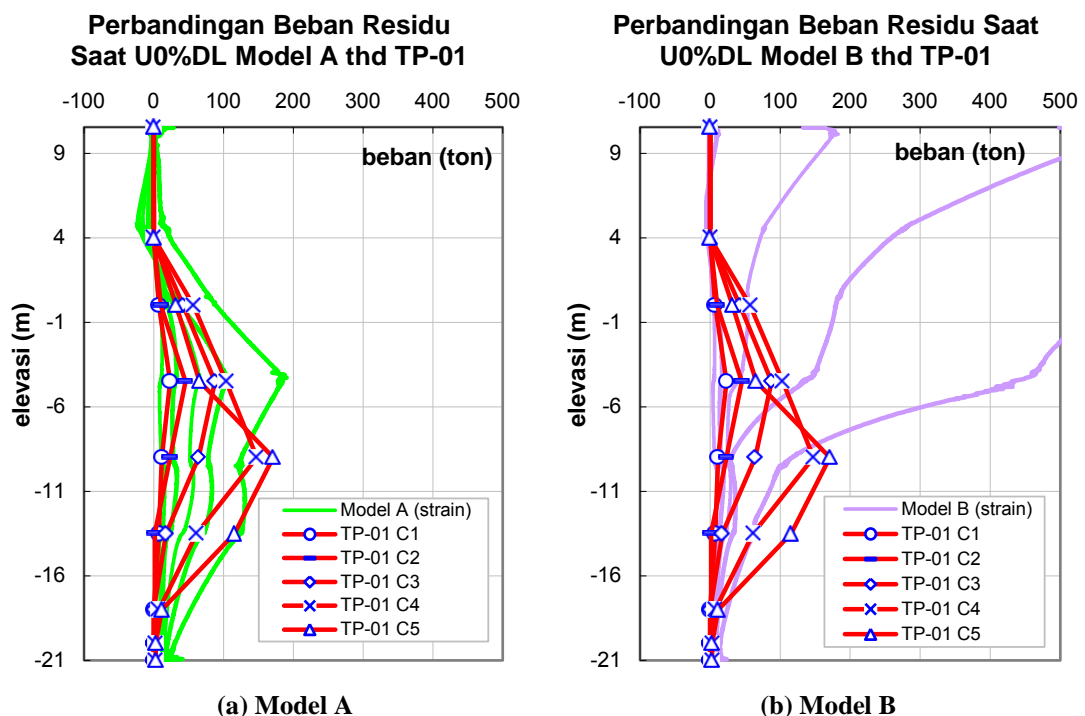
**Gambar 7.1.** Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Regangan: (g) Model A; (h) Model B



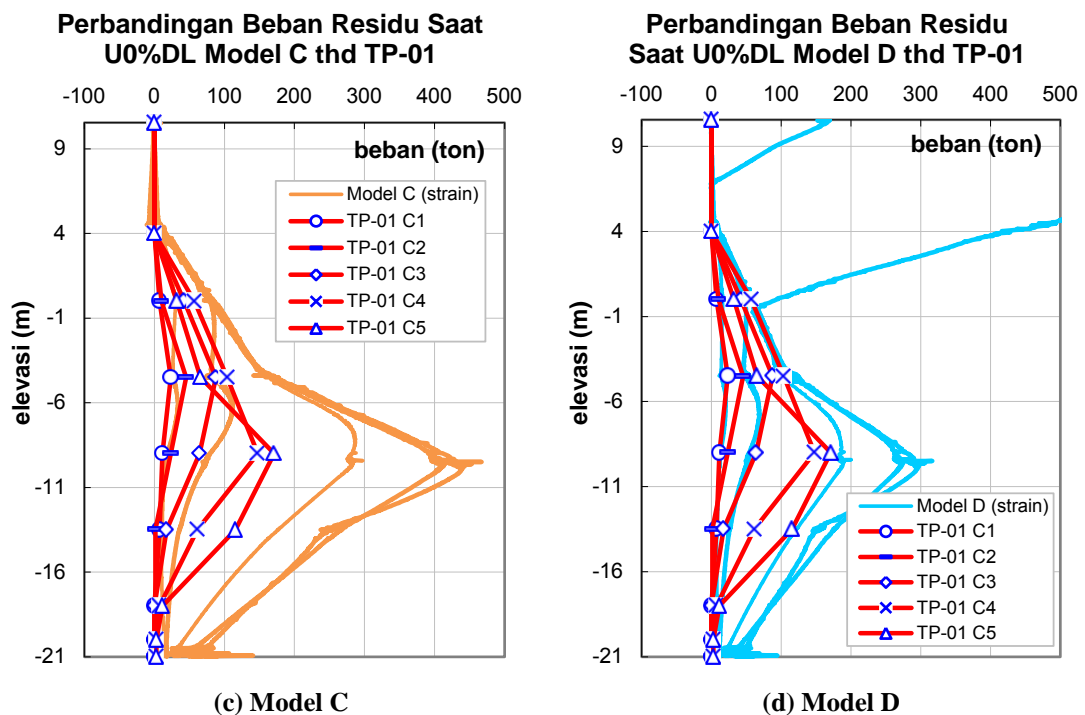
**Gambar 7.1.** Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Regangan: (i) Model C; (j) Model D

### 7.2.6.2 Beban Nol

Besaran beban residu cenderung meningkat pada akhir tiap siklus, hal tersebut dipengaruhi oleh besarnya regangan akibat beban puncak tiap siklus yang belum pulih. Saat beban diberikan kemudian dilepas bertahap, *recovery rate* antara tiang dan tanah relatif sama sehingga regangan tiang bisa kembali ke nol atau mencapai nilai regangan yang sangat kecil. Jika, VWSG membaca regangan yang besar berarti tanah pulih lebih lambat sehingga tanah yang relatif diam memberikan friksi pada tiang saat tiang berusaha kembali dari kondisi deformasi elastisnya. Apabila ternyata perilaku friksi saat tiang dan tanah mengalami *rebound* (*di-unloading*) sama seperti saat mengalami penurunan (*di-loading*) maka friksi 'negatif' ini akan menahan tiang sehingga regangannya tidak kembali ke nilai yang jauh lebih kecil. Saat dilakukan perhitungan beban di tiap elevasi maka akan terbaca beban lebih besar dari nol yang merupakan beban residu di elevasi tersebut. Berikut ini adalah perbandingan distribusi beban model PLAXIS terhadap hasil aktual.



**Gambar 7.2.** Beban Residu Diakhir Tiap Siklus Berdasarkan Olah Data Regangan



Gambar 7.2. Beban Residu Diakhir Tiap Siklus Berdasarkan Olah Data Regangan

### 7.3 BERDASARKAN TEGANGAN

Setelah meninjau distribusi beban berdasarkan data regangan, kini akan dilakukan berdasarkan data tegangan. Hasil instrumentasi tidak mendapatkan data tegangan sehingga pekerjaan ini hanya dilakukan untuk hasil perhitungan model PLAXIS saja. Distribusi beban TP-01 berdasarkan pengolahan data regangan dicantumkan kembali dalam tabel distribusi beban berdasarkan data tegangan masing-masing model sebagai perbandingan.

#### 7.3.1 Siklus Pertama

##### 7.3.1.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus pertama. Tegangan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8. Distribusi beban diperoleh dari hasil perkalian tegangan (output langsung dari PLAXIS V8) dengan luas penampang nominal tiang yang diasumsikan tidak berubah. Faktor konversi yang digunakan untuk menyatakan beban dari KN ke ton sama dengan yang digunakan dalam §7.2.

**Tabel 7.6a.** Tegangan pada Beban Puncak Siklus Pertama

Elev (m)	Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	3484.02	3476.99	3467.90	3464.32
4.00	2929.68	3019.47	3363.91	3399.41
0.00	2609.01	2731.66	2528.35	2657.39
-4.50	2183.63	2331.91	2072.28	2377.38
-9.00	1667.73	1820.94	846.87	1010.64
-13.50	1254.34	1369.78	619.31	699.28
-18.00	892.33	956.23	573.47	613.50
-20.00	742.93	776.01	565.74	585.40

**Tabel 7.6b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Pertama

Elev (m)	Beban (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	275.00	279.14	278.58	277.85	277.56
4.00	264.66	234.73	241.92	269.52	272.36
0.00	181.31	209.04	218.86	202.57	212.91
-4.50	153.53	174.95	186.83	166.03	190.48
-9.00	48.25	133.62	145.89	67.85	80.97
-13.50	23.40	100.50	109.75	49.62	56.03
-18.00	4.39	71.49	76.61	45.95	49.15
-20.00	1.46	59.52	62.17	45.33	46.90

Beban di kepala tiang ternyata sedikit lebih besar dari input yang diberikan (275 ton). Hal ini mungkin disebabkan oleh efek dari proses perhitungan numerik. Jika dibandingkan dengan hasil perhitungan berdasarkan data regangan ternyata beban yang sampai ke ujung tiang lebih besar dua hingga tiga kali jika menggunakan data tegangan.

### 7.3.1.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan pertama.

**Tabel 7.6c.** Tegangan pada Beban Nol Siklus Pertama

Elev (m)	Residual Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	9.03	10.15	9.43	8.10
4.00	74.18	69.90	201.26	187.43
0.00	238.73	212.62	488.83	405.82
-4.50	305.90	273.78	508.42	343.27

-9.00	391.78	369.33	448.64	466.46
-13.50	424.91	403.58	383.46	396.78
-18.00	478.52	468.83	442.19	449.04
-20.00	527.00	521.92	493.27	496.74

**Tabel 7.6d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Pertama

Elev (m)	Beban Residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	0.72	0.81	0.76	0.65
4.00	13.16	5.94	5.60	16.12	15.02
0.00	7.31	19.13	17.04	39.17	32.51
-4.50	23.40	24.51	21.94	40.73	27.50
-9.00	11.70	31.39	29.59	35.94	37.37
-13.50	7.31	34.04	32.34	30.72	31.79
-18.00	0.00	38.34	37.56	35.43	35.98
-20.00	0.00	42.22	41.82	39.52	39.80

Beban residu pada akhir siklus pertama ternyata lebih besar jika langsung diestimasi dengan data tegangan. Model A, B, dan D mendekati hasil tiang aktual pada elevasi -4,50m dan sangat berbeda jauh untuk segmen -9,00m ke bawah. Besar beban di ujung tiang model difase ini dibandingkan dengan pengolahan data regangan ternyata lebih besar tiga hingga empat kalinya.

### 7.3.2 Siklus Kedua

#### 7.3.2.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus kedua. Tegangan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.7a.** Tegangan pada Beban Puncak Siklus Kedua

Elev (m)	Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	6944.65	6945.06	6901.97	6901.54
4.00	5755.17	5933.28	6714.69	6742.72
0.00	5121.86	5354.70	5493.80	5615.15
-4.50	4327.07	4588.93	4576.25	4876.87
-9.00	3160.57	3438.43	2075.63	2353.57
-13.50	2199.57	2412.08	1183.29	1338.49
-18.00	1341.24	1455.40	827.27	900.93
-20.00	969.93	1027.80	685.83	719.14

**Tabel 7.7b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kedua

Elev (m)	Beban (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	550.00	556.41	556.44	552.99	552.96
4.00	529.32	461.11	475.38	537.99	540.23
0.00	375.79	410.37	429.02	440.17	449.89
-4.50	323.15	346.69	367.67	366.65	390.74
-9.00	97.97	253.23	275.49	166.30	188.57
-13.50	33.63	176.23	193.26	94.81	107.24
-18.00	8.77	107.46	116.61	66.28	72.18
-20.00	2.92	77.71	82.35	54.95	57.62

Pada tahap ini juga beban di kepala tiang ternyata sedikit lebih besar dari input yang diberikan (550 ton). Beban yang sampai ke ujung tiang lebih besar 1,5 hingga 2,5 kali lipat jika menggunakan data tegangan.

### 7.3.2.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan kedua.

**Tabel 7.7c.** Tegangan pada Beban Nol Siklus Kedua

Elev (m)	Residual Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	2.22	10.53	57.86	6.64
4.00	42.98	33.16	251.05	229.12
0.00	373.96	310.12	1109.42	976.49
-4.50	579.02	480.34	1254.52	815.17
-9.00	605.76	532.13	1229.82	1228.95
-13.50	548.25	489.27	696.15	724.05
-18.00	515.82	483.50	556.86	567.12
-20.00	539.22	521.13	536.94	539.61

**Tabel 7.7d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kedua

Elev (m)	Beban Residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	0.18	0.84	4.64	0.53
4.00	13.16	3.44	2.66	20.11	18.36
0.00	10.24	29.96	24.85	88.89	78.24
-4.50	45.33	46.39	38.49	100.51	65.31
-9.00	23.40	48.53	42.63	98.53	98.46
-13.50	1.46	43.93	39.20	55.78	58.01
-18.00	1.46	41.33	38.74	44.62	45.44
-20.00	0.00	43.20	41.75	43.02	43.23

Beban residu pada akhir pembebanan siklus kedua yang diestimasi berdasarkan tegangan model ternyata semuanya jauh berbeda dengan hasil instrumentasi. Jika dibandingkan dengan perhitungan berdasarkan regangan model, beban residu yang dicapai lebih besar. Angka yang paling mencolok adalah yang diestimasi di ujung tiang. Di mana berdasarkan perhitungan menggunakan data tegangan, beban di segmen ujung tiang lebih besar tiga hingga lima kali lipat daripada perhitungan berdasarkan data regangan. Model yang menggunakan parameter tanah *drained* memperlihatkan beban residu yang lebih besar.

### 7.3.3 Siklus Ketiga

#### 7.3.3.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus ketiga. Tegangan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.8a.** Tegangan pada Beban Puncak Siklus Ketiga

Elev (m)	Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	10382.69	10361.51	10330.35	10327.99
4.00	8540.77	8729.93	10205.91	10220.56
0.00	7617.25	7873.89	9346.80	9331.55
-4.50	6635.15	6921.57	8518.11	8515.44
-9.00	4742.48	5073.66	5510.54	5760.03
-13.50	3261.09	3543.38	3339.40	3517.99
-18.00	1830.39	1977.62	1755.22	1845.09
-20.00	1213.08	1286.34	1102.55	1137.34

**Tabel 7.8b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Ketiga

Elev (m)	Beban (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	825.00	831.87	830.17	827.67	827.48
4.00	825.00	684.29	699.45	817.70	818.88
0.00	706.24	610.30	630.86	748.87	747.65
-4.50	557.10	531.61	554.56	682.48	682.26
-9.00	197.40	379.97	406.50	441.51	461.50
-13.50	73.11	261.28	283.90	267.55	281.86
-18.00	13.16	146.65	158.45	140.63	147.83
-20.00	5.85	97.19	103.06	88.34	91.12



Pada tahap ini juga beban di kepala tiang ternyata sedikit lebih besar dari input yang diberikan (825 ton). Beban yang sampai ke ujung tiang lebih besar 1,5 hingga dua kali lipat jika menggunakan data tegangan.

### 7.3.3.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan ketiga.

**Tabel 7.8c.** Tegangan Pada Beban Nol Siklus Ketiga

Elev (m)	Residual Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	11.86	12.17	6.89	7.01
4.00	-28.68	-125.09	254.76	257.51
0.00	491.58	299.48	1213.24	1215.89
-4.50	1011.72	762.14	2190.34	1750.52
-9.00	903.23	706.31	3784.24	3712.68
-13.50	796.74	673.29	2450.99	2453.74
-18.00	594.95	522.67	1274.54	1277.36
-20.00	568.23	527.71	842.66	836.98

**Tabel 7.8d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Ketiga

Elev (m)	Beban Residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	0.95	0.98	0.55	0.56
4.00	21.93	-2.30	-10.02	20.41	20.63
0.00	42.40	39.39	23.99	97.21	97.42
-4.50	87.73	81.06	61.06	175.49	140.25
-9.00	64.34	72.37	56.59	303.20	297.46
-13.50	17.55	63.84	53.94	196.37	196.60
-18.00	0.00	47.67	41.88	102.12	102.34
-20.00	0.00	45.53	42.28	67.51	67.06

Hasil yang diperoleh menunjukkan Model A pada segmen 0,00m s/d -9,00m perilakunya mendekati kondisi aktual akan tetapi pada segmen atas Model A mengalami beban yang bersifat tarik yang mana ini tidak dialami oleh tiang aktual; sedangkan di segmen bawah beban residunya jauh lebih besar dari TP-01. Model C-D yang menggunakan parameter tanah *drained* beban residunya sangat besar, jauh berbeda dengan TP-01. Konsisten dengan penjelasan fase beban nol sebelumnya, pada tahap ini beban residu yang diestimasi berdasarkan nilai

tegangan hasilnya juga lebih besar daripada hasil yang diperoleh dari nilai regangan. Pada determinasi distribusi beban berdasarkan data regangan, Model B yang telah mencapai kondisi regangan yang tidak kembali dan menimbulkan kekeliruan dalam perhitungan beban ditahap ini, ternyata kondisi yang diperoleh berdasarkan data tegangan masih cukup representatif.

### 7.3.4 Siklus Keempat

#### 7.3.4.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus keempat. Tegangan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.9a.** Tegangan pada Beban Puncak Siklus Keempat

Elev (m)	Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	13814.96	13689.96	13760.30	13759.63
4.00	11331.09	11380.00	13519.97	13559.73
0.00	10128.56	10254.47	12664.86	12653.71
-4.50	9055.70	9211.69	11812.82	11768.15
-9.00	6362.31	6616.63	8376.24	8388.57
-13.50	4461.33	4722.84	4933.41	4959.79
-18.00	2373.97	2513.81	2708.16	2690.27
-20.00	1479.58	1548.33	1623.71	1601.52

**Tabel 7.9b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Keempat

Elev (m)	Beban (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	1100.00	1106.86	1096.85	1102.48	1102.43
4.00	1100.00	907.85	911.77	1083.23	1086.41
0.00	1019.15	811.51	821.59	1014.72	1013.82
-4.50	824.68	725.55	738.05	946.45	942.87
-9.00	368.47	509.75	530.13	671.11	672.10
-13.50	156.46	357.44	378.40	395.27	397.38
-18.00	26.32	190.20	201.41	216.98	215.55
-20.00	8.77	118.54	124.05	130.09	128.31

Pada tahap ini juga beban di kepala tiang ternyata sedikit lebih besar dari input yang diberikan (1100 ton) kecuali Model B. Beban yang sampai ke ujung tiang lebih besar hingga dua kali lipat jika menggunakan data tegangan.

### 7.3.4.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan keempat.

**Tabel 7.9c.** Tegangan pada Beban Nol Siklus Keempat

Elev (m)	Residual Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	20.55	25.09	-27.34	-33.13
4.00	-84.35	-413.72	190.67	208.28
0.00	619.18	144.59	1168.39	1185.81
-4.50	1542.51	977.35	2267.44	2176.48
-9.00	1230.03	782.10	5303.66	5195.04
-13.50	1184.12	902.30	3540.15	3403.81
-18.00	727.28	573.42	1963.17	1861.01
-20.00	619.95	536.57	1227.88	1166.14

**Tabel 7.9d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Keempat

Elev (m)	Beban Residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	1.65	2.01	-2.19	-2.65
4.00	64.34	-6.76	-33.15	15.28	16.69
0.00	57.03	49.61	11.58	93.61	95.01
-4.50	103.82	123.59	78.31	181.67	174.38
-9.00	147.68	98.55	62.66	424.93	416.23
-13.50	61.41	94.87	72.29	283.64	272.72
-18.00	7.31	58.27	45.94	157.29	149.11
-20.00	2.92	49.67	42.99	98.38	93.43

Pada determinasi distribusi beban berdasarkan data regangan, Model D yang telah mencapai kondisi regangan yang tidak kembali dan menimbulkan kekeliruan dalam perhitungan beban ditahap ini, ternyata kondisi yang diperoleh berdasarkan data tegangan masih cukup representatif. Model C-D menyisakan beban yang sangat besar saat beban dilepas sepenuhnya disiklus keempat ini. Walaupun perilaku Model A-B masih relatif dekat dengan kondisi *real* akan tetapi beban residu di segmen bawah tiang masih lebih besar dibandingkan TP-01.

### 7.3.5 Siklus Kelima

#### 7.3.5.1 Beban Puncak

Berikut ini adalah hasil yang diperoleh dari fase pembebanan saat beban puncak disiklus kelima. Tegangan Model A, B, C, dan D berdasarkan hasil perhitungan program PLAXIS V8.

**Tabel 7.10a.** Tegangan pada Beban Puncak Siklus Kelima

Elev (m)	Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	17250.43	17165.45	17190.92	17185.24
4.00	14651.02	14695.09	16810.28	16902.47
0.00	13124.44	13172.60	15950.13	15999.91
-4.50	12059.03	12194.21	15067.44	15116.41
-9.00	8283.68	8540.12	11361.62	11796.38
-13.50	5979.02	6220.25	5468.21	5407.43
-18.00	3081.93	3222.54	3185.39	3137.63
-20.00	1823.25	1895.50	2000.57	1991.05

**Tabel 7.10b.** Distribusi Beban pada Beban Puncak Siklus Kelima

Elev (m)	Beban (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	1375.00	1382.11	1375.31	1377.35	1376.89
4.00	1375.00	1173.85	1177.38	1346.85	1354.24
0.00	1289.66	1051.54	1055.40	1277.93	1281.92
-4.50	1068.87	966.18	977.01	1207.21	1211.14
-9.00	491.30	663.69	684.24	910.30	945.13
-13.50	260.27	479.04	498.37	438.12	433.25
-18.00	36.56	246.93	258.19	255.21	251.39
-20.00	11.70	146.08	151.87	160.29	159.52

Pada tahap ini juga beban di kepala tiang ternyata sedikit lebih besar dari input yang diberikan (1375 ton) kecuali Model B. Beban yang sampai ke ujung tiang lebih besar hingga dua kali lipat jika menggunakan data tegangan.

### 7.3.5.2 Beban Nol

Berikut adalah hasil yang diperoleh saat beban dilepas sepenuhnya pada akhir siklus pembebanan kelima.

**Tabel 7.10c.** Tegangan pada Beban Nol Siklus Kelima

Elev (m)	Residual Stress (KN/m <sup>2</sup> )			
	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	134.34	28.46	6.55	12.07
4.00	393.95	-46.79	162.07	154.12
0.00	1252.93	529.26	1123.08	1057.41
-4.50	2565.40	1836.99	2231.68	2132.44
-9.00	1819.98	1217.28	5534.10	5264.50
-13.50	1871.41	1458.55	3236.94	2888.81
-18.00	1012.11	793.62	2011.50	1822.38
-20.00	743.15	628.49	1392.37	1292.43

**Tabel 7.10d.** Distribusi Beban pada Beban Nol Siklus Kelima

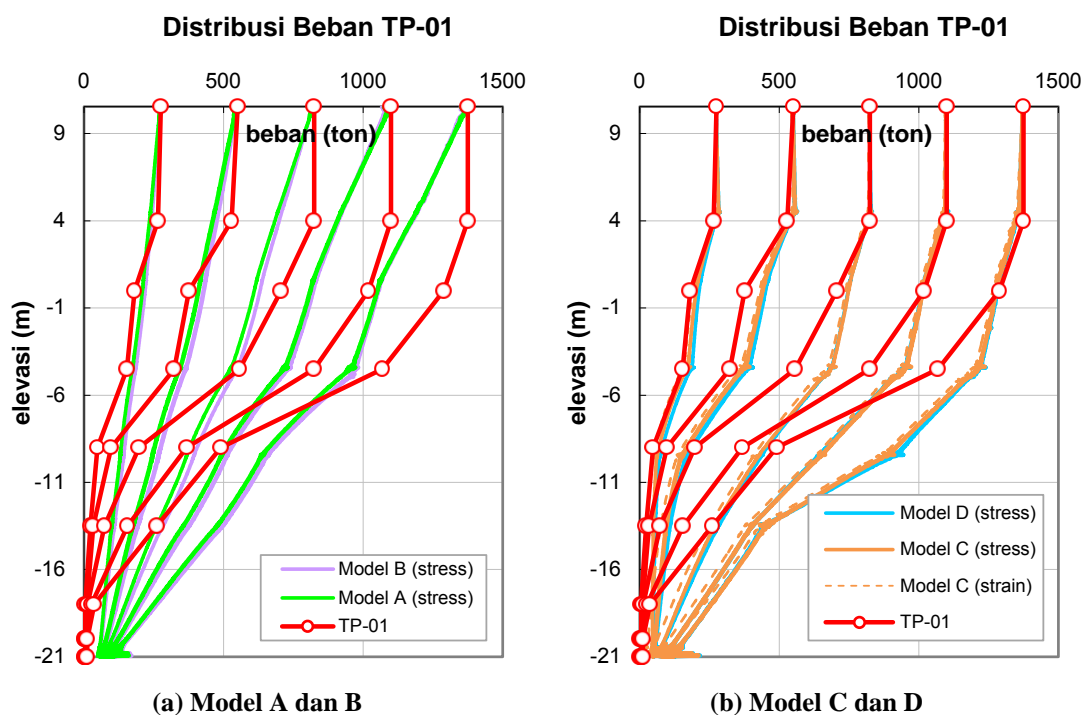
Elev (m)	Beban Residu (ton)				
	TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
10.55	0.00	10.76	2.28	0.52	0.97
4.00	61.41	31.56	-3.75	12.99	12.35
0.00	32.17	100.39	42.40	89.98	84.72
-4.50	65.80	205.54	147.18	178.80	170.85
-9.00	171.08	145.82	97.53	443.40	421.79
-13.50	115.51	149.94	116.86	259.35	231.45
-18.00	11.70	81.09	63.59	161.16	146.01
-20.00	2.92	59.54	50.35	111.56	103.55

Berbeda dengan hasil perhitungan distribusi beban berdasarkan data regangan Model B dan D, bila menggunakan data tegangan hasil yang diperoleh masih memiliki kecenderungan perilaku mengikuti tiang uji. Sama seperti penjelasan beban nol sebelumnya, model dengan parameter kuat geser *drained* menyisakan beban residu yang cukup besar saat beban telah dilepas sepenuhnya. Secara umum dari semua tinjauan tegangan saat beban nol disetiap siklus, model yang menggunakan Hardening Soil untuk menyatakan hubungan *stress-strain* material beton ternyata beban residunya lebih kecil dari model Linear Elastic. Sedangkan jika meninjau parameter tanah yang digunakan, model yang menggunakan parameter kuat geser tanah *drained* menyisakan beban yang jauh lebih besar dibandingkan dengan tiang uji maupun model dengan parameter geser *undrained* saat beban dilepas sepenuhnya.

### 7.3.6 Penyajian Hasil

#### 7.3.6.1 Beban Puncak

Hasil TP-01 yang dihitung berdasarkan olah data regangan ditampilkan kembali sebagai perbandingan. Jika berdasarkan perhitungan regangan teridentifikasi regangan yang tidak kembali untuk Model B dan D dan mengakibatkan kekeliruan dalam perhitungan transfer beban, ternyata hal tersebut tidak terlihat jika perhitungan dilakukan berdasarkan data tegangan tiang. Berikut ini adalah hasil yang diperoleh.



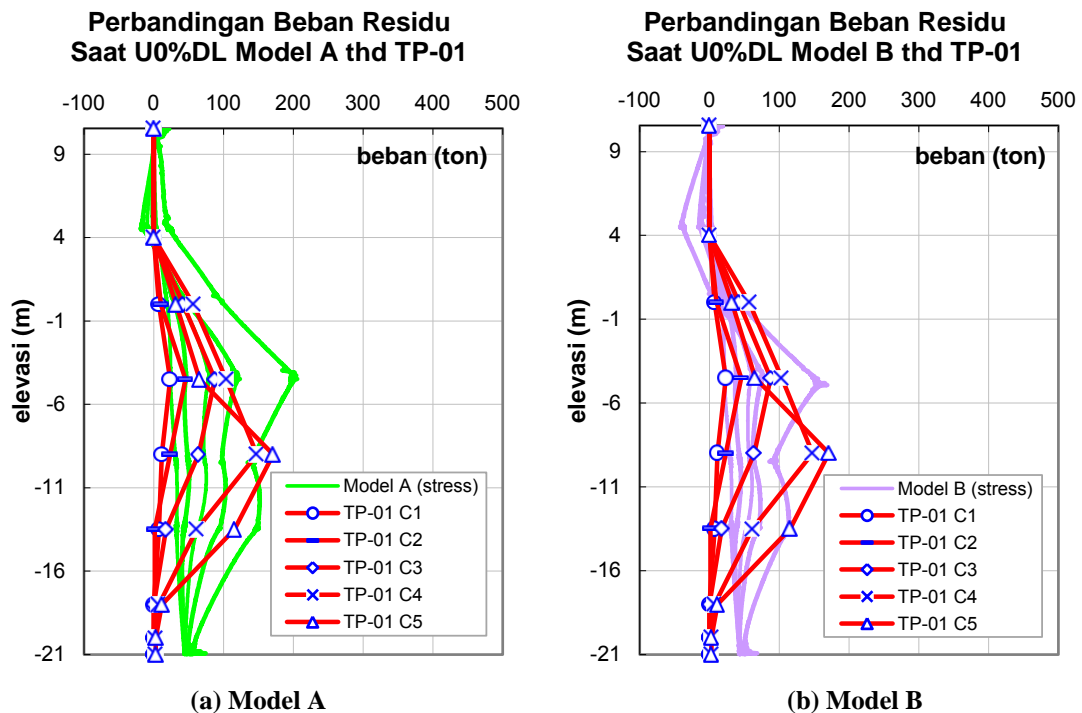
**Gambar 7.3.** Distribusi Beban Berdasarkan Olah Data Tegangan

Distribusi beban Model A dan B berdasarkan tegangan seperti pada Gambar 7.3a di mana tidak terlihat efek kerja *geogundle* di segmen +10,55m s/d +4,00m (*geogundle* dipasang hingga +4.50m). Model B yang mengalami regangan yang tak kembali, ternyata beban yang diterima di kepala tiang relatif sama dengan ketiga model lainnya dan juga dengan tiang uji. Jika dibandingkan dengan distribusi beban tiang aktual, kedua model (A dan B) ini kurang representatif. Penggunaan parameter tanah *undrained* menghasilkan grafik distribusi beban yang relatif linier terhadap kedalaman.

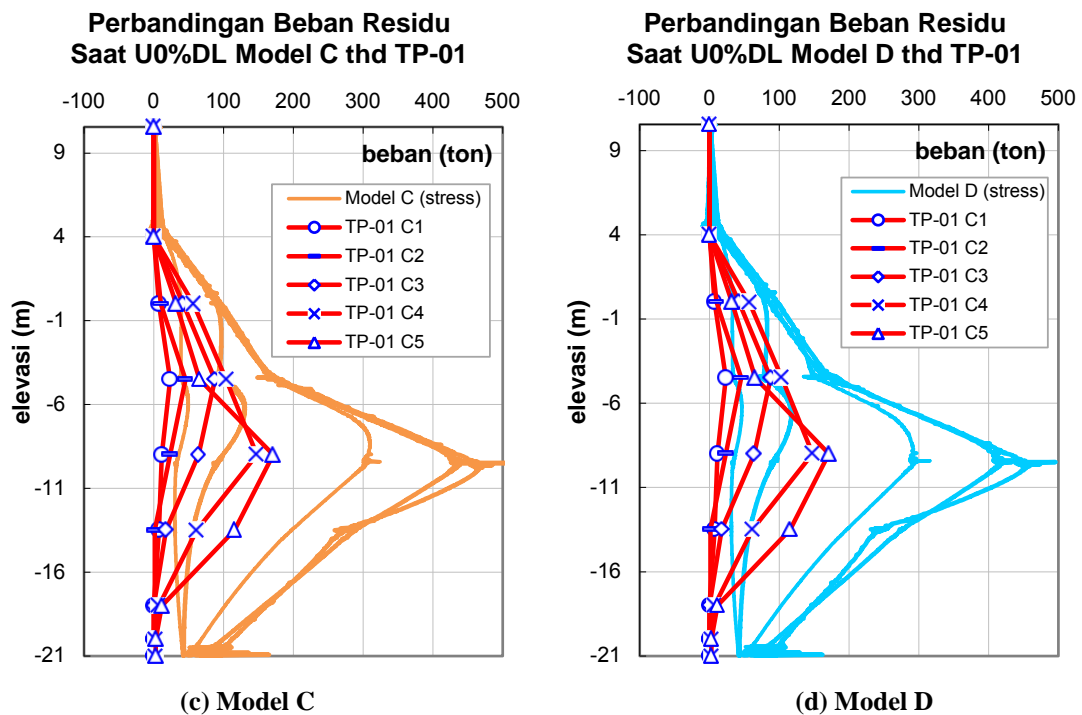
Distribusi beban Model C dan D berdasarkan tegangan seperti pada **Gambar 7.3b**. Plot distribusi beban berdasarkan perhitungan regangan Model C juga ditampilkan bersamaan, yaitu yang diplot dengan garis oranye putus-putus. Terlihat hasil determinasi menggunakan data tegangan menghasilkan beban yang lebih besar. Model D yang mengalami regangan yang tak kembali, karena material beton dimodelkan dengan *Hardening Soil*, ternyata beban yang diterima di kepala tiang berdasarkan perhitungan tegangan besarnya relatif sama dengan model lainnya. Kurva transfer beban Model D juga relatif berimpit dengan Model C.

### 7.3.6.2 *Beban Nol*

Berikut ini adalah perbandingan beban residu yang dicapai oleh model terhadap kondisi aktual saat beban dilepas sepenuhnya. Beban residu model cenderung membesar menurut kenaikan siklus sehingga pembacaan grafik berurutan dari kiri kekanan. Tiang aktual (TP-01) memperlihatkan hal yang sedikit berbeda pada akhir siklus kelima dimana beban residu yang dihitung lebih kecil dari akhir siklus ke empat untuk segmen tiang +4,00m s/d -4,50m di mana nilai yang dicapai lebih besar dari siklus kedua dan lebih kecil dari siklus ketiga pada segmen yang sama.



**Gambar 7.4.** Beban Residu Diakhir Tiap Siklus Berdasarkan Olah Data Tegangan



**Gambar 7.4.** Beban Residu Diakhir Tiap Siklus Berdasarkan Olah Data Tegangan

Kemungkinan fenomena yang terjadi adalah sebagai berikut, dari determinasi distribusi beban pada beban puncak, segmen +10,55m s/d -4,50m menanggung beban yang relatif besar dibandingkan bagian tiang sebelah bawahnya. Setelah sebelumnya tanah dibebani berulang-ulang dengan beban puncak yang bertambah besar disetiap siklusnya, perilaku friksi tanah berubah setelah mengalami beban terbesar pada siklus kelima. Pada segmen tersebut terjadi slip saat tiang berusaha kembali ke kondisi semula. Friksi jauh berkurang sehingga *rebound* tiang relatif bebas dibanding siklus tiga dan empat tetapi masih lebih besar dibanding siklus kedua. Model C dan D menunjukkan perilaku yang sama dengan kondisi *real*, jika meninjau grafik memang kurang terlihat tetapi lebih jelasnya pada Tabel 7.8d, Tabel 7.9d dan Tabel 7.10d.

#### 7.4 ANALISIS PERILAKU TIANG

Dalam subbab ini akan dibahas perilaku tiang aktual secara keseluruhan dengan melihat pula penjelasan-penjelasan dari Bab 6 dan subbab-subbab dalam Bab 7. Secara umum, Bab 6 membahas tentang deformasi mekanis tiang di mana dalam §6.2 penulis telah menyinggung dugaan mengenai kinerja *geogundle* dan perilaku kekakuan tiang-tanah yang dipengaruhi oleh riwayat pembebanan secara siklis.



Setelah dilakukan studi banding simulasi empat model PLAXIS terhadap tiang aktual maka penulis memilih Model C sebagai model yang paling representatif untuk menganalisis perilaku tiang uji, yaitu model yang menggunakan karakteristik Linear Elastic untuk material beton dan parameter kuat geser tanah dalam kondisi *drained*.

Pertama-tama kita akan melihat kekakuan tiang, sebelumnya telah sedikit diuraikan dalam §6.2 dimana deformasi tiang model lebih besar dibandingkan tiang aktual akan tetapi pemendekan badan struktural tiang (+4,50m s/d -21,00m) semakin mendekati hasil simulasi PLAXIS seiring bertambahnya tahap pembebanan secara siklis yang diterima tiang. Semakin besar kesempatan tiang untuk mengalami slip (*setting*  $R_{inter}$  material PLAXIS) ternyata akan semakin memperbesar pemendekan tiang saat menerima beban.

Poulos (1983) dalam Reed L. Mosher dan William P. Dawkins (2000, p.30) menyebutkan adanya pengaruh *cyclic axial loading* terhadap kecenderungan penurunan friksi maksimum ( $f_{max}$ ) pada selimut tiang. Hal tersebut memang tidak mengarahkan secara langsung terhadap poin yang sedang ditinjau, akan tetapi setidaknya menunjukkan bahwa ada kecenderungan perubahan perilaku akibat skema pembebanan siklis. Pada *setting material* model PLAXIS ditetapkan  $R_{inter}$  satu kali untuk semua fase perhitungan. Hal ini mungkin tidak berlaku sepenuhnya untuk kondisi aktual, mungkin saja besarnya angka yang mempengaruhi transfer beban antara tiang dan tanah ( $R_{inter}$ ) merupakan suatu variabel yang juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah beban yang diberikan secara siklis dimana nilai tersebut selalu berubah bersesuaian dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Jika membandingkan kompresi tiang aktual TP-01 yang sangat kecil di segmen yang dipasang *geogundle*, sepertinya nilai  $R_{inter}$  model PLAXIS sebesar 5% dan 8% terlalu kecil. Apabila friksi secara efektif direduksi oleh keberadaan *geogundle* berarti segmen tiang berlaku sebagai kolom tanpa friksi dengan *confining stress* disekelilingnya yang menjaga segmen tersebut dari efek kantilever jika terjadi eksentrisitas beban saat *loading test*. Perilaku ini secara

ideal seperti ditunjukkan oleh hasil perhitungan PLAXIS V8, tetapi berdasarkan hasil simulasi model PLAXIS dengan semua asumsi-asumsinya untuk tinjauan ini saja sepertinya *geogundle* tidak bekerja secara efektif. Namun demikian, uraian tersebut kontradiktif dengan perhitungan distribusi beban di elevasi +4,00m dimana beban yang sampai di level tersebut hanya tereduksi 3,76% (Tabel 7.11) dari beban yang diaplikasikan di kepala tiang saat beban puncak siklus pertama dan kedua. Hal ini menunjukkan kinerja *geogundle* yang cukup efektif. Berdasarkan uraian tersebut, maka dugaan mengarah pada modulus elastisitas tiang aktual yang nonhomogen.

**Tabel 7.11.** Perbandingan Beban yang Ditransfer pada Segmen +10,55m s/d +4,00m

Distribusi Beban	Beban Puncak C1		Beban Puncak C2	
	strain calc.	stress calc.	strain calc.	stress calc.
TP-01	3.76%	--	3.76%	--
Model C	4.13%	3.00%	3.49%	2.71%

Modulus elastisitas tiang yang digunakan untuk mendeterminasi distribusi beban adalah nilai yang konstan sepanjang kedalaman tiang dan disemua siklus pembebanan. Jika dianggap kondisi pembebanan dilapangan ideal (beban nominal yang diberikan selama *loading test* tercapai, tidak lebih kecil atau lebih besar) maka nilai modulus elastisitas sebagai variabel, bukan konstan, sepertinya memang berlaku. Hal ini ditunjukkan pula dalam perhitungan distribusi beban di elevasi +4,00m untuk fase beban puncak C3, C4 dan C5 di mana nilai  $E_{\text{tiang}}$  disamakan, ternyata diperoleh nilai beban yang lebih besar dari pada beban nominal yang diberikan di kepala tiang (Tabel 7.12c-e).

**Tabel 7.12a.** Perbandingan Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C1)

Elev (m)	Beban (ton)		
	TP-01	Model C (strain calc.)	Model C (stress calc.)
10.55	275.00	272.85	277.85
4.00	264.66	261.57	269.52
0.00	181.31	192.98	202.57
-4.50	153.53	155.31	166.03
-9.00	48.25	50.93	67.85
-13.50	23.40	29.55	49.62
-18.00	4.39	22.03	45.95
-20.00	1.46	19.83	45.33
-21.00	1.46	18.33	44.02

**Tabel 7.12b.** Perbandingan Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C2)

Elev (m)	Beban (ton)		
	TP-01	Model C ( <i>strain calc.</i> )	Model C ( <i>stress calc.</i> )
10.55	<b>550.00</b>	547.68	552.99
4.00	529.32	528.57	537.99
0.00	375.79	429.69	440.17
-4.50	323.15	352.06	366.65
-9.00	97.97	149.41	166.30
-13.50	33.63	74.94	94.81
-18.00	8.77	42.31	66.28
-20.00	2.92	29.39	54.95
-21.00	2.92	21.40	45.96

**Tabel 7.12c.** Perbandingan Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C3)

Elev (m)	Beban (ton)		
	TP-01	Model C ( <i>strain calc.</i> )	Model C ( <i>stress calc.</i> )
10.55	<b>825.00</b>	822.51	827.67
4.00	<b>853.92</b>	806.90	817.70
0.00	706.24	738.23	748.87
-4.50	557.10	663.64	682.48
-9.00	197.40	424.84	441.51
-13.50	73.11	247.54	267.55
-18.00	13.16	115.99	140.63
-20.00	5.85	62.20	88.34
-21.00	5.85	31.73	53.23

**Tabel 7.12d.** Perbandingan Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C4)

Elev (m)	Beban (ton)		
	TP-01	Model C ( <i>strain calc.</i> )	Model C ( <i>stress calc.</i> )
10.55	<b>1100.00</b>	1097.11	1102.48
4.00	<b>1254.57</b>	1074.59	1083.23
0.00	1019.15	1003.65	1014.72
-4.50	824.68	926.50	946.45
-9.00	368.47	654.19	671.11
-13.50	156.46	374.74	395.27
-18.00	26.32	191.03	216.98
-20.00	8.77	103.01	130.09
-21.00	8.77	50.77	69.96

**Tabel 7.12e.** Perbandingan Distribusi Beban Model C terhadap TP-01 (Beban Puncak C5)

Elev (m)	Beban (ton)		
	TP-01	Model C ( <i>strain calc.</i> )	Model C ( <i>stress calc.</i> )
10.55	<b>1375.00</b>	1371.81	1377.35
4.00	<b>1592.34</b>	1339.81	1346.85
0.00	1289.66	1266.74	1277.93
-4.50	1068.87	1186.50	1207.21

-9.00	491.30	895.70	910.30
-13.50	260.27	418.62	438.12
-18.00	36.56	228.77	255.21
-20.00	11.70	133.51	160.29
-21.00	11.70	68.39	85.95

Determinasi distribusi beban berdasarkan perhitungan data regangan ternyata memperoleh hasil yang relatif lebih dekat dengan kondisi aktual (**Tabel 7.12a-e**). Perbedaan antara Model C dengan TP-01 yang cukup signifikan dimulai di elevasi -4,50m terhitung mulai beban puncak pada siklus ketiga. Beban yang ditanggung tiang Model C jauh lebih besar mulai level itu. Jika memperhatikan bentuk garis distribusi beban Model C pada **Gambar 7.1i**, gradien garis transfer beban yang terbentuk pada elevasi +4,00m s/d -4,50m relatif sama antara beban puncak C1, C2 dan C3. Tiang aktual juga menunjukkan perilaku demikian namun hanya pada elevasi +4,00m s/d 0,00m, akan tetapi pada segmen +0,00m s/d -4,50m gradien garis transfer beban terhadap kedalaman masih cenderung meningkat kelandaiannya.

Kelandaian garis berhubungan dengan kapasitas friksi antara tiang-tanah. Hal tersebut menunjukkan besarnya beban yang ditransfer pada tanah di kedalaman yang ditinjau. Semakin landai garis yang terbentuk berarti semakin besar beban yang mampu ditahan oleh tanah. Jika gradien garis transfer beban memiliki kemiringan yang sama terhadap peningkatan beban vertikal berarti tanah di kedalaman tersebut telah mengerahkan semua kapasitas friksinya ( $f_{max}$ ). Hal ini menjelaskan perilaku Model C di segmen +4,00m s/d -4,50m pada beban puncak siklus ketiga hingga siklus kelima. Input parameter kuat geser tanah Model C tidak sesuai dengan kondisi *real* di mana daya dukung friksi yang dimiliki tanah aktual (yang mengelilingi TP-01) lebih besar dari *setting material* yang diatur pada model PLAXIS. Kondisi ini tentunya mempengaruhi perilaku transfer beban di segmen sebelah bawahnya. Perbedaan cukup mencolok ditunjukkan pada beban puncak siklus ketiga hingga kelima.

Kraft, Ray, and Kagawa (1981) dalam Reed L. Mosher dan William P. Dawkins (2000, p.12) mengungkapkan perilaku beberapa jenis tanah yang menunjukkan degradasi kekuatan setelah tahanan maksimum dicapai. Fenomena ini mungkin

yang terjadi pada tiang-tanah pada beban nol siklus kelima atau saat uji beban vertikal statik berakhir. Jika meninjau **Gambar 7.2** atau **Gambar 7.4** teridentifikasi beban residu yang masih tersisa dalam tiang pada segmen +10,55m s/d -4,50m yang jauh lebih kecil dari kondisi yang dicapai pada akhir siklus keempat. Kecenderungan perilaku tiang disetiap akhir siklus pembebanan adalah beban residu yang meningkat akan tetapi pada akhir siklus kelima beban residu di segmen tersebut lebih besar dari kondisi diakhir siklus kedua tetapi masih lebih kecil dari siklus ketiga.

Seperti yang telah sedikit dibahas dalam §7.3.6(2), pada segmen tersebut terjadi slip saat tiang berusaha kembali ke kondisi semula. Slip mungkin terjadi karena kekuatan tanah yang menurun setelah tanah mengerahkan semua daya dukung friksi yang dimilikinya sehingga friksi tiang-tanah jauh berkurang, akibatnya tiang relatif bebas untuk kembali dari deformasi elastis yang dialaminya saat beban dilepas sepenuhnya. Hal ini akan diobservasi lebih jauh dalam bab berikutnya pada pembahasan evaluasi daya dukung tanah.

## 7.5 ANALISIS PERILAKU TANAH

Berdasarkan simulasi empat model PLAXIS, diketahui pola umum distribusi beban model dengan parameter tanah kondisi *drained* cenderung mengikuti hasil instrumentasi. Braja M. Das (1995, p.26) mengungkapkan bahwa kuat geser tanah bergantung pada tekanan air pori selama pembebanan berlangsung. Di lapangan, kuat geser tanah akan tergantung pada kecepatan pembebanan dan kondisi pengaliran air. Braja M. Das juga mengungkapkan pada kondisi di lapangan untuk tanah berbutir, pengaliran air jenuh terjadi dalam kecepatan pembebanan sedang. Kecepatan merupakan hal yang relatif. Asumsi yang diberlakukan, yaitu pembebanan relatif cepat hingga tidak ada pengaliran air pori. Tetapi mungkin saja dalam kasus ini sebenarnya berlaku kecepatan pembebanan sedang. Mungkin keadaan aktual di bawah muka tanah, lapisan yang didefinisikan sebagai tanah kohesif juga mengandung tanah berbutir kasar. Maka, pengaliran air mungkin terjadi selama *loading test* berlangsung sehingga parameter kuat geser tanah dalam kondisi *drained* sesuai dengan keadaan lapangan (hasil instrumentasi).

## **BAB 8**

### **EVALUASI DAYA DUKUNG TANAH**

#### **8.1 TAHANAN FRIKSI**

Fokus utama dalam subbab ini adalah evaluasi tahanan friksi yang dikerahkan tanah untuk menahan beban yang dipengaruhi oleh peralihan vertikal tiang. Perhitungan akan dilakukan persegmen yang dibatasi oleh dua level VWSG, di mana segmen tersebut bersesuaian dengan lapisan tanah. Evaluasi dilakukan untuk lapisan tanah antara COL (+4,50m) hingga ujung bawah tiang (-21,00m). Akan tetapi, level perhitungan tersebut disesuaikan dengan level pemasangan instrumen VWSG dan *telltale* paling atas (+4,00m) dan paling bawah (-20,00m) yang dianggap mewakili elevasi yang ditinjau. Model PLAXIS yang ditinjau hanya Model C, karena berdasarkan perbandingan hasil dari empat model PLAXIS yang disimulasikan, model ini yang kecenderungan perilakunya paling konsisten mengikuti TP-01 dibandingkan tiga model lainnya.

##### **8.1.1 Tiang Uji (TP-01)**

Hasil evaluasi daya dukung friksi yang diberikan tanah berdasarkan analisis data hasil instrumentasi. Perhitungan dilakukan berdasarkan distribusi beban pada beban puncak tiap siklus dengan persamaan (2.12) dan hasilnya ditabulasikan dalam **Tabel 8.1**. Hasil tersebut diperoleh setelah sebelumnya distribusi beban dideterminasi dengan modulus elastisitas tiang yang dianggap konstan sepanjang badan tiang dan tidak berubah selama *loading test* berjalan.

Semua lapisan tanah kecuali lapisan tanah teratas (lempung kelanauan kaku) menunjukkan tahanan friksi yang terus meningkat. Berdasarkan hasil studi yang dilakukan, diketahui tanah tersebut mencapai friksi maksimumnya pada beban maksimum siklus kedua, yaitu 550 ton. Setelah mengerahkan semua kapasitas friksinya ( $f_{max} = 12,21 \text{ ton/m}^2$ ), tanah tersebut mengalami degradasi kekuatan yang ditunjukkan pada unit tahanan friksi yang dikerahkan tanah tersebut terhadap

penambahan beban puncak siklus berikutnya yang mengalami penurunan. Tahanan friksi terbesar diberikan oleh lapisan tanah pasir kelanauan tersementasi yang mencapai 40,84 ton/m yang belum menunjukkan pelemahan friksi hingga beban puncak terakhir sebesar 1375 ton yang diaplikasikan di kepala tiang, berikut ini adalah hasil lengkapnya.

**Tabel 8.1.** Tahanan Friksi & Ujung yang Dikerahkan Tanah untuk TP-01

Elevasi (m)	Tanah	Unit friksi (ton/m <sup>2</sup> ) TP-01				
		275 ton	550 ton	825 ton	1100 ton	1375 ton
4.00 - 0.00	Lempung kelanauan kaku	6.63	12.21	9.45	6.43	6.79
0.00 - -4.50	Pasir kelanauan kepadatan sedang	1.96	3.72	10.55	13.75	15.61
-4.50 - -9.00	Pasir kelanauan tersementasi	7.44	15.92	25.43	32.26	40.84
-9.00 - -13.50	Pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi	1.76	4.55	8.79	14.99	16.34
-13.50 - -18.00	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	1.34	1.76	4.24	9.20	15.82
-18.00 - -20.00	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	0.47	0.93	1.16	2.79	3.95
-20.00 - -21.00	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	--	--	--	--	--
Tahanan ujung (ton)		1.46	2.92	5.85	8.77	11.70

### 8.1.2 Model C

Hasil evaluasi daya dukung friksi yang diberikan tanah berdasarkan simulasi PLAXIS V8, yaitu Model C ditabulasikan pada Tabel 8.2. Lapisan tanah lempung kelanauan kaku pada Model C juga menunjukkan penurunan kekuatan setelah beban 550 ton. Tahanan friksi maksimum yang dicapai lebih kecil dari kondisi aktual, yaitu  $f_{max} = 7,86 \text{ ton/m}^2$ . Lapisan pasir kelanauan sedang juga mengalami hal yang sama, yaitu friksi menurun setelah beban 550 ton. Friksi yang dicapai lapisan tanah ini lebih kecil dari pada kondisi aktual. Friksi terbesar diberikan oleh tanah pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi berdasarkan hasil simulasi Model C di mana hasil perhitungan kondisi aktual diketahui pengerahan tahanan geser terbesar diberikan tanah pasir kelanauan tersementasi yang terletak di atasnya.

**Tabel 8.2.** Tahanan Friksi & Ujung yang Dikerahkan Tanah untuk Model C

Elevasi (m)	Tanah	Unit friksi (ton/m <sup>2</sup> ) Model C				
		275 ton	550 ton	825 ton	1100 ton	1375 ton
4.00 - 0.00	Lempung kelanauan kaku	5.46	7.86	5.46	5.64	5.81
0.00 - -4.50	Pasir kelanauan kepadatan sedang	2.66	5.49	5.27	5.46	5.67
-4.50 - -9.00	Pasir kelanauan tersementasi	7.38	14.33	16.89	19.25	20.56
-9.00 - -13.50	Pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi	1.51	5.27	12.54	19.76	33.73
-13.50 - -18.00	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	0.53	2.31	9.30	12.99	13.42
-18.00 - -20.00	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	0.35	2.07	8.59	14.07	15.21
-20.00 - -21.00	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	0.16	0.57	3.05	3.28	4.90
Tahanan ujung (ton)		19.80	29.31	61.98	102.62	133.19

Tanah pasir kelanauan kepadatan sedang (0,00m s/d -4,50m) mengerahkan friksi yang besarnya relatif mendekati *real* pada beban 275 ton dan 550 ton, setelahnya pengerahan friksi yang diberikan pada kondisi aktual. Pada pembebanan selanjutnya, model mengalami penurunan kekuatan kemudian naik kembali dengan peningkatan jauh lebih kecil dibanding aktual.

Tanah pasir kelanauan tersementasi (-4,50m s/d -9,00m) Model C mengerahkan friksi yang besarnya relatif sama dengan aktual pada pembebanan 275 ton dan 550 ton. Setelahnya friksi yang dikerahkan bertambah besar seiring meningkatnya beban akan tetapi dengan kenaikan yang lebih kecil dibandingkan kondisi aktual.

Pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi (-9,00m s/d -13,50m) Model C mengerahkan friksi yang relatif mendekati kondisi aktual pada pembebanan 275 ton, 550 ton, 825 ton dan 1100 ton. Pada 1375 ton, friksi tanah tersebut yang disimulasikan dengan Model C naik secara signifikan dibanding aktual.

Lapisan tanah pada -13,50m s/d -18,00m, yaitu lempung dan lanau sangat kaku hingga keras untuk simulasi Model C mengerahkan friksi yang lebih kecil dibandingkan kondisi *real* pada pembebanan 275 ton. Saat pembebanan 550 ton hingga 1100 ton, tanah pada model memobilisasi friksi yang lebih kecil dari aktual, tetapi pada beban 1375 ton terlihat hal yang sebaliknya.



Tanah pada lapisan -18,00m s/d -20,00m yang diprofilkan sama dengan tanah sebelah atasnya, yaitu lempung dan lanau sangat kaku hingga keras. Hasil yang diperoleh dari simulasi PLAXIS di mana diatur parameter tanah yang juga sama pada dua segmen tersebut (-13,50m s/d -18,00m dan -18,00m s/d -20,00m) menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dengan tanah yang sama di sebelah atasnya. Tetapi perbandingan dengan hasil aktual menunjukkan friksi aktual lebih kecil.

## 8.2 TAHANAN UJUNG

Beban yang sampai di ujung tiang (-21,00m) diwakili oleh determinasi distribusi beban berdasarkan VWSG yang dipasang pada elevasi -20,00m. Sama seperti dalam penjelasan tahanan friksi, pada bagian ini juga hanya ditinjau perbandingan hasil simulasi Model C.

### 8.2.1 Tiang Uji (TP-01)

Tahanan ujung tiang diberikan dalam **Tabel 8.1** pada baris paling bawah, dari tabulasi data diketahui tiang yang didesain sebagai tiang friksi ini memang bekerja sesuai harapan. **Tabel 8.3** menunjukkan beban yang sampai ke ujung tiang sangat kecil, hanya 0,53% hingga 0,85% saja dari nominal beban yang diaplikasikan di kepala tiang.

**Tabel 8.3.** Persentase Beban yang Sampai ke Ujung Tiang

Tiang	Beban kepala (ton)				
	275	550	825	1100	1375
TP-01	0.53%	0.53%	0.71%	0.80%	0.85%
Model C	7.20%	5.33%	7.51%	9.33%	9.69%

### 8.2.2 Model C

Perbedaan mencolok ditunjukkan oleh tiang simulasi (Model C), di mana beban yang sampai ke ujung tiang jauh lebih besar dibandingkan kondisi *real*. Kondisi ini dipengaruhi oleh besarnya beban yang ditransfer oleh tiang kepada tanah di level sebelah atas.

### 8.3 ANALISIS DAYA DUKUNG TANAH

Pada 4,00m s/d 0,00m yang diprofilkan sebagai tanah lempung kelanauan kaku, friksi yang diberikan tanah Model C cukup jauh selisihnya terhadap aktual. Kemungkinan parameter yang diinput kurang sesuai dengan kondisi aktual yang seharusnya memiliki daya dukung yang lebih besar. Pada 0,00m s/d -4,50m yang ditentukan sebagai pasir kelanauan dengan kepadatan sedang oleh konsultan geoteknik proyek ini. Hasil simulasi mengindikasikan lapisan tanah di level ini mempunyai daya dukung friksi yang lebih besar, kemungkinan profil lapisan ini kurang sesuai dengan kondisi aktual. Sepertinya pada lapisan ini masih berlaku tanah kohesif.

Input parameter tanah pasir kelanauan tersementasi (-4,50m s/d -9,00m) seperti juga kurang sesuai dengan kondisi aktual. Kohesi tanah tersebut dalam *setting material* Model C diberikan dengan nilai yang tinggi tetapi dengan sudut geser yang tidak terlalu besar. Kemungkinan parameter yang sesuai adalah dengan nilai yang lebih besar.

Parameter tanah untuk pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi (-9,00m s/d -13,50m) Model C, seperti sudah sesuai dengan kondisi aktual. Besarnya friksi yang diberikan oleh lapisan tanah tersebut dikarenakan lapisan sebelah atasnya yang menerima transfer beban yang lebih kecil sehingga memaksa lapisan ini untuk mengerahkan friksi lebih.

Pada lapisan -13,50m s/d -20,00m seperti masih berlaku profil tanah pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi karena besarnya unit friksi yang dikerahkan cenderung sama dengan lapisan yang ada di atasnya. Pada pembebanan 550 ton friksi yang diberikan lapisan pada segmen ke-5 ini memang lebih kecil dibandingkan lapisan pada segmen ke-4, tetapi fenomena ini dipengaruhi oleh besarnya beban yang diterima oleh lapisan tanah pada segmen ke-1. Saat pembebanan 825 ton, lapisan pada segmen ke-1 mengalami degradasi kekuatan sehingga memaksa lapisan segmen ke-5 untuk memobilisasi friksinya lebih besar. Kecenderungan friksi lapisan pada segmen pertama yang berkurang terhadap

kenaikan beban puncak diikuti dengan meningkatnya friksi yang dikerahkan lapisan pada segmen ke-5, sehingga pada beban 1375 ton besarnya unit friksi yang berikan tanah lapisan ke-5 relatif sama dengan tanah pada segmen ke-4.

Jika melihat friksi yang diberikan oleh lapisan pada segmen ke-6 yang diprofilkan sebagai lempung dan lanau sangat kaku hingga keras sepertinya profil ini kurang sesuai jika dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari simulasi PLAXIS V8. Kemungkinan pada level ini telah berlaku lapisan lain yang mana tidak teridentifikasi karena penyelidikan tanah tidak mencapai hingga kedalaman yang dimaksud.

## **8.4 ANALISIS TRANSFER BEBAN**

Berikut ini akan dilakukan perbandingan transfer beban yang terjadi pada kondisi aktual dan Model C terhadap studi yang dilakukan oleh Reese dan O'Neill (1989) serta O'Neill dan Hassan (1994) untuk transfer beban pondasi dalam pada tanah kohesif dan nonkohesif. Hasil perhitungan kemudian diplot dalam suatu grafik transfer beban yang dinormalisasi.

### **8.4.1 Tahanan Friksi**

#### *8.4.1.1 Tiang Uji (TP-01)*

Perhitungan akan dilakukan persegmen yang dipisahkan oleh dua level pemasangan VWSG. Seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar A1 (Lampiran A)**, segmen-segmen tersebut mewakili variasi lapisan tanah. Friksi yang dikerahkan tanah dipengaruhi oleh peralihan vertikal tiang yang terjadi, peralihan ini diestimasi pada pertengahan tiap segmen. Data yang tersedia untuk kondisi aktual hanya untuk elevasi +4,00m (TT1) dan -20,00m (TT2). Agar dapat memperoleh kurva transfer beban pada segmen yang secara eksak tidak diketahui peralihannya, maka dilakukan estimasi berdasarkan perilaku Model C. Dalam perhitungan instrumen *telltale* terbawah, TT2, dianggap mewakili peralihan di ujung bawah tiang (-21,00m).

Dari dua data *telltale* diketahui peralihan ujung tiang dan pemendekan tiang antara dua level instrumen mekanis tersebut. Dalam §6.2 pemendekan model PLAXIS menunjukkan sebaran yang nonlinier terhadap kedalaman. Perilaku ini menjadi dasar estimasi peralihan segmen-segmen tiang uji. Reduksi data *telltale* akan memberikan informasi pemendekan tiang, deformasi aksial ini didistribusikan pada segmen-segmen yang ditinjau menurut perilaku Model C dan hasil perhitungannya diberikan dalam Tabel 8.4a-e yang ditinjau untuk setiap beban puncak siklus yang bekerja di kepala tiang.

Karena akan membandingkan hasil dengan kurva  $t-z$  nondimensional, maka dilakukan normalisasi. Friksi akan dinormalisasi terhadap friksi maksimum tanah yang bersesuaian dan peralihan segmen terhadap diameter tiang. Pada §8.1 diketahui tanah-tanah yang telah mengerahkan friksi terbesarnya (maksimum) dan ada pula yang belum mencapai kekuatan maksimumnya. Tanah pada -18,00m s/d -20,00m diperkirakan belum mencapai friksi maksimumnya ( $f_{max} > 3,95 \text{ ton/m}^2$ ) sehingga untuk tanah ini diestimasi  $f_{max} = 9,65 \text{ ton/m}^2$  (perhitungannya pada §8.5). Untuk tanah-tanah pada 0,00m s/d -18,00m,  $f_{max}$  diberikan oleh nilai yang dicapai pada beban 1375 ton sedangkan untuk tanah pada +4,00m s/d 0,00m  $f_{max}$  adalah nilai terbesar yang dikerahkan pada beban 550 ton. Normalisasi yang dimaksud adalah membagi  $f$  yang termobilisasi terhadap  $f_{max}$  sehingga nilai yang diperoleh adalah suatu rasio. Sedangkan normalisasi peralihan vertikal tiap segmen ( $w_z$ ) diperoleh dengan membagi peralihan (estimasi) tengah segmen yang ditinjau dengan diameter ( $B$ ) tiang. Rasio ini diberikan dalam persen (%).

**Tabel 8.4a.** Normalisasi Kurva  $t-z$  TP-01 pada Beban 275 ton

Elevasi (m)	$z_{mid}$ (mm)	$w_z^*$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)
4.00 - 0.00	2.00	1.396	0.54	0.140
0.00 - -4.50	-2.25	1.271	0.13	0.127
-4.50 - -9.00	-6.75	1.183	0.18	0.118
-9.00 - -13.50	-11.25	1.144	0.11	0.114
-13.50 - -18.00	-15.75	1.123	0.08	0.112
-18.00 - -20.00	-19.00	1.113	0.05	0.111
-20.00 - -21.00	-20.50	--	--	--

**Tabel 8.4b.** Normalisasi Kurva  $t$ - $z$  TP-01 pada Beban 550 ton

Elevasi (m)	$z_{mid}$ (mm)	$w_z^*$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)
4.00 - 0.00	2.00	3.322	1.00	0.332
0.00 - -4.50	-2.25	2.918	0.24	0.292
-4.50 - -9.00	-6.75	2.622	0.39	0.262
-9.00 - -13.50	-11.25	2.464	0.28	0.246
-13.50 - -18.00	-15.75	2.387	0.11	0.239
-18.00 - -20.00	-19.00	2.358	0.10	0.236
-20.00 - -21.00	-20.50	--	--	--

**Tabel 8.4c.** Normalisasi Kurva  $t$ - $z$  TP-01 pada Beban 825 ton

Elevasi (m)	$z_{mid}$ (mm)	$w_z^*$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)
4.00 - 0.00	2.00	5.497	0.77	0.550
0.00 - -4.50	-2.25	4.810	0.68	0.481
-4.50 - -9.00	-6.75	4.242	0.62	0.424
-9.00 - -13.50	-11.25	3.832	0.54	0.383
-13.50 - -18.00	-15.75	3.582	0.27	0.358
-18.00 - -20.00	-19.00	3.498	0.12	0.350
-20.00 - -21.00	-20.50	--	--	--

**Tabel 8.4d.** Normalisasi Kurva  $t$ - $z$  TP-01 pada Beban 1100 ton

Elevasi (m)	$z_{mid}$ (mm)	$w_z^*$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)
4.00 - 0.00	2.00	8.091	0.53	0.809
0.00 - -4.50	-2.25	6.920	0.88	0.692
-4.50 - -9.00	-6.75	5.925	0.79	0.592
-9.00 - -13.50	-11.25	5.151	0.92	0.515
-13.50 - -18.00	-15.75	4.667	0.58	0.467
-18.00 - -20.00	-19.00	4.496	0.29	0.450
-20.00 - -21.00	-20.50	--	--	--

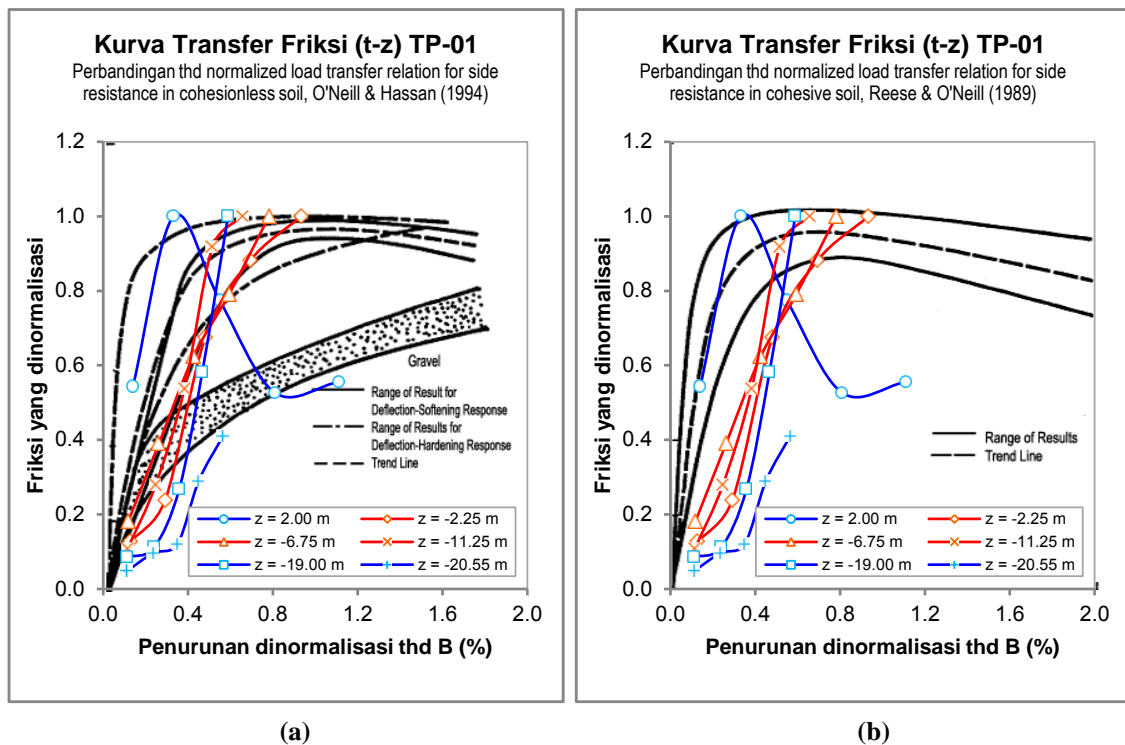
**Tabel 8.4e.** Normalisasi Kurva  $t$ - $z$  TP-01 pada Beban 1375 ton

Elevasi (m)	$z_{mid}$ (mm)	$w_z^*$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)
4.00 - 0.00	2.00	11.103	0.56	1.110
0.00 - -4.50	-2.25	9.329	1.00	0.933
-4.50 - -9.00	-6.75	7.812	1.00	0.781
-9.00 - -13.50	-11.25	6.571	1.00	0.657
-13.50 - -18.00	-15.75	5.881	1.00	0.588
-18.00 - -20.00	-19.00	5.636	0.41	0.564
-20.00 - -21.00	-20.50	--	--	--

\*estimasi berdasarkan perilaku Model C (perhitungannya diberikan dalam Tabel B.10-14: Lampiran B)

Hasil yang diperoleh dari tabel-tabel di atas kemudian diplot berdasarkan kedalamannya ( $z_{mid}$ ), yaitu pada **Gambar 8.1a-b**. Satu kurva akan mewakili transfer beban ( $f / f_{max}$ ) yang pada kedalaman  $z$  pada saat diaplikasikan beban di kepala

tiang dengan nominal 275, 550, 825, 1100 dan 1375 ton. Dalam gambar tersebut terlihat ada garis merah dan biru, di mana merah mewakili tanah nonkohesif dan biru mewakili tanah kohesif. Dari hasil plot grafik, ternyata *trend* garis yang diperoleh tidak mengikuti hasil literatur. Pada **Gambar 8.1a**, terlihat hanya kurva  $t$ - $z$  pada kedalaman  $z = -6,75\text{m}$  (pasir kelanauan tersementasi) yang masuk dalam rentang hasil. Sedangkan dalam **Gambar 8.1b**, hanya transfer beban lempung kelanauan kaku ( $z = 2,00\text{m}$ ) yang masuk dalam rentang hasil untuk tanah kohesif.



**Gambar 8.1.** Perbandingan Kurva Transfer Beban-Friksi ( $t$ - $z$ ) TP-01 yang Dinormalisasi terhadap Kurva Transfer Beban pada Tanah: (a) Nonkohesif; (b) Kohesif

Ketidaksesuaian ini mungkin disebabkan oleh estimasi sebaran deformasi elastis aksial tiang aktual (TP-01) berdasarkan sebaran deformasi tiang Model C ternyata tidak mewakili perilaku tiang aktual. Penurunan segmen yang dinormalisasi pada penambahan beban 275-550 ton, 550-825 ton, dan 825-1100 ton sepertinya lebih kecil daripada hasil estimasi pada kondisi sebenarnya. Sebab itu, kurva  $t$ - $z$  pada kedalaman 0,00m s/d -20,00m berada di sebelah kanan batas rentang hasil literatur.

## 8.4.1.2 Model C

Data yang disajikan untuk model PLAXIS merupakan output perhitungan program tersebut, hasilnya sebagai berikut.

**Tabel 8.5a.** Normalisasi Kurva  $t-z$  Model C pada Beban 275 ton

Elevasi (m)	$Z_{mid}$ (mm)	$w_z$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)	
4.00 - 0.00	0.00	2.00	0.776	0.69	0.078
0.00 - -4.50	-4.50	-2.25	0.461	0.47	0.046
-4.50 - -9.00	-9.00	-6.75	0.240	0.36	0.024
-9.00 - -13.50	-13.50	-11.25	0.141	0.04	0.014
-13.50 - -18.00	-18.00	-15.75	0.090	0.04	0.009
-18.00 - -20.00	-20.00	-19.00	0.065	0.02	0.006
-20.00 - -21.00	-21.00	-20.50	0.054	0.02	0.005

**Tabel 8.5b.** Normalisasi Kurva  $t-z$  Model C pada Beban 550 ton

Elevasi (m)	$Z_{mid}$ (mm)	$w_z$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)	
4.00 - 0.00	0.00	2.00	1.931	1.00	0.193
0.00 - -4.50	-4.50	-2.25	1.255	0.97	0.126
-4.50 - -9.00	-9.00	-6.75	0.760	0.70	0.076
-9.00 - -13.50	-13.50	-11.25	0.497	0.16	0.050
-13.50 - -18.00	-18.00	-15.75	0.369	0.17	0.037
-18.00 - -20.00	-20.00	-19.00	0.320	0.14	0.032
-20.00 - -21.00	-21.00	-20.50	0.302	0.06	0.030

**Tabel 8.5c.** Normalisasi Kurva  $t-z$  Model C pada Beban 825 ton

Elevasi (m)	$Z_{mid}$ (mm)	$w_z$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)	
4.00 - 0.00	0.00	2.00	4.568	0.69	0.457
0.00 - -4.50	-4.50	-2.25	3.419	0.93	0.342
-4.50 - -9.00	-9.00	-6.75	2.469	0.82	0.247
-9.00 - -13.50	-13.50	-11.25	1.782	0.37	0.178
-13.50 - -18.00	-18.00	-15.75	1.363	0.69	0.136
-18.00 - -20.00	-20.00	-19.00	1.222	0.57	0.122
-20.00 - -21.00	-21.00	-20.50	1.186	0.32	0.119

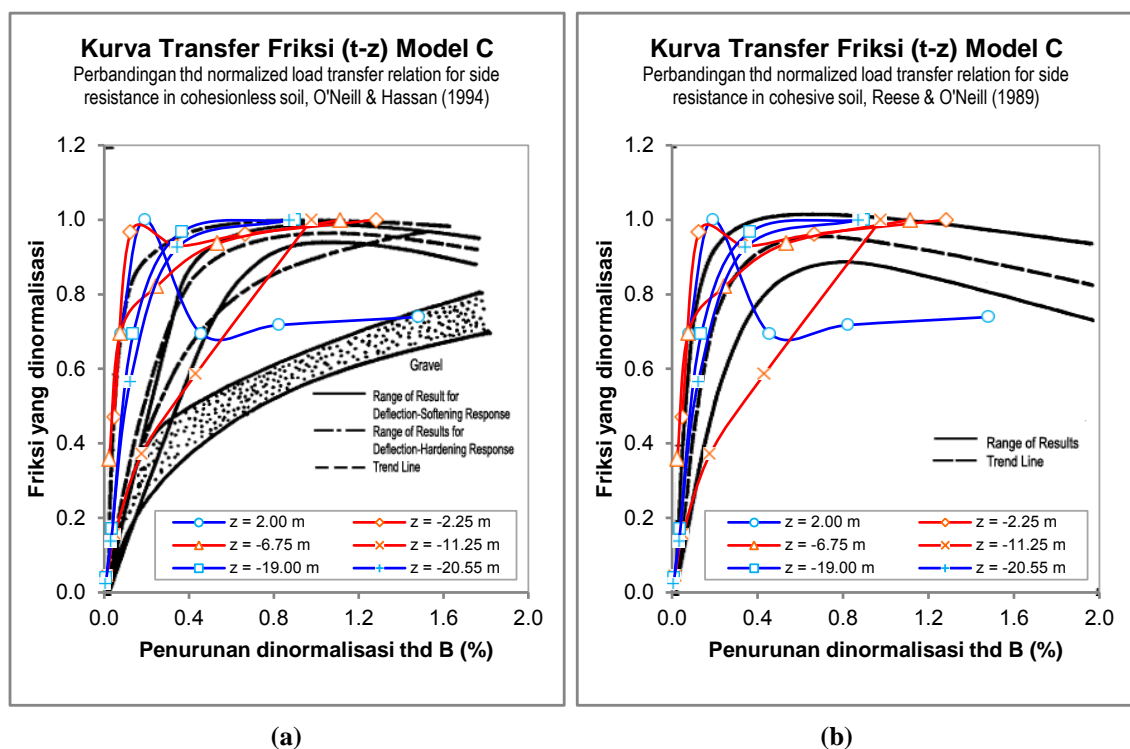
**Tabel 8.5d.** Normalisasi Kurva  $t-z$  Model C pada Beban 1100 ton

Elevasi (m)	$Z_{mid}$ (mm)	$w_z$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)	
4.00 - 0.00	0.00	2.00	8.232	0.72	0.823
0.00 - -4.50	-4.50	-2.25	6.672	0.96	0.667
-4.50 - -9.00	-9.00	-6.75	5.347	0.94	0.535
-9.00 - -13.50	-13.50	-11.25	4.317	0.59	0.432
-13.50 - -18.00	-18.00	-15.75	3.673	0.97	0.367
-18.00 - -20.00	-20.00	-19.00	3.445	0.93	0.345
-20.00 - -21.00	-21.00	-20.50	3.385	0.34	0.339

**Tabel 8.5e.** Normalisasi Kurva  $t$ - $z$  Model C pada Beban 1375 ton

Elevasi (m)	$z_{mid}$ (mm)	$w_z$ (mm)	$f / f_{max}$	$w_z/B$ (%)
4.00 - 0.00	2.00	14.816	0.74	1.482
0.00 - -4.50	-2.25	12.841	1.00	1.284
-4.50 - -9.00	-6.75	11.154	1.00	1.115
-9.00 - -13.50	-11.25	9.772	1.00	0.977
-13.50 - -18.00	-15.75	9.004	1.00	0.900
-18.00 - -20.00	-19.00	8.732	1.00	0.873
-20.00 - -21.00	-20.50	8.650	0.51	0.865

Hasil yang diperoleh dari tabel-tabel di atas diplot berdasarkan kedalamannya ( $z_{mid}$ ), seperti pada **Gambar 8.2a-b**. Satu kurva mewakili transfer beban ( $f / f_{max}$ ) yang terjadi di kedalaman  $z$  pada saat diaplikasikan beban di kepala tiang dengan nominal 275, 550, 825, 1100 dan 1375 ton.



**Gambar 8.2.** Perbandingan Kurva Transfer Beban-Friksi ( $t$ - $z$ ) Model C yang Dinormalisasi terhadap Kurva Transfer Beban pada Tanah: (a) Nonkohesif; (b) Kohesif

Hasil plot ternyata berada pada rentang hasil yang diberikan oleh literatur sesuai dengan jenis tanah yang dimaksud. Hal ini disebabkan data output yang digunakan adalah berdasarkan perhitungan yang secara eksak bisa diberikan oleh metode elemen hingga.



## 8.4.2 Tahanan Ujung

### 8.4.2.1 Tiang Uji (TP-01)

Sama seperti friksi, transfer beban yang sampai di ujung tiang juga akan dibandingkan dengan literatur. Tahanan ujung, yaitu besar beban yang dikerahkan tanah di ujung tiang untuk menahan beban nominal kepala tiang setelah direduksi friksi, dinormalisasi terhadap tahanan ujung maksimum yang dimiliki tanah. Estimasi tahanan ujung TP-01 maksimum berdasarkan parameter dalam **Tabel 4.3** yang diatur memiliki parameter kuat geser *undrained*, sehingga perhitungannya mengikuti analisis tegangan total. Estimasi dihitung berdasarkan persamaan (2.3); *undrained shear strength*,  $s_u = 400 \text{ kN/m}^2$  (**Tabel 4.3**);  $N_c = 9$ ; hasil yang dimaksud telah dihitung dalam **Tabel 4.4**, atau

$$Q_{p \text{ ult}} = N_c s_u A_p = 9 \times 400 \times 0,7857 = 2828,57 \text{ KN} \approx 288,43 \text{ ton}$$

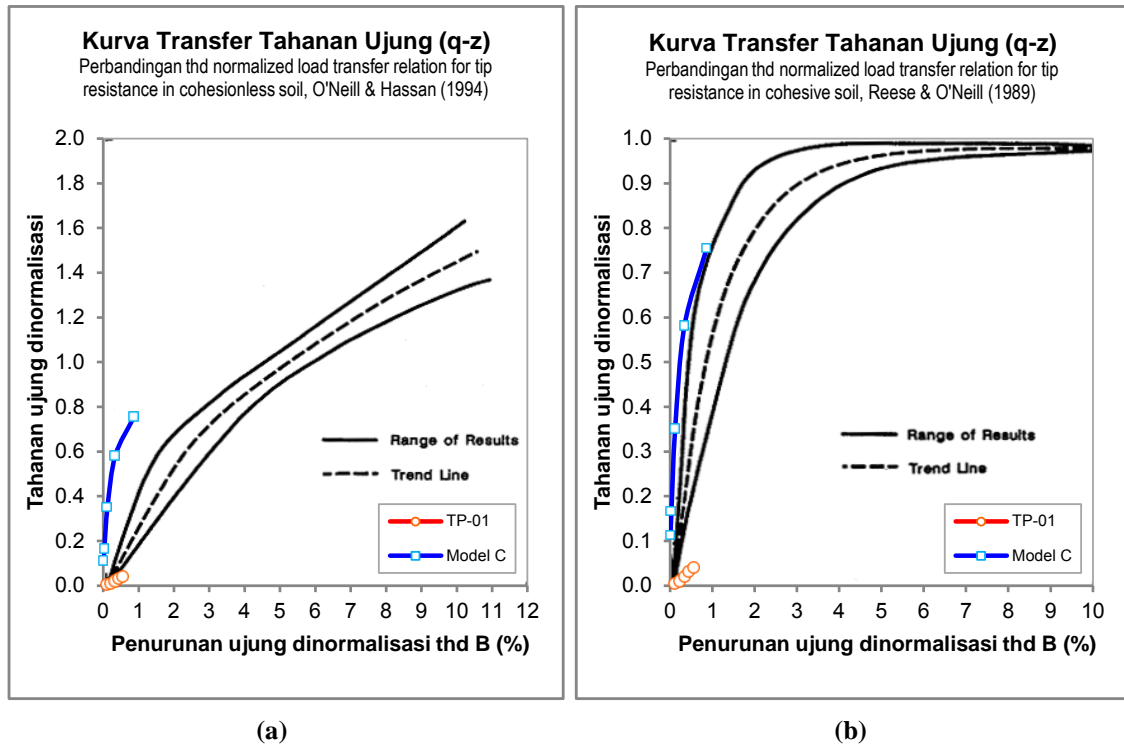
Hasil perhitungan normalisasi kurva transfer beban di ujung tiang diberikan dalam tabulasi **Tabel 8.6a** berikut ini sedangkan plot grafik perbandingan dengan literatur diberikan dalam **Gambar 8.3a-b**.

**Tabel 8.6a.** Normalisasi Kurva  $q$ - $z$  TP-01

Beban kepala (ton)	275 ton	550 ton	825 ton	1100 ton	1375 ton
Tiang	TP-01	TP-01	TP-01	TP-01	TP-01
Tahanan ujung, $Q_p$ (ton)	1.46	2.92	5.85	8.77	11.70
Tahanan ujung ultimit, $Q_{p \text{ ult}}$ (ton)	288.43	288.43	288.43	288.43	288.43
Peralihan ujung, $w_p$ (mm)	1.110	2.350	3.480	4.460	5.580
Tahanan ujung dinormalisasi, $Q_p / Q_{p \text{ ult}}$	0.0051	0.0101	0.0203	0.0304	0.0406
Peralihan ujung dinormalisasi, $w_p / B$ (%)	0.1110	0.2350	0.3480	0.4460	0.5580

Beban yang sampai ke ujung tiang sangat kecil, sehingga rasio transfer terhadap  $Q_{p\text{-ult}}$  kurang dari 0,1 demikian pula dengan penurunannya yang kurang dari 1% terhadap diameter nominal tiang. Hal ini menunjukkan untuk memobilisasi daya dukung tanah di ujung tiang membutuhkan *settlement* yang cukup besar. Berdasarkan perbandingan dengan literatur, sulit untuk memperkirakan perilaku transfer beban-tahanan ujung TP-01 akan mengikuti kurva  $q$ - $z$  literatur untuk tanah kohesif atau nonkohesif, karena plot grafik yang dihasilkan sangat pendek.

Pembagi yang besar akan menggeser kurva  $t-z$  ke arah kanan (horizontal) juga ke bawah (vertikal).



**Gambar 8.3.** Perbandingan Kurva Transfer Beban-Tahanan Ujung ( $q-z$ ) TP-01 dan Model C yang Dinormalisasi terhadap Kurva Transfer Beban pada Tanah: (a) Nonkohesif; (b) Kohesif

#### 8.4.2.2 Model C

Model C di-*setting* memiliki parameter kuat geser *drained*, sehingga estimasi tahanan ujung maksimum mengikuti analisis tegangan efektif. Estimasi dihitung berdasarkan persamaan (2.7); tegangan vertikal efektif tanah,  $\sigma'_{vo} = 220,35 \text{ kN/m}^2$  (Tabel 4.2) dan  $\varphi = 30^\circ$  (Tabel 5.1d); nilai  $N_q$  adalah yang diberikan dalam Tabel 2.2 untuk sudut geser  $\varphi = 30^\circ$ ,  $N_q = 10$ ; sehingga,

$$Q_{p \text{ ult}} = N_q \sigma'_v A_p = 10 \times 220,35 \times 0,7857 = 1731,29 \text{ KN} \approx 176,54 \text{ ton}$$

Hasil perhitungan normalisasi kurva transfer beban di ujung tiang diberikan dalam tabulasi Tabel 8.6b berikut ini sedangkan plot grafik perbandingan dengan literatur diberikan dalam Gambar 8.3a-b.

**Tabel 8.6b.** Normalisasi Kurva  $q$ - $z$  Model C

Beban kepala (ton)	275 ton	550 ton	825 ton	1100 ton	1375 ton
Tiang	Model C	Model C	Model C	Model C	Model C
Tahanan ujung, $Q_p$ (ton)	19.80	29.31	61.98	102.62	133.19
Tahanan ujung ultimit, $Q_p \text{ ult}$ (ton)	176.54	176.54	176.54	176.54	176.54
Peralihan ujung, $w_p$ (mm)	0.054	0.302	1.186	3.385	8.650
Tahanan ujung dinormalisasi, $Q_p / Q_p \text{ ult}$	0.1079	0.1597	0.3377	0.5591	0.7257
Peralihan ujung dinormalisasi, $w_p / B$ (%)	0.0054	0.0302	0.1186	0.3385	0.8650

Jika meninjau **Gambar 8.3**, perilaku transfer beban di ujung tiang mengikuti literatur untuk tanah kohesif. Hal tersebut konsisten dengan input yang diberikan pada *setting* material model PLAXIS V8 yang memperlakukan tanah tersebut (lempung dan lanau sangat kaku hingga keras) sebagai tanah kohesif. Penurunan yang terjadi pada tiang Model C juga relatif kecil, akan tetapi beban yang sampai ke ujung tiang cukup besar, yang secara kuantitas jauh lebih besar dibandingkan kondisi aktual.

### 8.5 REKOMENDASI DAYA DUKUNG TANAH

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, maka dalam subbab ini penulis merekomendasikan besaran daya dukung tanah. Lapisan tanah yang paling bawah, yaitu antara -18,00m s/d -21,00m sepertinya belum mengerahkan kekuatan maksimumnya. Karena beban yang sampai ke level ini kecil, hanya 0,53% hingga 0,85% dari beban kepala, sehingga tahanan yang dimobilisasi pun relatif rendah. Untuk tanah ini, friksi maksimumnya akan diestimasi berdasarkan nilai batas bawah (*lower bound*) untuk *drilled shaft* yang dimuat dalam dokumen FHWA-IF-99-025.

Pada subbab sebelumnya penulis menduga prediksi profil tanah di level ini kurang sesuai berdasarkan perbandingan terhadap kurva perilaku transfer beban literatur, namun dalam perhitungan daya dukung maksimum berikut ini, profil tersebut dianggap masih berlaku. Metode estimasi yang dimuat dalam dokumen FHWA-IF-99-025 (*Appendix B*: p.B-62), yaitu persamaan (B.71) menggunakan nilai tahanan konus ( $q_{ci}$ ) sedangkan data yang dimiliki hanya N-SPT dan *boring log* sehingga diperlukan konversi berdasarkan korelasi empiris. Sowers (1979) dalam Burt Look (2007) mengusulkan korelasi *undrained shear strength*,  $s_u = 4N$

(KN/m<sup>2</sup>) untuk lempung plastisitas tinggi dan  $s_u = 15N$  (KN/m<sup>2</sup>) untuk lempung plastisitas rendah. Korelasi empiris  $s_u = 4N$  untuk profil tanah lempung dengan konsistensi sangat kaku hingga keras di elevasi -18,00m s/d -21,00m diperkirakan mewakili kondisi aktual, sehingga  $s_u = 4(50) = 200$  KN/m<sup>2</sup>. Nilai tahanan konus ( $q_{ci}$ ) diestimasi berdasarkan hubungan berikut,

Parameter	Korelasi	Keterangan
Undrained strength ( $s_u$ – KN/m <sup>2</sup> ) dikoreksi terhadap tegangan overburden	$s_u = (q_{ci} - \sigma'_o)/N'_k$	Faktor konus ( $N'_k$ ) = 15 -19 15 – 16 untuk lempung terkonsolidasi normal 18 – 19 untuk lempung terkonsolidasi lebih

Sumber: Table 5.14 Clay parameters from cone penetration test (Burt Look, 2007, p.60)

Tegangan vertikal *overburden* efektif diperoleh dengan interpolasi nilai kolom (9) **Tabel 4.2** untuk kedalaman yang bersesuaian. Tinjauan pertama adalah untuk lapisan -18,00m s/d -20,00m; interpolasi  $\sigma'_o$  dilakukan untuk kedalaman -15,75m dan diperoleh  $\sigma'_o = 205,97$  KN/m<sup>2</sup>. Perhitungan  $q_{ci}$  dengan menggunakan faktor konus,  $N'_k = 15$  untuk lempung terkonsolidasi normal diperoleh estimasi tahanan konus sebesar  $q_{ci} = 6089,55$  KN/m<sup>2</sup> (684,49 ton/m<sup>2</sup>). Estimasi friksi maksimum dalam dokumen FHWA-IF-99-025, dengan persamaan (B.71) adalah sebagai berikut, untuk tanah kohesif berlaku,

$$f_{max\ i} = 0,0225q_{ci} \quad (q_{ci} \leq 37,8p_a)$$

$$f_{max\ i} = 0,85p_a \quad (q_{ci} > 37,8p_a)$$

$$\text{di mana } p_a = 101 \text{ KN/m}^2$$

Perhitungan batas diperoleh:  $37,8(101) = 3817,8$  KN/m<sup>2</sup>  $< q_{ci} = 6089,55$  KN/m<sup>2</sup>; perhitungan  $f_{max}$  menggunakan persamaan kedua,  $f_{max} = 0,85(101) = 85,85$  KN/m<sup>2</sup> (9,65 ton/m<sup>2</sup>). Estimasi untuk elevasi -20,00m s/d -21,00 dengan profil tanah yang sama dilakukan dengan prosedur yang sama pula dan diperoleh nilai  $f_{max}$  yang sama dengan lapisan -18,00m s/d -21,00m karena dari perhitungan batas, kondisi yang berlaku  $q_{ci} > 37,8p_a$ . Hasil rekomendasi friksi diberikan dalam **Tabel 8.7**.

**Tabel 8.7.** Rekomendasi Daya Dukung Tanah Maksimum

Elevasi (m)	Profil Tanah	N-SPT rerata	$f_{max}$ TP-01 (ton/m <sup>2</sup> )	
			$f_{max}$ Observasi	$f_{max}$ Rekomendasi
4.0 ~ 0.0	Lempung kelanauan kaku	10.7	12.21	9.45*
0.0 ~ -4.5	Pasir kelanauan kepadatan sedang	48.0	15.61	15.61
-4.5 ~ -9.0	Pasir kelanauan tersementasi	46.7	40.84	40.84
-9.0 ~ -13.5	Pasir kelanauan sangat padat hingga tersementasi	50.0	16.34	16.34
-13.5 ~ -18.0	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	50.0	15.82	15.82
-18.0 ~ -20.0	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	50.0	3.95**	9.65
-20.0 ~ -21.0	Lempung dan lanau sangat kaku hingga keras	50.0	--	9.65
-18.5	Tahanan ujung ultimit (ton)		--	288.43
-21.0	Tahanan ujung ultimit (ton)		11.70**	288.43

\* : nilai terbesar yang lebih kecil dari 12,21 ton/m<sup>2</sup> (menghindari degradasi kekuatan setelah  $f_{max}$  sebenarnya tercapai)

\*\* :  $f_{max}$  belum tercapai

Daya dukung ujung ultimit untuk elevasi -21,00m telah dihitung pada §§8.4.2(1) dan hasilnya dimasukkan pada baris-kolom yang bersesuaian. *Preliminary test* yang dilakukan adalah untuk membuat rekomendasi apakah tiang dapat diperpendek. Berdasarkan analisis hasil yang dilakukan, konsultan geoteknik proyek ini merekomendasikan pengurangan panjang tiang sebesar 2,50m. Panjang desain tiang awal adalah 25,00m dengan pengurangan tersebut maka elevasi ujung tiang terhadap koordinat vertikal adalah pada -18,50m. Untuk maksud ini, penulis mengestimasi tahanan ujung pada level tersebut. Estimasi dihitung berdasarkan persamaan (2.3);  $s_u = 400$  kN/m<sup>2</sup>;  $N_c = 9$ ; dan diameter tiang seragam sepanjang kedalaman; sama seperti hasil perhitungan di elevasi -21,00m, pada elevasi ini juga diperoleh hasil  $Q_{p\ uli} = 288,43$  ton.

## 8.6 KAPASITAS TIANG SETELAH REDUKSI PANJANG

Panjang struktural tiang bor berdiameter 1000mm ini awalnya didesain sepanjang 25m. Berdasarkan *preliminary test* yang dilakukan terhadap TP-01 (*fully instrumented*), konsultan geoteknik proyek ini merekomendasikan pengurangan panjang tiang struktural menjadi 22,5m atau direduksi 2,5m.

Perhitungan berikut ini akan membuktikan apakah dengan panjang yang telah dikurangi tersebut daya dukung tiang masih berada pada rentang aman yang diijinkan.

$$\begin{aligned}
 L &= 22,5 \text{ m (+4,50m s/d -18,00m)} \\
 B &= 1000 \text{ mm} \\
 Q_{ijin} &= 550 \text{ ton} \\
 SF &= 2,5
 \end{aligned}$$

**Tabel 8.8.** Perhitungan Kapasitas Ultimit Tiang TP-01 Setelah Reduksi Panjang

Elevasi (m)	N-SPT	$f_{max}$ (ton/m <sup>2</sup> )	Q-f segmen (ton)	SF
4.50 - 0.00	10.7	9.45	133.65	--
0.00 - -4.50	48.0	15.61	220.77	--
-4.50 - -9.00	46.7	40.84	577.59	--
-9.00 - -13.50	50.0	16.34	231.09	--
-13.50 - -18.00	50.0	15.82	223.74	--
Tahanan selimut total, Q-f (ton)			1386.85	2.52
Tahanan ujung ultimit, Q-p (ton)			288.43	0.52
Kapasitas ultimit tiang, Q-ult (ton)			1675.28	3.05

Perhitungan dalam **Tabel 8.8.** membuktikan pengurangan panjang tiang menghasilkan desain yang lebih efisien. Dari tahanan friksi selimut saja sudah cukup untuk menghasilkan angka keamanan yang baik sesuai dengan rencana.

## **BAB 9**

### **PENUTUP**

#### **9.1 KESIMPULAN**

Tujuan utama dalam tugas akhir ini adalah mempelajari bagaimana distribusi beban yang terjadi pada tiang bor yang dibuat dalam tanah dengan variasi lapisan. Tiang tersebut dipasang instrumen pengukur regangan dan deformasi mekanis untuk maksud tersebut. Tidak semua perilaku tiang diperoleh dari inspeksi output yang dihasilkan oleh instrumen, sehingga dilakukan analisis numerik elemen hingga dengan perangkat lunak (PLAXIS V8) dengan harapan tercapainya pendekatan yang cukup mewakili kondisi aktual.

Sebagai pembandingan, dibuat sedikitnya empat model PLAXIS dengan variasi parameter yang diatur sedemikian rupa untuk mendekati perilaku tiang uji. Model A dan C mengaplikasikan karakteristik Linear-Elastic untuk material beton bertulang (tiang), sedangkan untuk Model B dan D dicoba model Hardening Soil untuk material yang sama dengan maksud memberikan perilaku tegangan-regangan yang nonlinier. Secara umum, tanah keempat model dimodelkan dengan Hardening Soil akan tetapi sebagai pembeda, parameter kuat geser *undrained* diberikan untuk Model A dan B, sedangkan Model C dan D dengan parameter kuat geser *drained*.

Dari analisis dengan perangkat lunak tersebut diperoleh hasil-hasil yang mendekati kondisi *real*, akan tetapi tidak ada satu pun di antara keempat model yang benar-benar mengikuti perilaku tiang aktual sepenuhnya, hanya aproksimasi kecenderungan perilaku dan nilai eksak dari beberapa titik tinjau yang mendekati hasil instrumentasi. Namun, hal tersebut sudah cukup baik untuk menganalisis perilaku tiang. Matriks berikut ini memberikan resume perbandingan output kondisi *real* dengan model PLAXIS V8.

Tabel 9.1. Matriks Perbandingan Hasil

Tinjauan		TP-01		Model A		Model B		Model C		Model D						
① $Q_{ult}$ hasil interpretasi uji beban		<b>Qult (ton)</b>	<b>SF</b>	<b>Qult (ton)</b>	<b>SF</b>	<b>Qult (ton)</b>	<b>SF</b>	<b>Qult (ton)</b>	<b>SF</b>	<b>Qult (ton)</b>	<b>SF</b>					
@ kepala tiang	Davisson	1785	3.25	2248	4.09	1647	2.99	1710	3.11	1567	2.85					
	Mazurkiewicz	1827	3.32	2320	4.22	1660	3.02	1742	3.17	1586	2.88					
	Chin	1974	3.59	2532	4.60	1526	2.77	1850	3.36	1478	2.69					
@ COL	Davisson	1847	3.36	2338	4.25	1794	3.26	1869	3.40	1669	3.03					
	Mazurkiewicz	1830	3.33	2438	4.43	1809	3.29	1796	3.27	1664	3.03					
	Chin	2222	4.04	2634	4.79	1714	3.12	1934	3.52	1543	2.81					
② Pemendekan tiang (mm)		<b>Kepala-COL</b>	<b>COL-ujung</b>	<b>Kepala-COL</b>	<b>COL-ujung</b>	<b>Kepala-COL</b>	<b>COL-ujung</b>	<b>Kepala-COL</b>	<b>COL-ujung</b>	<b>Kepala-COL</b>	<b>COL-ujung</b>					
beban puncak siklus ke-	C1 (275 ton)	-0.0025*	0.3500	0.5191	1.0759	0.3657	0.8026	0.5664	0.9080	0.3931	0.6607					
	C2 (550 ton)	0.0025	1.1700	1.0400	2.1678	0.7428	1.6069	1.1516	1.9850	0.7866	1.4576					
	C3 (825 ton)	0.1000	2.3200	1.5585	3.3014	1.3748	2.5559	1.6962	3.9729	1.1796	2.7864					
	C4 (1100 ton)	0.1075	4.1400	2.0790	4.4728	2.3710	3.8258	2.2570	5.6335	1.6767	3.9095					
	C5 (1375 ton)	0.9150	6.3000	2.6434	5.9004	4.7006	6.2521	2.8678	7.0871	3.2835	5.3948					
③ Regangan tiang dalam microstrain ( $\mu\epsilon$ )		<b>+4,0m</b>	<b>-4,5m</b>	<b>-20,0m</b>	<b>+4,0m</b>	<b>-4,5m</b>	<b>-20,0m</b>	<b>+4,0m</b>	<b>-4,5m</b>	<b>-20,0m</b>	<b>+4,0m</b>	<b>-4,5m</b>	<b>-20,0m</b>			
Loading beban puncak siklus	C1 (275 ton)	-90.5	-52.5	-0.5	-77.6	-54.6	-10.0	-55.6	-40.8	-7.6	-89.4	-53.1	-6.8	-62.7	-40.6	-5.1
	C2 (550 ton)	-181.0	-110.5	-1.0	-154.9	-113.0	-16.3	-111.0	-83.5	-12.4	-180.7	-120.4	-10.1	-126.2	-87.6	-7.6
	C3 (825 ton)	-292.0	-190.5	-2.0	-231.1	-175.6	-23.0	-193.0	-130.4	-17.4	-275.9	-226.9	-21.3	-192.4	-157.7	-15.6
	C4 (1100 ton)	-429.0	-282.0	-3.0	-307.5	-241.0	-30.4	-312.8	-202.9	-22.5	-367.5	-316.8	-35.2	-255.8	-219.5	-24.3
	C5 (1375 ton)	-544.5	-365.5	-4.0	-398.4	-322.1	-40.0	-577.3	-343.4	-29.2	-458.1	-405.7	-45.7	-460.2	-283.4	-32.0
Unloading beban siklus ke-	C1 (0 ton)	-4.5	-8.0	0.0	0.6	-3.5	-4.0	0.5	-1.8	-2.7	-3.3	-7.1	-4.8	-2.0	-3.8	-3.4
	C2 (0 ton)	-4.5	-15.5	0.0	1.4	-10.9	-4.4	1.2	-5.7	-2.7	-5.5	-25.0	-6.0	-3.1	-13.8	-4.2
	C3 (0 ton)	-7.5	-30.0	0.0	3.4	-22.3	-5.2	-24.7	-13.8	-2.8	-5.9	-54.0	-14.2	-3.7	-32.4	-9.8
	C4 (0 ton)	-22.0	-35.5	-1.0	4.9	-36.2	-6.6	-88.6	-46.9	-3.0	-4.6	-59.2	-24.4	-2.6	-40.5	-15.9
	C5 (0 ton)	-21.0	-22.5	-1.0	-8.2	-63.4	-10.1	-297.1	-147.6	-4.8	-2.5	-59.3	-29.0	-142.3	-39.4	-18.8

\*diduga terjadi kesalahan saat pembacaan dial gages mekanis



Tabel 9.1. Matriks Perbandingan Hasil (sambungan)

Tinjauan		TP-01			Model A			Model B			Model C			Model D		
④ Tegangan tiang dalam KN/m <sup>2</sup> (KPa)		+4,0m	-4,5m	-20,0m	+4,0m	-4,5m	-20,0m	+4,0m	-4,5m	-20,0m	+4,0m	-4,5m	-20,0m	+4,0m	-4,5m	-20,0m
Loading beban puncak siklus	C1 (275 ton)	-3303	-1916	-18	-2930	-2184	-743	-3019	-2332	-776	-3364	-2072	-566	-3399	-2377	-585
	C2 (550 ton)	-6607	-4033	-37	-5755	-4327	-970	-5933	-4589	-1028	-6715	-4576	-686	-6743	-4877	-719
	C3 (825 ton)	-10658	-6953	-73	-8541	-6635	-1213	-8730	-6922	-1286	-10206	-8518	-1103	-10221	-8515	-1137
	C4 (1100 ton)	-15659	-10293	-110	-11331	-9056	-1480	-11380	-9212	-1548	-13520	-11813	-1624	-13560	-11768	-1602
	C5 (1375 ton)	-19874	-13341	-146	-14651	-12059	-1823	-14695	-12194	-1896	-16810	-15067	-2001	-16902	-15116	-1991
Un-loading beban siklus ke-	C1 (0 ton)	-164	-292	0	-74	-306	-527	-70	-274	-522	-201	-508	-493	-187	-343	-497
	C2 (0 ton)	-164	-164	-566	0	-43	-579	-539	-33	-480	-521	-251	-1255	-537	-229	-815
	C3 (0 ton)	-274	-1095	0	29	-1012	-568	125	-762	-528	-255	-2190	-843	-258	-1751	-837
	C4 (0 ton)	-803	-1296	-37	84	-1543	-620	414	-977	-537	-191	-2267	-1228	-208	-2176	-1166
	C5 (0 ton)	-767	-821	-37	-394	-2565	-743	47	-1837	-628	-162	-2232	-1392	-154	-2132	-1292
⑤ Plot distribusi beban terhadap kedalaman		Beban puncak disetiap siklus (sb.x: beban [ton] sb.y: elevasi [m])														
Loading beban puncak siklus	Berdasarkan perhitungan regangan tiang															

Tabel 9.1. Matriks Perbandingan Hasil (sambungan)

Tinjauan		TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
(sambungan)	Berdasarkan perhitungan tegangan tiang	X				
Beban nol disetiap siklus (sb.x: beban [ton] sb.y: elevasi [m])						
Unloading beban nol siklus	Berdasarkan perhitungan regangan tiang					

**Tabel 9.1.** Matriks Perbandingan Hasil (sambungan)

Tinjauan		TP-01	Model A	Model B	Model C	Model D
(sambungan)	Berdasarkan perhitungan tegangan tiang	X				

Kilasannya ringkas hasil-hasil yang telah dipaparkan dalam bab enam hingga bab tujuh diberikan dalam **Tabel 9.1**. Dari keempat model PLAXIS yang di-*run* dilakukan inspeksi output dan perbandingan dengan hasil instrumentasi dan data output yang ditabulasikan dalam **Tabel 9.1** memperlihatkan dari lima aspek yang ditinjau Model C adalah model yang memiliki kecenderungan perilaku yang paling dekat dengan TP-01 dibandingkan dengan Model A, B dan D. Tiang yang dibuat dalam tanah dengan variasi layer kohesif dan nonkohesif di proyek ini didekati dengan model material beton Linear-Elastic dan *setting material* tanah dengan parameter kuat geser *drained* di mana untuk tanah kohesif  $c \neq 0$  dan  $\phi \neq 0$ ; dan untuk tanah non-kohesif  $c = 0$  dan  $\phi \neq 0$ .

Beberapa hal yang menjadi kesimpulan dari studi yang dilakukan dan dipresentasikan dalam tugas akhir yang membahas tentang determinasi distribusi beban tiang bor yang diinstrumentasi, berdasarkan hasil studi ini adalah:

- 1) Analisis numerik dengan elemen hingga dapat memberikan hasil eksak yang representatif, akan tetapi sangat bergantung pada input yang dimasukkan.
- 2) Karakteristik material beton Linear-Elastic lebih representatif dibanding Hardening-Soil pada permodelan dengan PLAXIS V8. Hasil yang diberikan LE lebih konsisten antara tegangan dan regangan.
- 3) Pengaturan input material untuk mengestimasi *interface* adalah sulit, di mana setting *interface* akan mempengaruhi perilaku friksi selimut tiang.
- 4) Kekakuan tiang aktual tidak linier terhadap kedalaman seperti yang dimodelkan dengan PLAXIS V8, dimana dipengaruhi oleh konfigurasi tulangan (lih. **Gambar A.2**; *Lampiran A*), kualitas beton yang nonhomogen dan banyak faktor lainnya.
- 5) Perilaku *load-settlement* tiang bor di kepala tiang tidak mewakili penurunan sebenarnya yang terjadi di ujung tiang karena tiang juga mengalami deformasi aksial, yaitu pemendekan akibat beban tekan.
- 6) Distribusi pemendekan tiang adalah nonlinear terhadap kedalaman, di mana akan dipengaruhi oleh kekakuan tiang-tanah dan kesempatan terjadinya slip pada *interface* tiang-tanah.

- 7) Kekakuan sistem tiang-tanah pada kondisi aktual jauh lebih rumit dan banyak faktor yang mempengaruhinya. Salah satu indikator yang terlihat adalah saat melakukan perhitungan distribusi beban dengan  $E$  beton bertulang yang konstan diperoleh besaran beban di segmen atas yang lebih besar dari pada nominal beban yang diberikan dikepala tiang.
- 8) Determinasi distribusi beban pada model PLAXIS berdasarkan perhitungan data regangan dan data tegangan memberikan hasil yang berbeda.
- 9) Plot distribusi beban simulasi model PLAXIS yang menggunakan parameter kuat geser tanah *undrained* terhadap kedalaman relatif linier sedangkan simulasi model PLAXIS yang menggunakan parameter kuat geser tanah *drained* cenderung mengikuti hasil aktual.
- 10) Beban residu yang ditinggalkan oleh simulasi model PLAXIS yang menggunakan parameter kuat geser tanah *drained* jauh lebih besar dari pada kondisi aktual.
- 11) Beban residu yang ditinggalkan setelah beban maksimum dilepas dipengaruhi oleh kesempatan tiang untuk kembali ke kondisi semula. Jika perilaku friksi antara *loading* dan *unloading* sama dan tidak ada degradasi kekuatan pada tanah, maka upaya tiang untuk kembali akan ditahan oleh friksi yang ditransfer pada selimut tiang yang diberikan tanah.
- 12) Tanah memerlukan waktu untuk kembali pulih setelah mengalami regangan elastis saat menerima beban.
- 13) Tanah yang telah mencapai friksi maksimumnya cenderung akan mengalami degradasi kekuatan.
- 14) Tanah dengan kondisi air teralirkan (input parameter kuat geser *drained*) menghasilkan output analisis PLAXIS V8 yang lebih representatif terhadap kondisi aktual, mengindikasikan adanya pengaliran air pori selama uji beban vertikal statik berlangsung.
- 15) Berdasarkan output PLAXIS V8, terindikasi bahwa tanah kohesif tidak benar-benar homogen melainkan mengandung sisipan tanah berbutir kasar yang memungkinkan terjadinya pengaliran air pori yang relatif lebih cepat dibandingkan kecepatan yang mampu dicapai tanah berbutir halus.

- 16) Butuh *settlement* yang sangat besar agar tanah di ujung tiang mencapai tahanan ujung ultimitnya.
- 17) Tiang aktual TP-01 merupakan tiang dengan daya dukung friksi dan dari perhitungan kapasitas tiang setelah panjang tiang direduksi terbukti bahwa pemotongan tersebut layak dilakukan dan dari tahanan friksi saja sudah cukup untuk mendapatkan angka keamanan 2,5.

## 9.2 SARAN

Penentuan besaran modulus elastisitas tiang ( $E_{comb}$ ) yang digunakan dalam determinasi distribusi beban dari hasil instrumentasi VWSG menjadi suatu hal yang krusial. Nilai konstan yang digunakan dalam tugas akhir ini merupakan suatu penyederhanaan, Fellenius yang mengusulkan metode menentukan modulus elastisitas untuk determinasi distribusi beban langsung dari pengukuran regangan tiang juga mengungkapkan tingkat kesalahan yang diperoleh akan mencapai 10 hingga 20%. Berdasarkan perhitungan balik tegangan-regangan VWSG pada elevasi +4,00m, diperoleh modulus elastisitas yang bervariasi. Rentang nilai modulus elastisitas tiang antara 31 GPa hingga 40 GPa akan memberikan hasil yang baik dengan pertimbangan hati-hati dalam penentuan nilai yang dipakai.

## DAFTAR REFERENSI

- Bowles, Joseph E. 1996. *Foundation Analysis and Design* (5<sup>th</sup> ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- \_\_\_\_\_. 1984. *Physical and Geotechnical Properties of Soils* (2<sup>nd</sup> ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Brinkgreve, R.B.J. 2002. *PLAXIS 2D – Version 8*. Balkema.
- Cook, Robert D. 1995. *Finite Element Modeling for Stress Analysis*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Das, Braja M. 1998. *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis) Jilid 2*. Terj. Noor E. Mochtar. Jakarta: Erlangga.
- Dunnicliff, John dan Green, Gordon E. 1988. *Geotechnical Instrumentation for Monitoring Field Performance*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Fellenius, Bengt. H. 2009. *Basics of Foundation Design (Electronic Edition)*. Diakses 02 Oktober 2009, 8:36:02 AM, dari [www.fellenius.net](http://www.fellenius.net)
- \_\_\_\_\_. “Determining the True Distributions of Load in Instrumented Piles”. ASCE International Deep Foundation Congress: ‘Down to Earth Technology’. Orlando, Florida. 14-16 Februari 2002. Diakses 02 Oktober 2009, 8:40:53 AM, dari [www.fellenius.net](http://www.fellenius.net)
- \_\_\_\_\_. “From Strain Measurements to Load in an Instrumented Pile”. Geotechnical News Magazine, Vol. 19, No. 1, pp 35 – 38. Diakses 02 Oktober 2009, 8:45:20 AM, dari [www.fellenius.net](http://www.fellenius.net)
- \_\_\_\_\_, W. G. Brusey, dan F. Pepe. “Soil set-up, variable concrete modulus, and residual load for tapered instrumented piles in sand”. ASCE, Specialty Conference on Performance Confirmation of Constructed Geotechnical Facilities, University of Massachusetts, Amherst, 9 – 12 April, 2000, Diakses 12 Desember 2009, 11:09:33, dari [www.fellenius.net](http://www.fellenius.net)
- \_\_\_\_\_, D. Harris dan D. G. Anderson. “Static loading test on a 45 m long pipe pile in Sandpoint, Idaho”. Canadian Geotechnical Journal, Vol.41, No. 4, pp. 613 – 628. Diakses 02 Oktober 2009, 11:41:46 AM, dari [www.fellenius.net](http://www.fellenius.net)

\_\_\_\_\_. "Tangent modulus of piles determined from strain data". The American Society of Civil Engineers, ASCE, Geotechnical Engineering Division, 1989 Foundation Congress, F. H. Kulhawy, Editor, Vol.1, pp.500-510. Diakses 12 Desember 2009, 11:33:41 AM dari [www.fellenius.net](http://www.fellenius.net)

Fleming, Ken. dkk. 2009. *Piling Engineering* (3<sup>rd</sup> ed). New York: Taylor & Francis e-Library.

Hunton, David. V. 2004. *Fundamentals of Finite Element Analysis* (1<sup>st</sup> ed). New York: McGraw-Hill Companies, Inc.

Kyfor, Zenon G., dkk. 1992. *Static Testing of Deep Foundations* (FHWA-SA-91-042). US. Departement of Transportation, Federal Highway Administration.

Look, Burt. 2007. *Handbook of Geotechnical Investigation and Design Tables*. London: Taylor & Francis e-Library.

Mosher, Reed L., dan Dawkins, William P. 2000. *Theoretical Manual for Pile Foundations*. Washington: U.S. Army Corps of Engineers.

Murthy, V.N.S. 1995. *Geotechnical Engineering: Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*. New York: Marcell Dekker, Inc.

O'Neill, Michael W., dan Reese, Lymon C. 1999. *Drilled Shaft: Construction Procedures and Design Methods* (FHWA-IF-99-025). US. Departement of Transportation, Federal Highway Administration.

Poulos, H. G and Davis, E. H. 1980. *Pile Foundation Analysis and Design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Prakash, Shamsher. 1995. *Pile Foundation in Engineering Practices*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

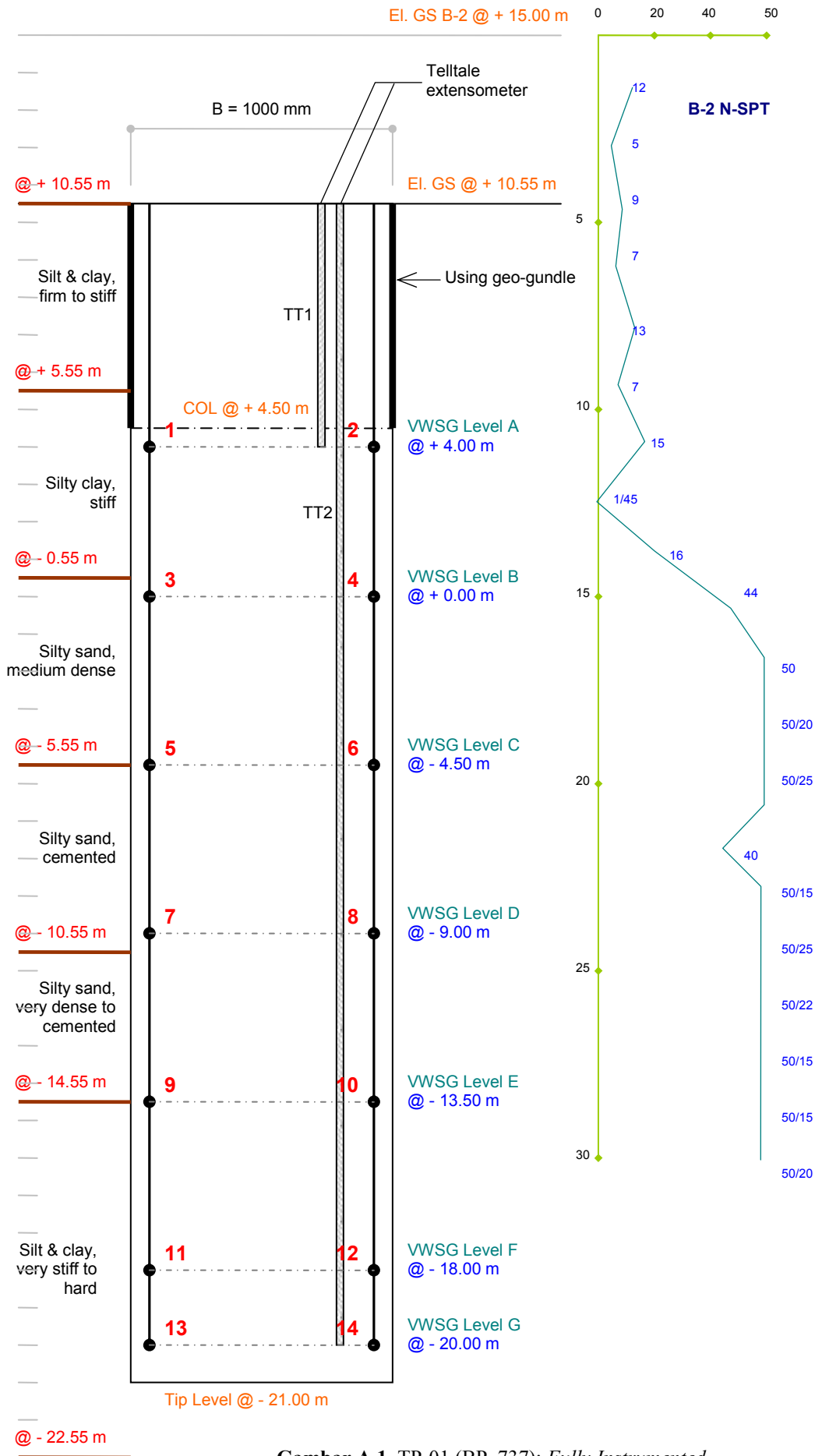
Terzaghi, Karl., Peck, Ralph B., dan Mesri, Gholamreza. 1996. *Soil Mechanics in Engineering Practice* (3<sup>rd</sup> ed). New York: John Wiley & Sons, Inc.

Tim Dosen Geoteknik DTS-FTUI. Bahan Kuliah Rekayasa Pondasi 2008.



# LAMPIRAN A

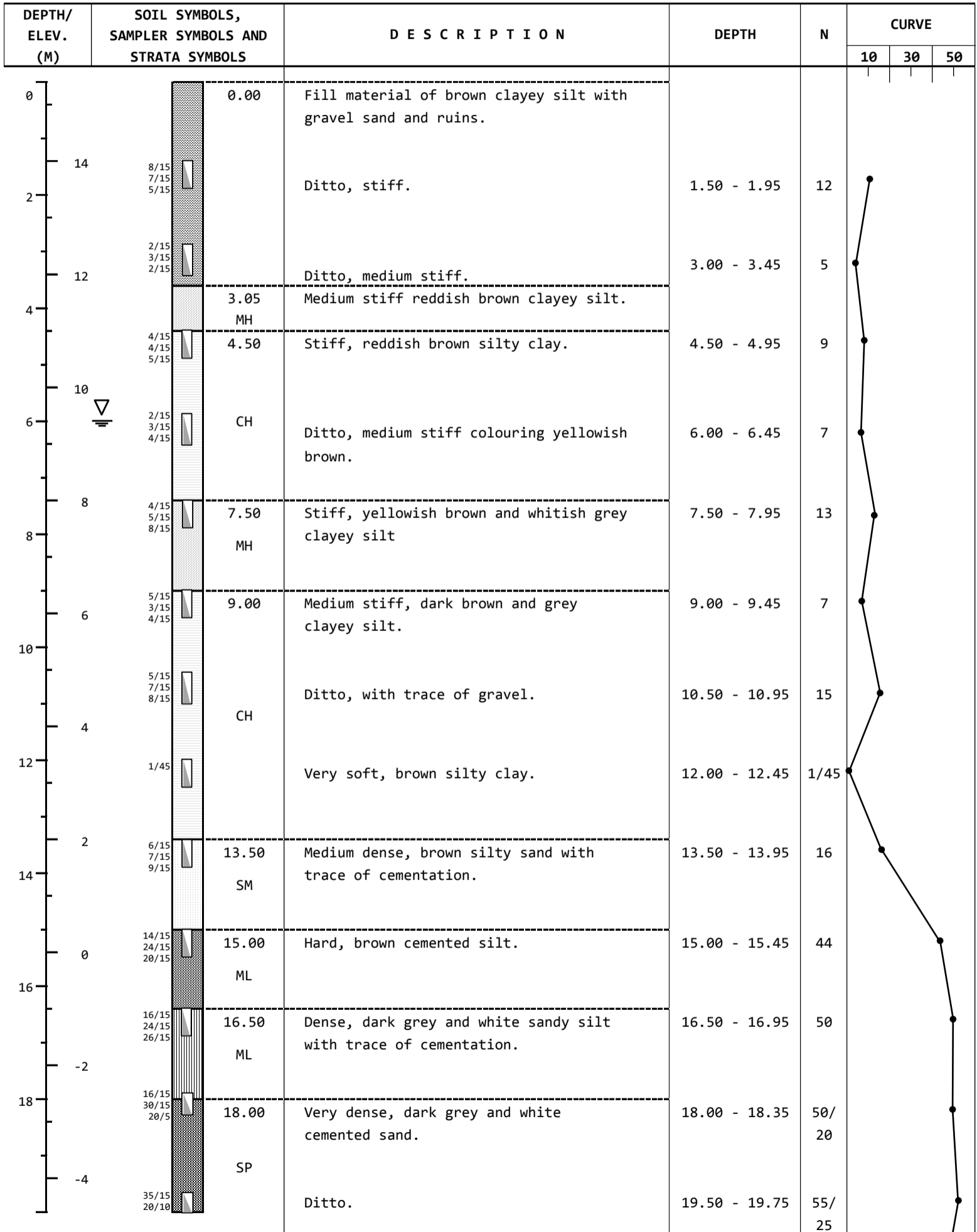
Gambar-gambar



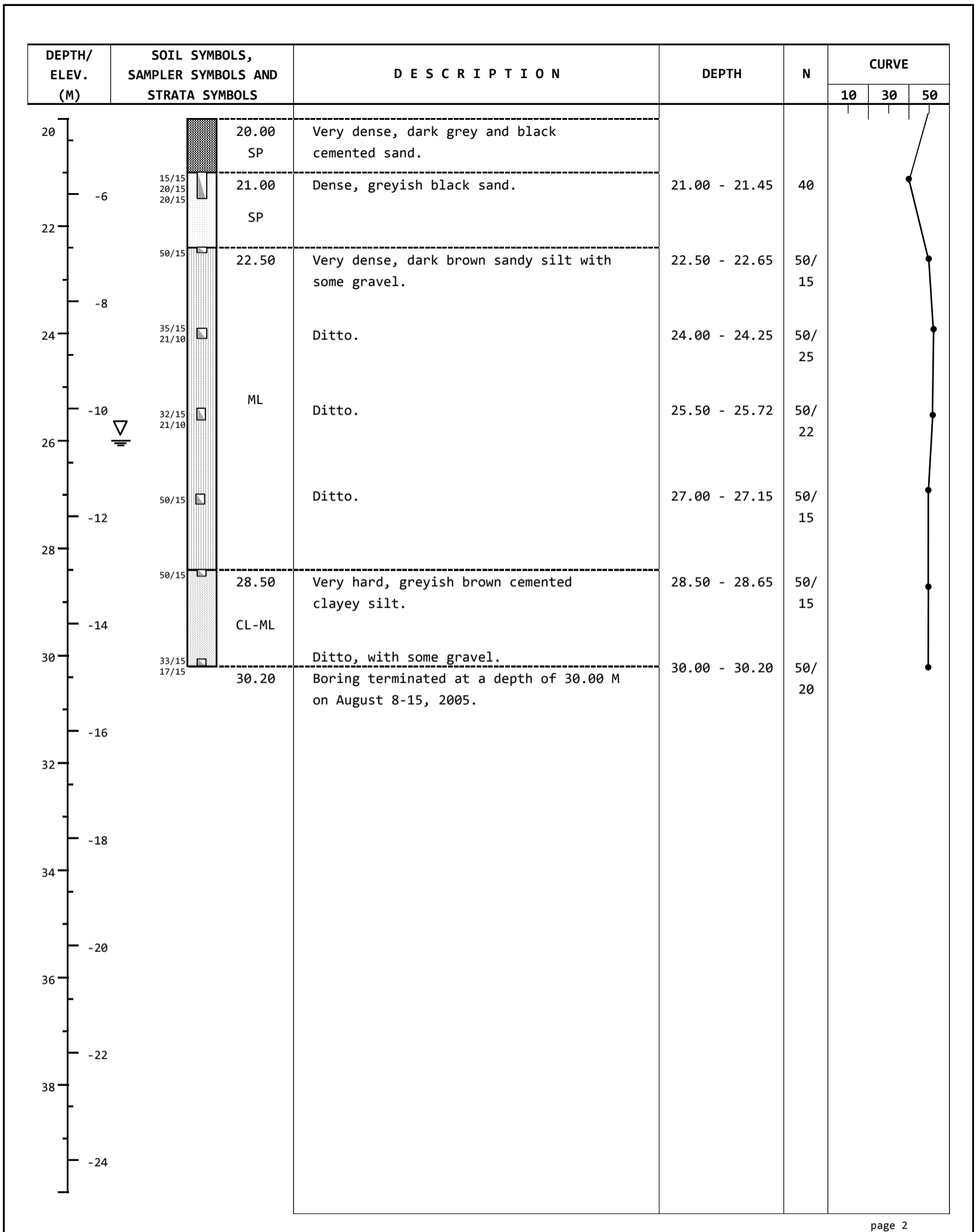
Gambar A.1. TP-01 (BP. 737); Fully Instrumented

## BORING PROFILE

**PROJECT :** COORDINATE :  
**LOCATION/SECTION :** JAKARTA N = 44545.978  
**BORING No. :** B2 E = 50255.785  
**ELEVATION :** 15.305 M  
**GROUND WATER LEVEL :** 6.00 M BELOW GROUND SURFACE



Gambar A.2 Boring Profile B-2



Gambar A.2 Boring Profile B-2 (sambungan)



## Technical Data

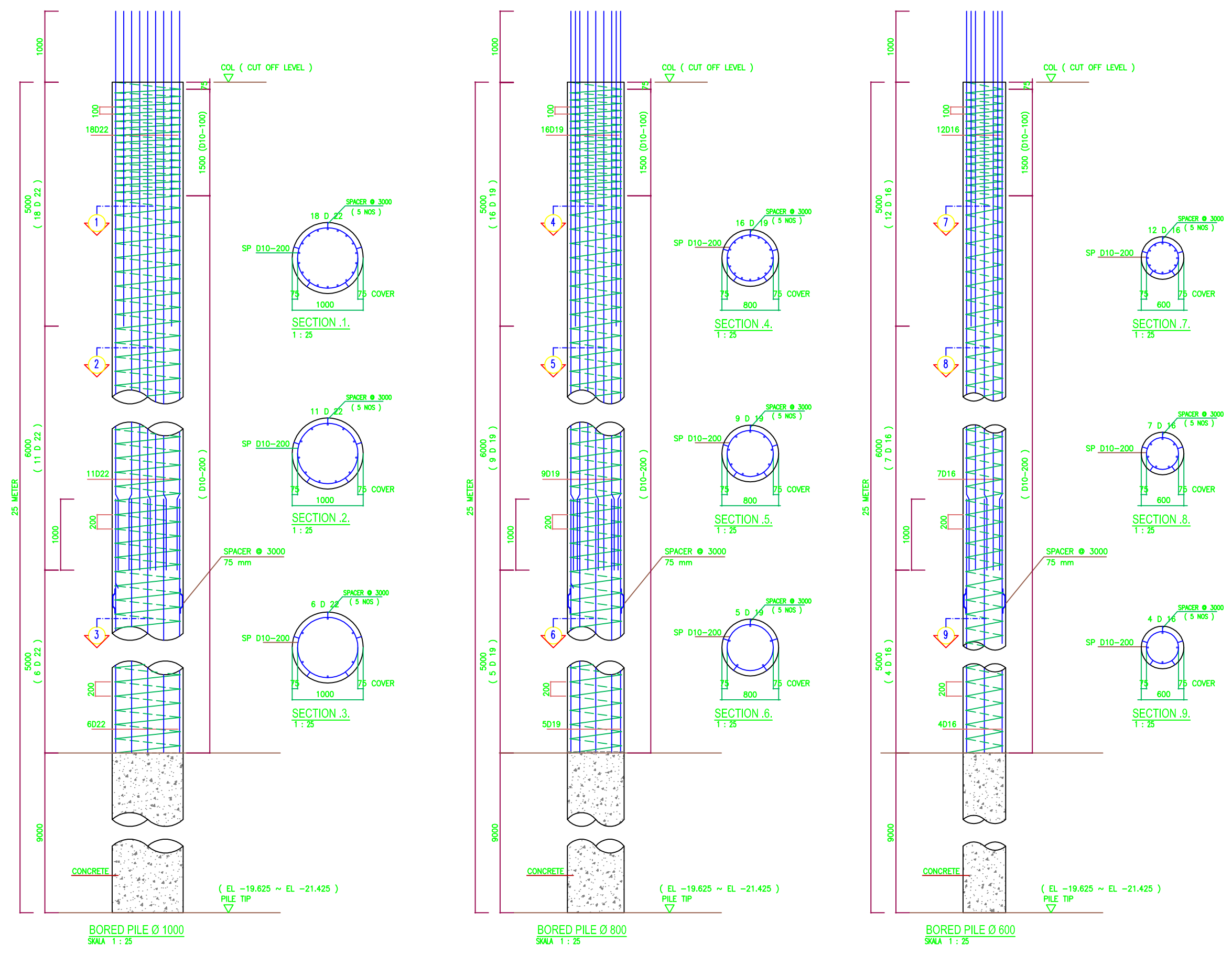
**GSE™ HDS**  
HDPE Geomembrane

GSE manufactures high density polyethylene (HDPE) geomembranes using high quality resins that have become the standard in the lining industry. **GSE HDS** contains approximately 97.5% polymer and 2.5% carbon black, anti-oxidants and heat stabilizers. **GSE HDS** is designed for exposed conditions and has excellent resistance to chemicals and UV radiation. **GSE HDS** contains no additives or fillers which can leach out and cause embrittlement over time. All GSE sheet is manufactured to exacting standards and fulfill or exceed manufacturing Quality control and Quality Assurance guidelines.

PROPERTY	TEST METHOD	NOMINAL VALUES							
Thickness (mm)	ASTM D 5199	0.30	0.50	0.75	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00
Density (gr/cc)	ASTM D 1505	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
Tensile Properties Either Direction	ASTM D 638								
Yield Strength (N/mm-width)	TYPE IV. 2 ipm	7	10	14	19	29	38	48	57
Break Strength (N/mm-width)		11	18	26	35	53	70	86	105
Yield Elongation (%)	GL. 1.3 in.(33 mm.)	17	17	17	17	17	17	17	17
Break Elongation (%)	GL. 2.0 in.(51 mm.)	800	800	800	800	800	800	800	800
Tear Resistance (N)	ASTM D 1004	45	75	113	150	225	300	375	450
Puncture Resistance (N)	ASTM D 4833	144	240	360	480	680	840	950	1200
Melt Index (g/10min)	ASTM D 1238 (Cond. E)	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0	≤1.0
Carbon Dispersion	ASTM D 5596	CAT1or2	CAT1or2	CAT1or2	CAT1or2	CAT1or2	CAT1or2	CAT1or2	CAT1or2
Oxidative Induction Time (min.)	ASTM D 3895	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100	>100
Low Temperature Brittleness (°C)	ASTM D 746	< -77	< -77	< -77	< -77	< -77	< -77	< -77	< -77
Dimensional Stability (%)	ASTM D 1204, 100C, 1hr	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2	±2
<b>FORM OF SUPPLY</b>									
Width (m)		7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
Roll Length-approximate (m)		200	420	290	210	140	105	85	70
Area (m <sup>2</sup> )		1400	2940	2030	1470	980	735	595	490
Roll Weight (kg)		407	1426	1482	1426	1431	1426	1443	1426
40' Container (rolls)		50	14	14	14	14	14	14	14

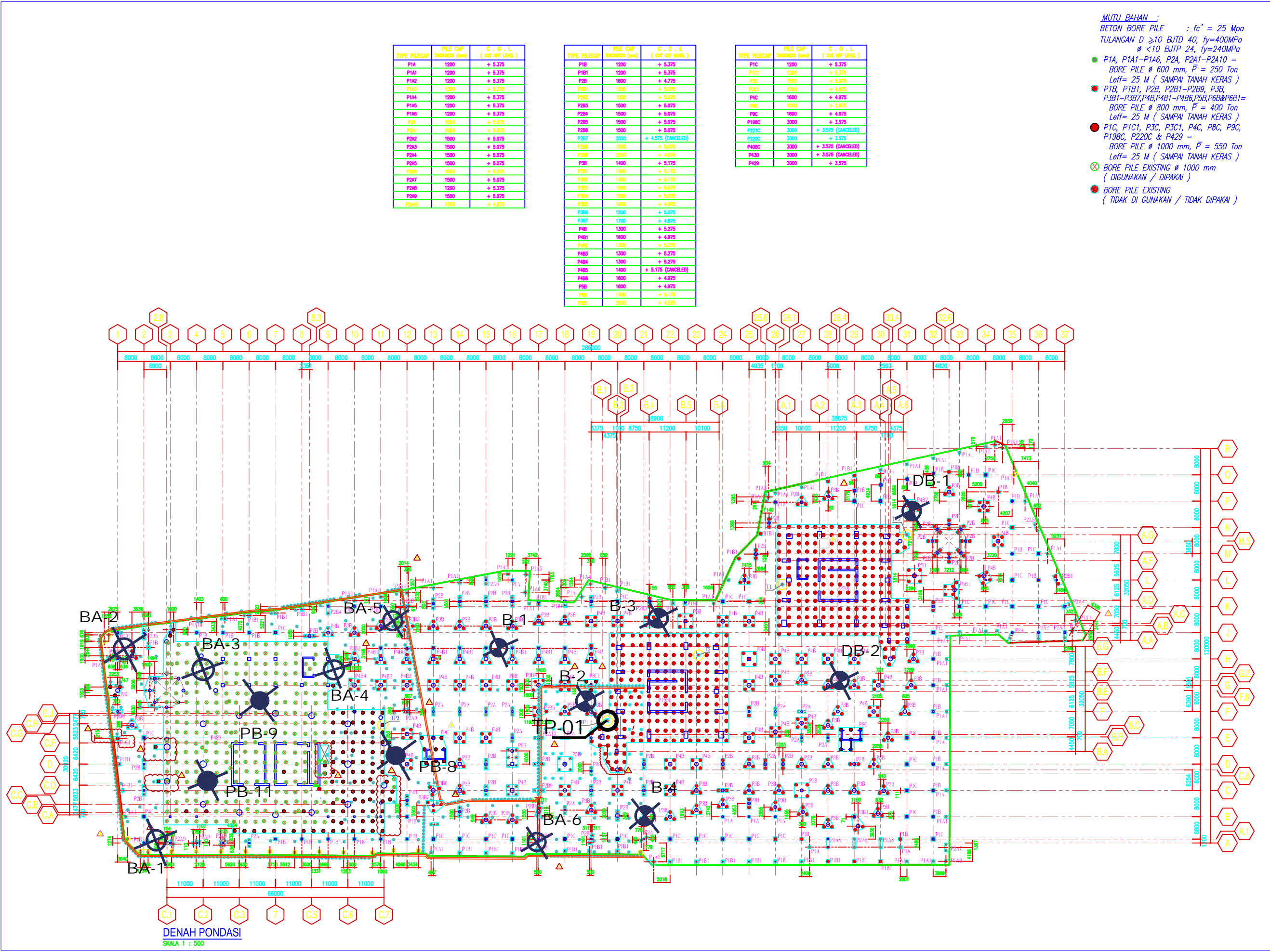
*This information is provided for reference purposes only and is not intended as a warranty or guarantee. GSE assumes no liability in connections with the use of this information.*

**Gambar A.3.** Data Teknis Geogundle



KEY PLAN	DENAH KUNCI
NOTES	CATATAN
APPROVAL	PERSETUJUAN
PROJECT	PROJEK
<b>KUNINGAN CITY</b>	
CLIENT	PEMBERI TUGAS
PT. ARAH SEJAHTERA ABADI Gedung Trans. 8th Floor, 8th St - 05 Jl. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Telp. : (021) 5752702 Fax. : (021) 5704451 Email : arah@sejahteraabadi.com	
QUANTITY SURVEYORS	PEKERJA SURVEYAN
PT. WILDE and WOOLLARD INDONESIA Gedung Trans. 8th Floor, 8th St - 05 Jl. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Telp. : (021) 5752702 Fax. : (021) 5704451 Email : wilde@woollard.com	
DESIGN ARCHITECT	DESAIN ARSITEKTUR
DP ARCHITECTS PTE LTD 8 Raffles Boulevard #04-102 Gateway Square, Singapore 038884 Tel. +65 4337 3969 Fax. +65 4337 3959 Website : www.dp.com.sg	
ARCHITECTURAL	ARSITEKTUR
DEL ARCHITECTS Wilms Metropolitan # 12th floor J. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Tel. (021) 5752702 Fax. (021) 5704451 e-mail : del@del-architects.com	
STRUCTURE	STRUKTUR
PT. PERKASA CARISTA ESTETIKA CONSULTING ENGINEERS Gedung Trans. 8th Floor, 8th St - 05 Jl. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Telp. : (021) 5752702 Fax. : (021) 5704451 Email : perkasacarista@perkasacarista.com	
M/E/P ENGINEERS	MEKANIKA & ELEKTRIKAL
PT. Gradian Mitrakarsa CONSULTING ENGINEERS Gedung Trans. 8th Floor, 8th St - 05 Jl. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Telp. : (021) 5752702 Fax. : (021) 5704451 Email : gradian@gradianmitrakarsa.com	
FOUNDATION CONTRACTOR	KONTRAKTOR PONDASI
PT. TROCON INDAH PERKASA FOUNDATION ENGINEERING Indonesia Normal Road # 100, 100 - 101 Jl. Merdeka No. 102-103, Jakarta 10110 Phone : (021) 5752702 Fax : (021) 5704451 Email : trocon@troconindah.com	
DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR
<b>AS BUILT DETAIL PENULANGAN BORED PILE</b>	
DRAWING BY GAMBAR OLEH	PT. TROCON INDAH PERKASA
DRAWING STATUS STATUS GAMBAR	
SCALE SKALA	1 : 25
TANGGAL	20 NOVEMBER 2008
DISETUI: PT. ARAH SEJAHTERA ABADI	
COMPANY	PROJECT
NUMBER	R. E. V.
<b>AB-1103A</b>	

Gambar A.4. Penulangan Tiang Bor (As Built Drawing)

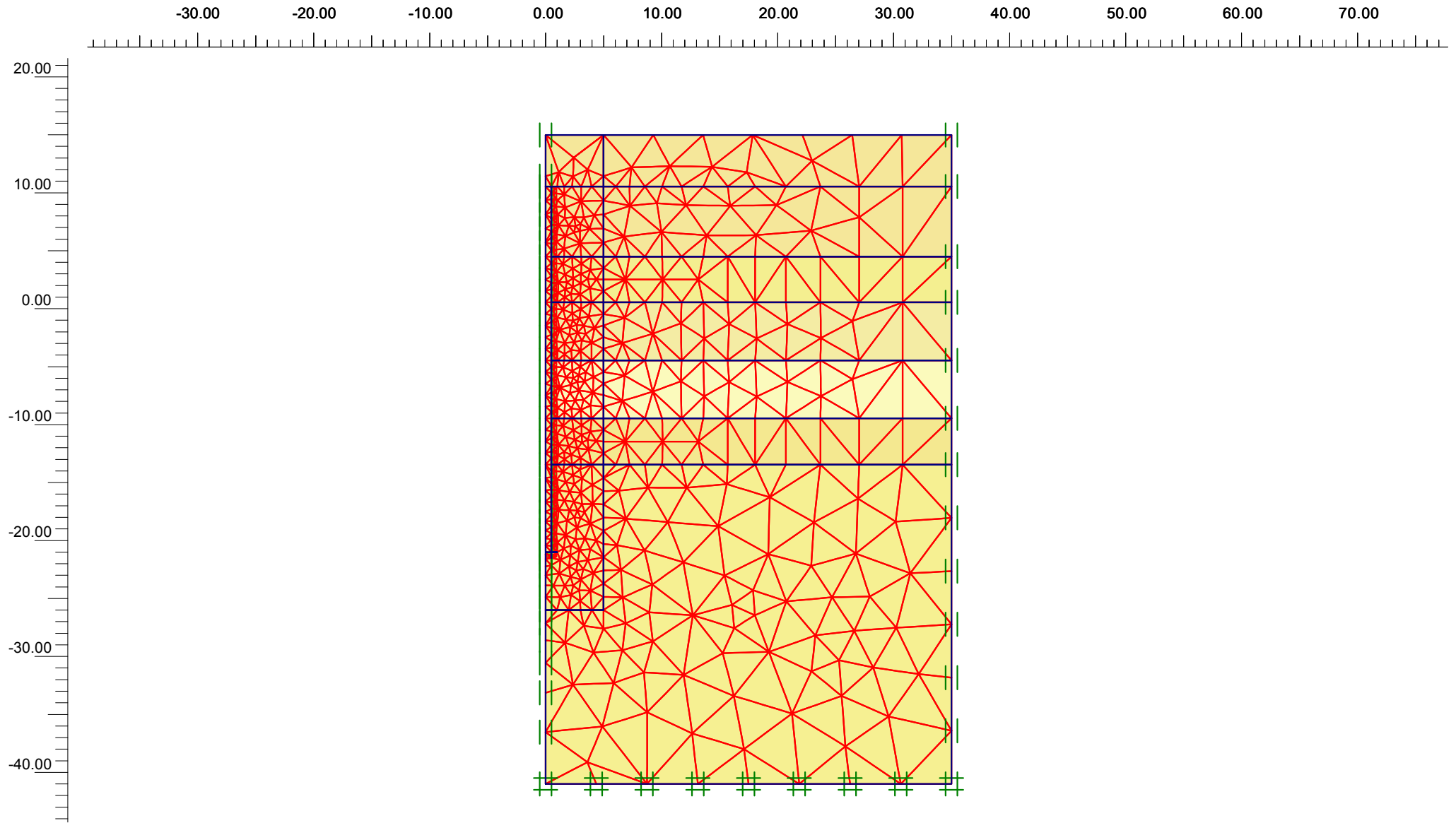


- MUTU BAHAN :**  
 BETON BORE PILE :  $f_c' = 25 \text{ Mpa}$   
 TULANGAN  $D \geq 10 \text{ BJTD } 40, f_y=400\text{MPa}$   
 $\phi < 10 \text{ BJTP } 24, f_y=240\text{MPa}$
- P1A, P1A1-P1A6, P2A, P2A1-P2A10 = BORE PILE  $\phi 600 \text{ mm}, \bar{P} = 250 \text{ Ton}$   
 Leff= 25 M ( SAMPAI TANAH KERAS )
  - P1B, P1B1, P2B, P2B1-P2B9, P3B, P3B1-P3B7, P4B, P4B1-P4B6, P5B, P6B & P6B1 = BORE PILE  $\phi 800 \text{ mm}, \bar{P} = 400 \text{ Ton}$   
 Leff= 25 M ( SAMPAI TANAH KERAS )
  - P1C, P1C1, P3C, P3C1, P4C, P8C, P9C, P18C, P220C & P429 = BORE PILE  $\phi 1000 \text{ mm}, \bar{P} = 550 \text{ Ton}$   
 Leff= 25 M ( SAMPAI TANAH KERAS )
  - ⊗ BORE PILE EXISTING  $\phi 1000 \text{ mm}$   
 ( DIGUNAKAN / DIPAKAI )
  - BORE PILE EXISTING  
 ( TIDAK DI GUNAKAN / TIDAK DIPAKAI )

KEY PLAN	DENAH KUNCI		
NOTES	CATATAN		
APPROVAL	PERSETUJUAN		
REV	DATE	REVISION STATUS	SIK
PROJECT	PROJECT		
<b>KUNINGAN CITY</b>			
CLIENT	PEMBERI TUGAS		
PT. ARAH SEJAHTERA ABADI			
Mampang Teras, 8th Flay, Sate II - 03 Jl. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Phone : (021) 5752702 Fax : (021) 5752702 E-mail :			
QUANTITY SURVEYORS	DESAIN ARSITEKTUR		
PT. WILDE and WOOLLARD INDONESIA			
DESIGN ARCHITECT	ARSITEKTUR		
DIP ARCHITECTS PTE LTD			
6 Raffles Boulevard #04-102 Marina Square, Singapore 039594 Tel : +65 6338 3888 Fax : (465) 6337 9988 website : www.dip.com.sg			
MONITORIAL	ARSITEKTUR		
PTI ARCHITECTS			
Wilma Metropolitan 8 12th floor Jl. Jend. Sudirman Kav. 29 Jakarta 12920 Phone : (021) 5752702 Fax : (021) 5704451 e-mail : pti@pti-architects.com			
STRUCTURE	STRUKTUR		
PT. PERKASA CARISTA ESTETIKA			
CONSULTING ENGINEERS Jl. Pahlawan 12A, Jakarta 13220 Phone : (021) 525 1192 Fax : (021) 525 1192 e-mail : pce@pcen.net.id			
MEP ENGINEERS	MEKANIKAL & ELEKTRIKAL		
PT. Gradian Mitrakarsa			
MECHANICAL & ELECTRICAL ENGINEERING CONSULTANTS Indonesia Road Blok B No. 133 - 133 Jl. Pahlawan 12A, Jakarta 13220 Phone : (021) 471 255, 471 466, 471 3779 Fax : (021) 471 3779 E-mail : gmi@gradianmitrakarsa.com			
FOUNDATION CONTRACTOR	KONTRAKTOR PONDASI		
PT. TROCON INDAH PERKASA			
FOUNDATION SPECIALIST Indonesia Road Blok B No. 133 - 133 Jl. Pahlawan 12A, Jakarta 13220 Phone : (021) 471 255, 471 466, 471 3779 Fax : (021) 471 3779 E-mail : trocon@trocon.net.id			
DRAWING TITLE	JUDUL GAMBAR		
<b>AS BUILT DENAH PONDASI</b>			
DRAWING BY	PT. TROCON INDAH PERKASA		
DRAWING STATUS	STATUS GAMBAR		
SCALE	1 : 300	TANGGAL	20 NOVEMBER 2008
DISETUIH PT. ARAH SEJAHTERA ABADI			
(MICHAEL LIE)			
COMPANY	PROJECT	NUMBER	R. E. V.
		<b>AB-1100</b>	

Gambar A.5. Denah Pondasi (As Built Drawing) dan Denah Titik Bor

Determinasi distribusi..., Gibranus Berutu, FT UI, 2010



Connectivities



Finite Element Code for Soil and Rock Analyses

Project description

Project name

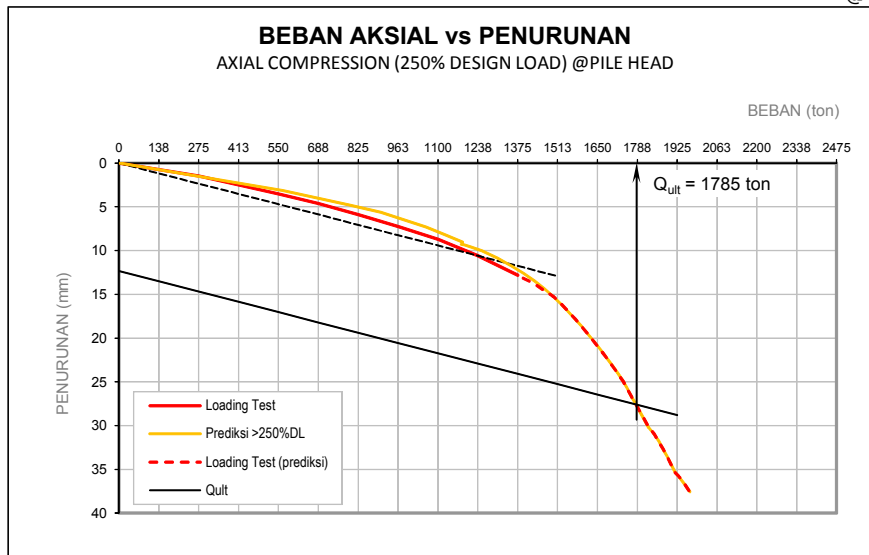
Date

6/27/10

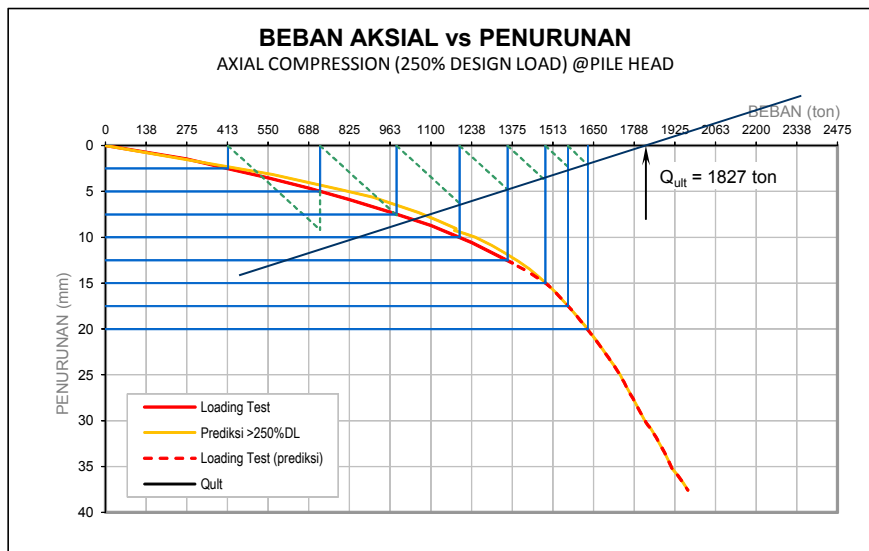
User name

University of Indonesia

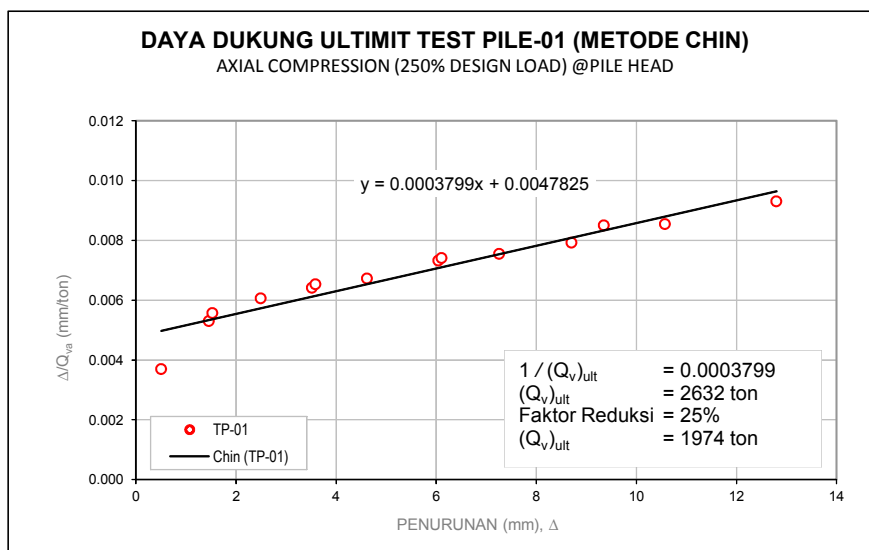




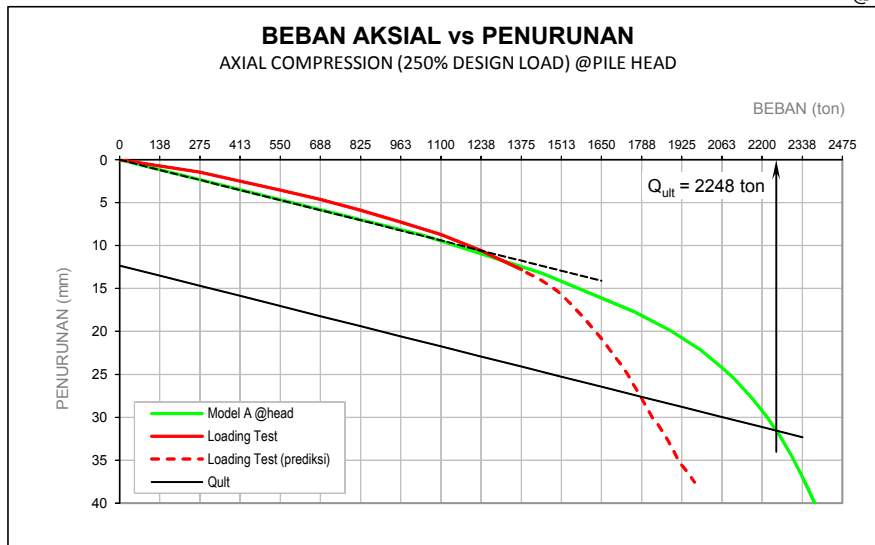
Gambar A.7a.  $Q_{ult}$  TP-01 @Pile Head Berdasarkan Metode Davisson



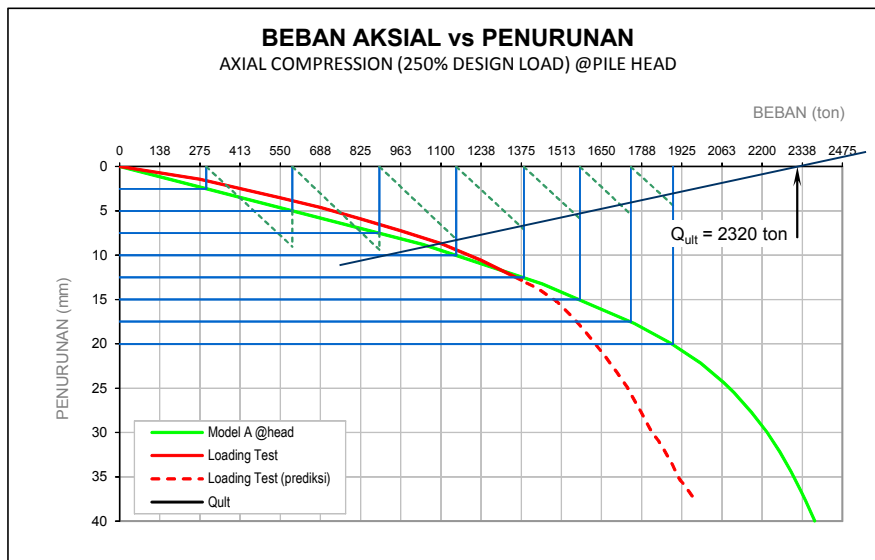
Gambar A.7b.  $Q_{ult}$  TP-01 @Pile Head Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



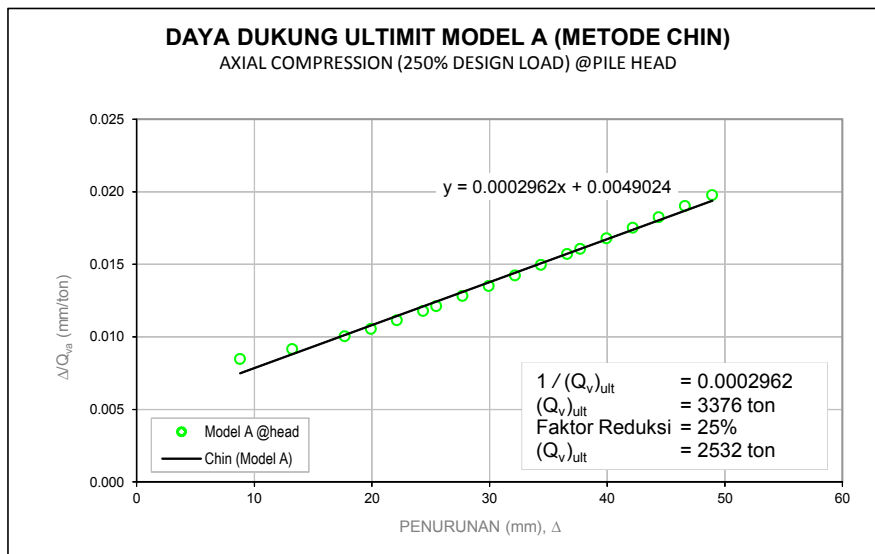
Gambar A.7c.  $Q_{ult}$  TP-01 @Pile Head Berdasarkan Metode Chin



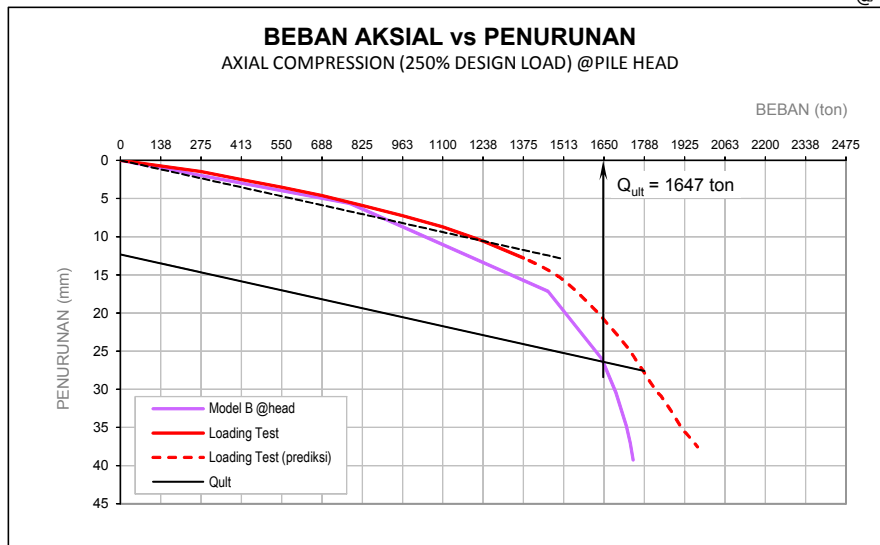
Gambar A.8a.  $Q_{ult}$  Model A @Pile Head Berdasarkan Metode Davisson



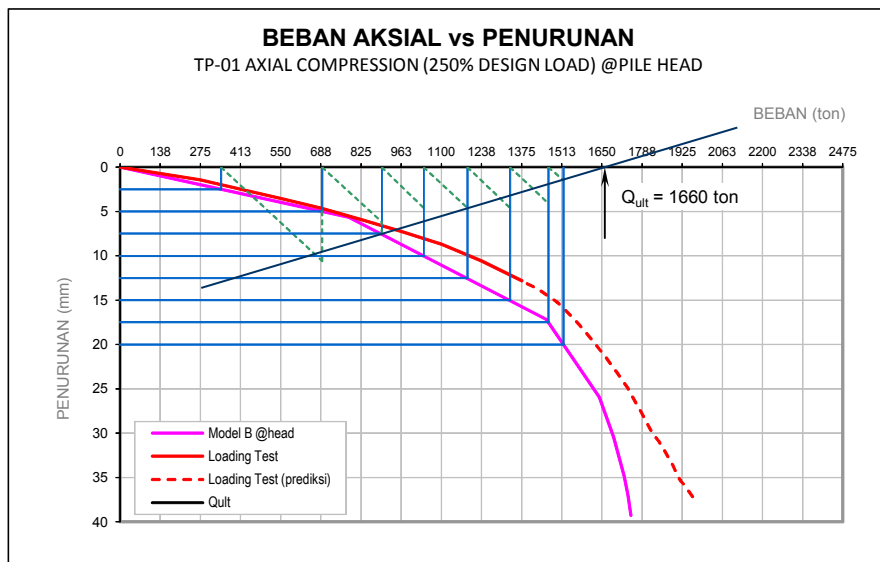
Gambar A.8b.  $Q_{ult}$  Model A @Pile Head Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



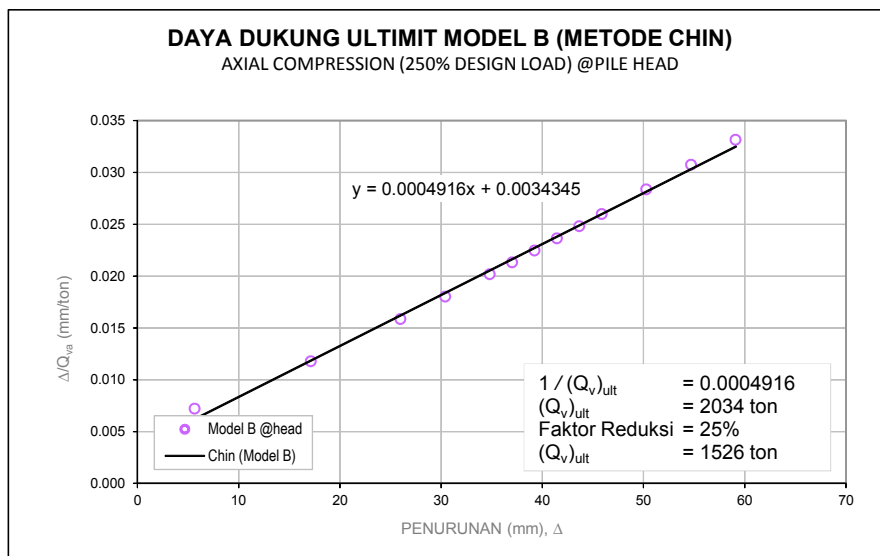
Gambar A.8c.  $Q_{ult}$  Model A @Pile Head Berdasarkan Metode Chin



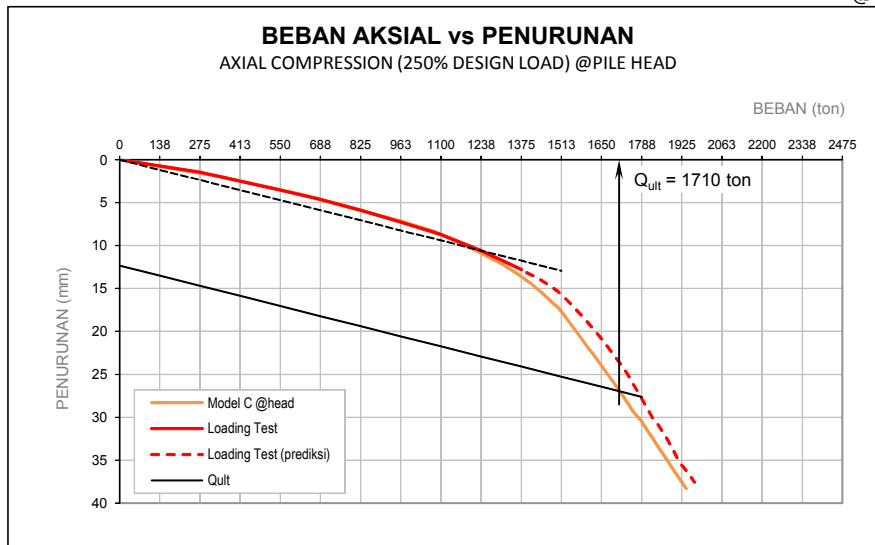
Gambar A.9a.  $Q_{ult}$  Model B @Pile Head Berdasarkan Metode Davisson



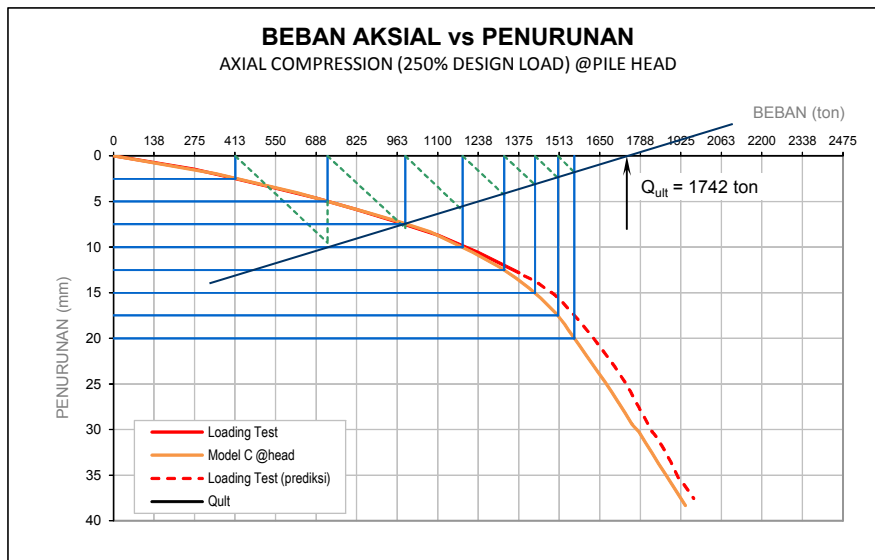
Gambar A.9b.  $Q_{ult}$  Model B @Pile Head Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



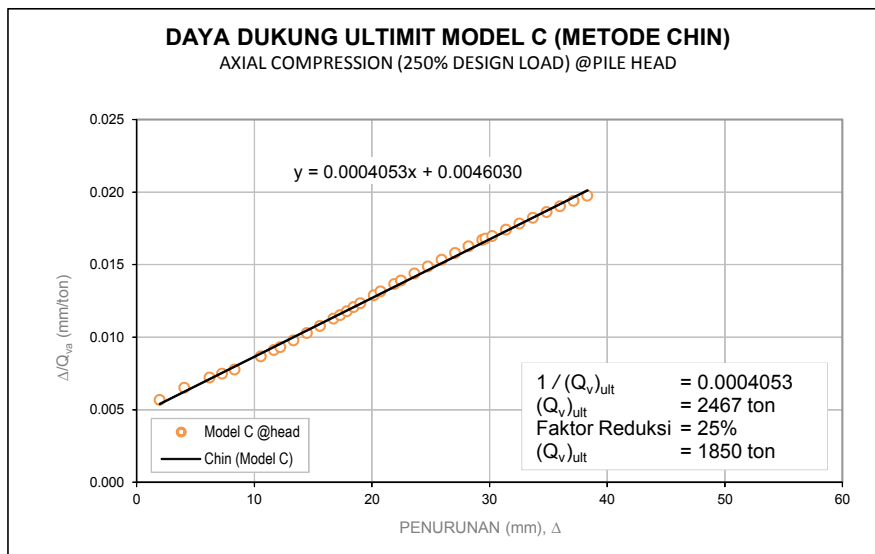
Gambar A.9c.  $Q_{ult}$  Model B @Pile Head Berdasarkan Metode Chin



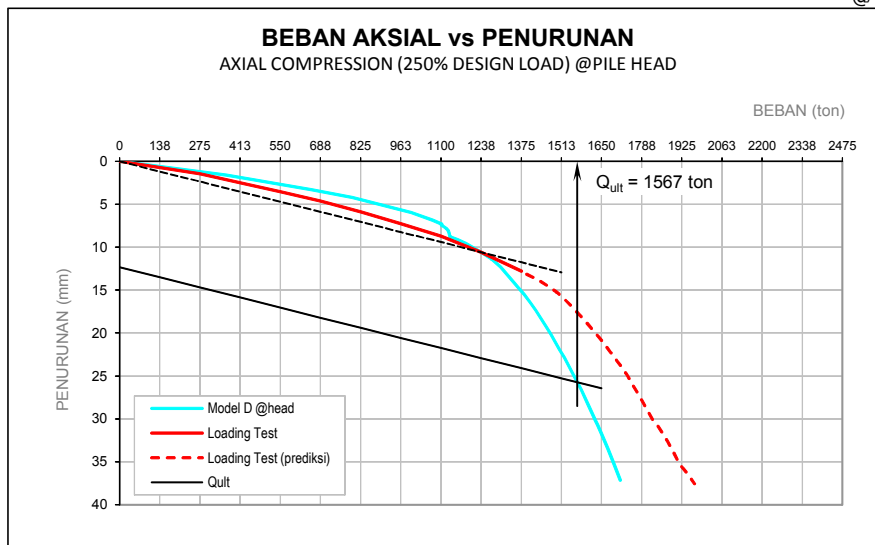
Gambar A.10a.  $Q_{ult}$  Model C @Pile Head Berdasarkan Metode Davisson



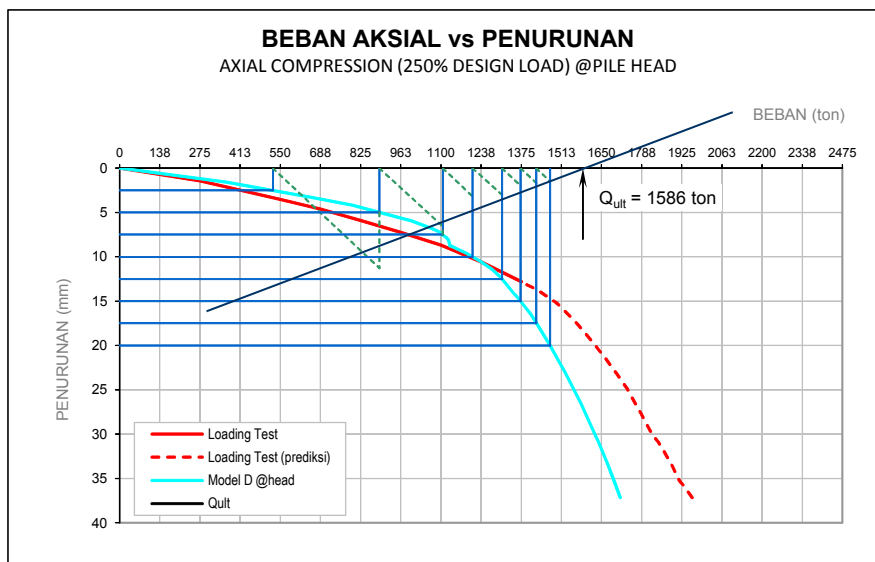
Gambar A.10b.  $Q_{ult}$  Model C @Pile Head Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



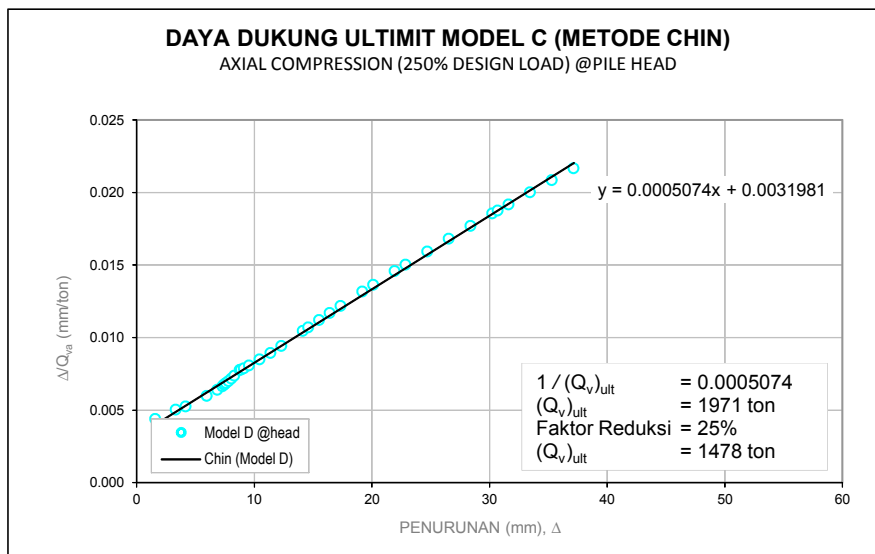
Gambar A.10c.  $Q_{ult}$  Model C @Pile Head Berdasarkan Metode Chin



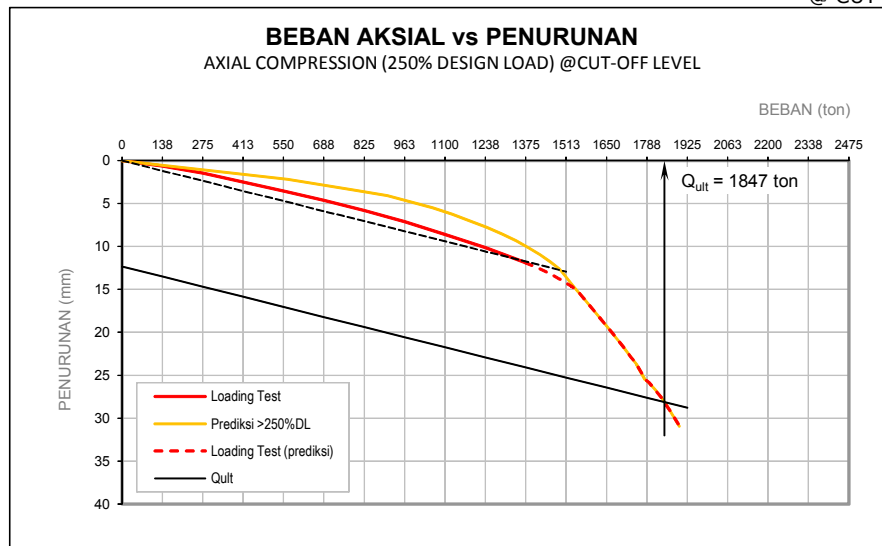
Gambar A.11a.  $Q_{ult}$  Model D @Pile Head Berdasarkan Metode Davisson



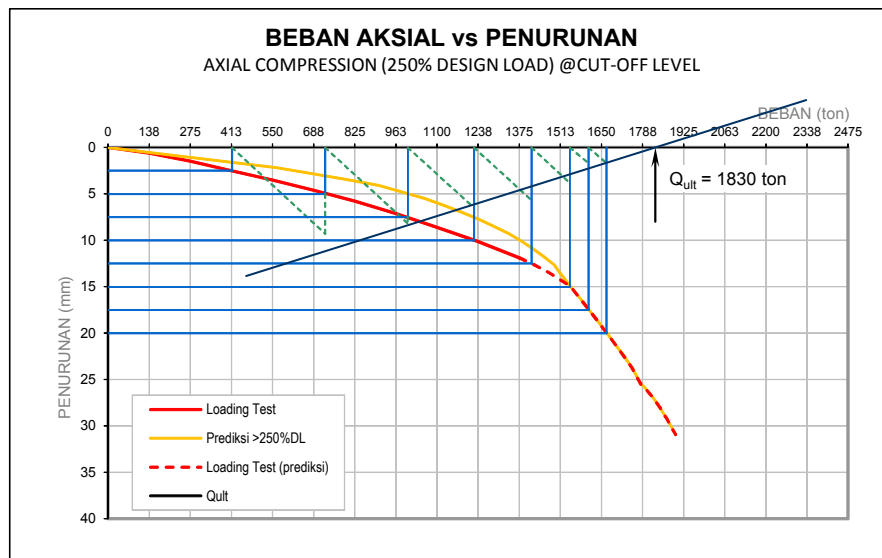
Gambar A.11b.  $Q_{ult}$  Model D @Pile Head Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



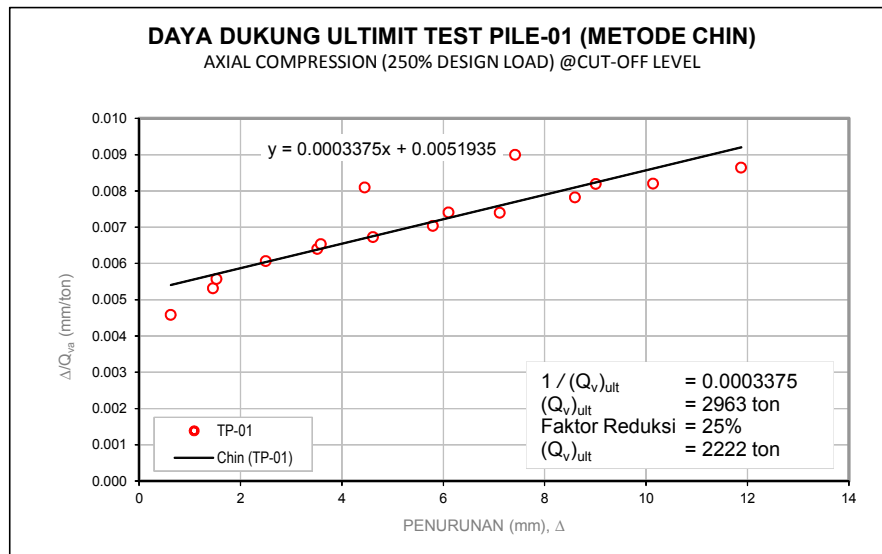
Gambar A.11c.  $Q_{ult}$  Model D @Pile Head Berdasarkan Metode Chin



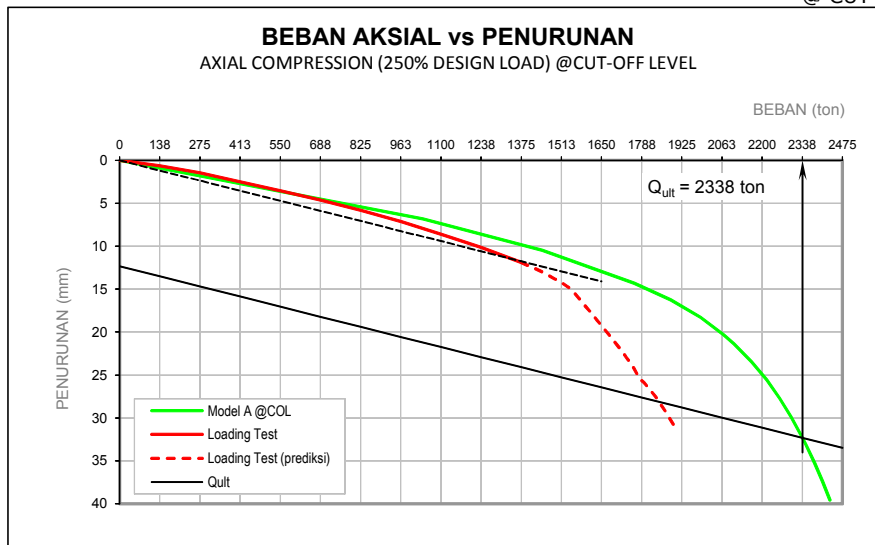
Gambar A.12a.  $Q_{ult}$  TP-01 @COL Berdasarkan Metode Davisson



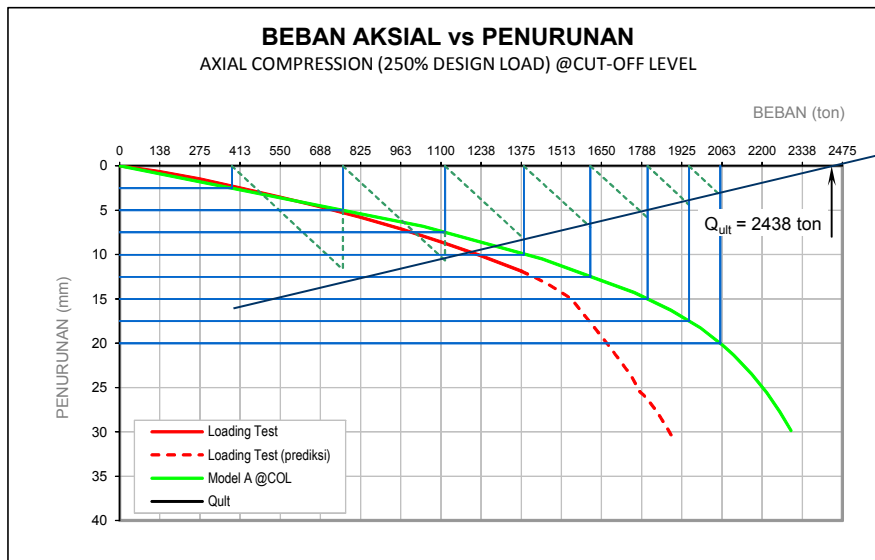
Gambar A.12b.  $Q_{ult}$  TP-01 @COL Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



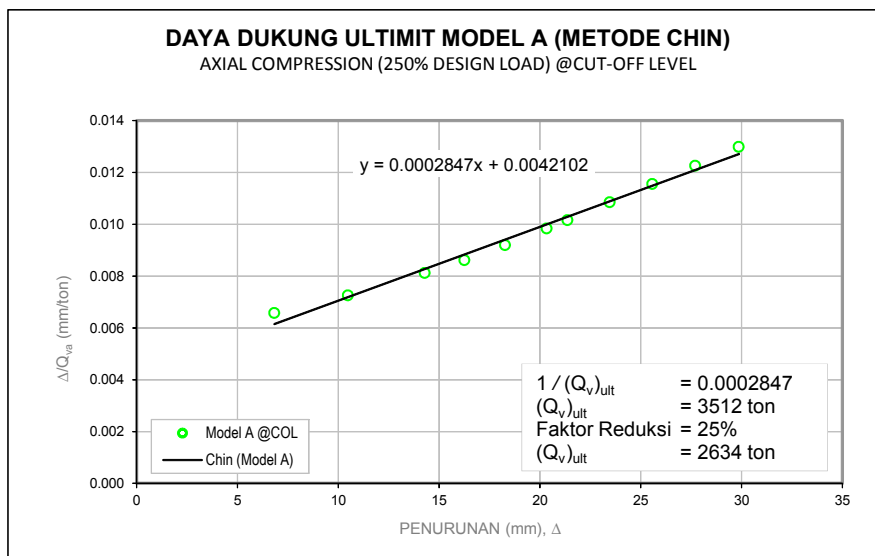
Gambar A.12c.  $Q_{ult}$  TP-01 @COL Berdasarkan Metode Chin



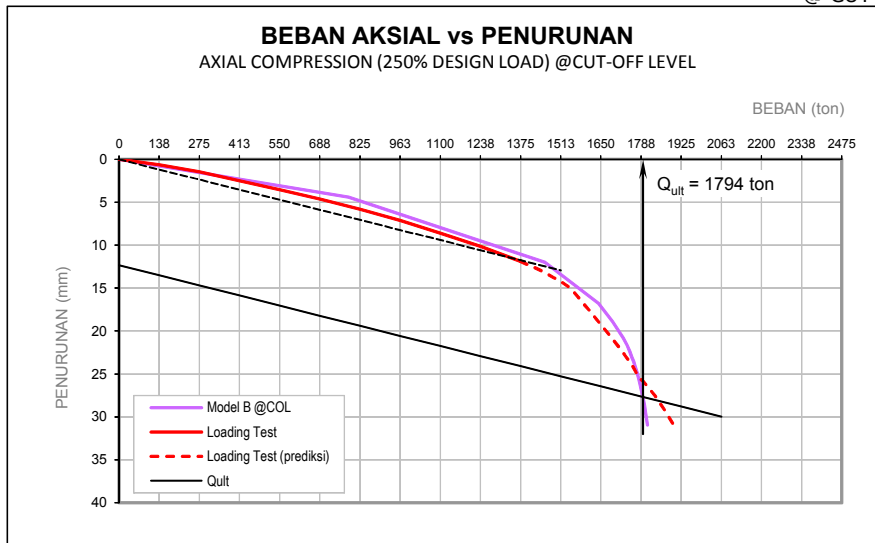
Gambar A.13a.  $Q_{ult}$  Model A @COL Berdasarkan Metode Davisson



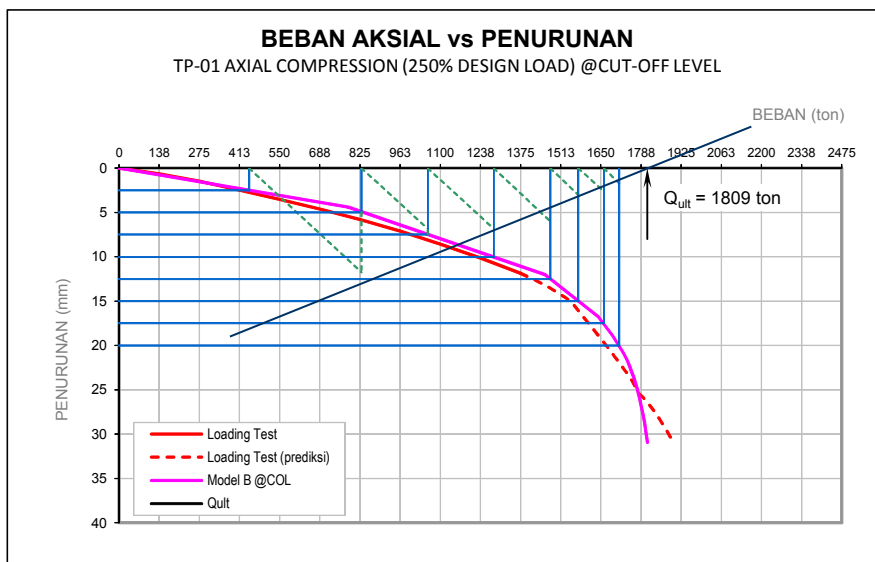
Gambar A.13b.  $Q_{ult}$  Model A @COL Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



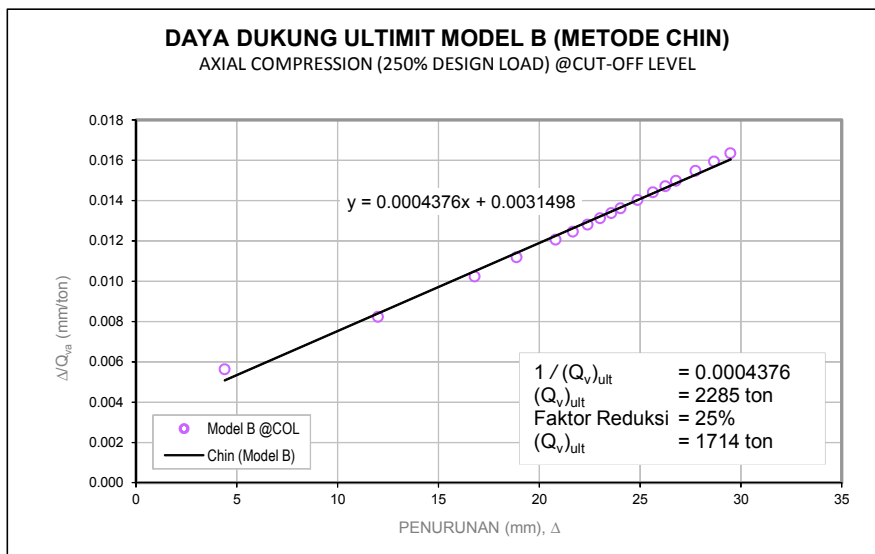
Gambar A.13c.  $Q_{ult}$  Model A @COL Berdasarkan Metode Chin



Gambar A.14a.  $Q_{ult}$  Model B @COL Berdasarkan Metode Davisson

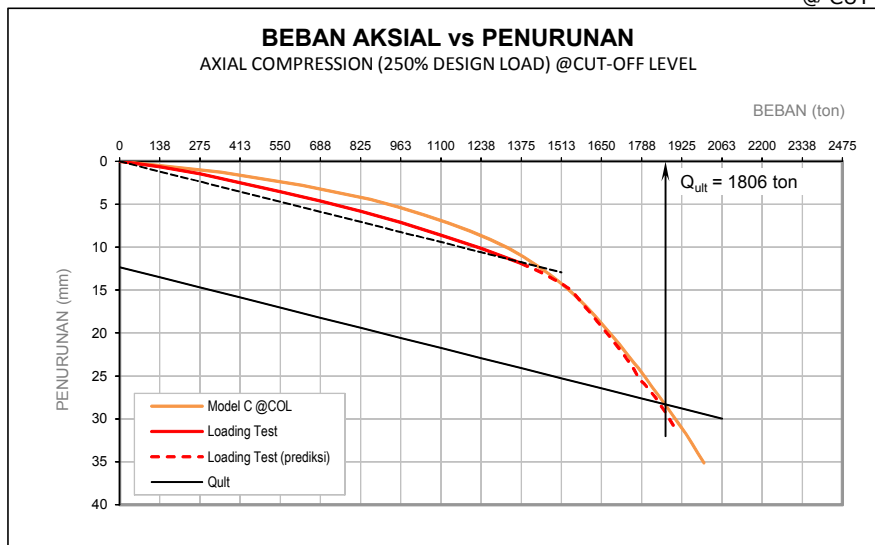


Gambar A.14b.  $Q_{ult}$  Model B @COL Berdasarkan Metode Mazurkiewicz

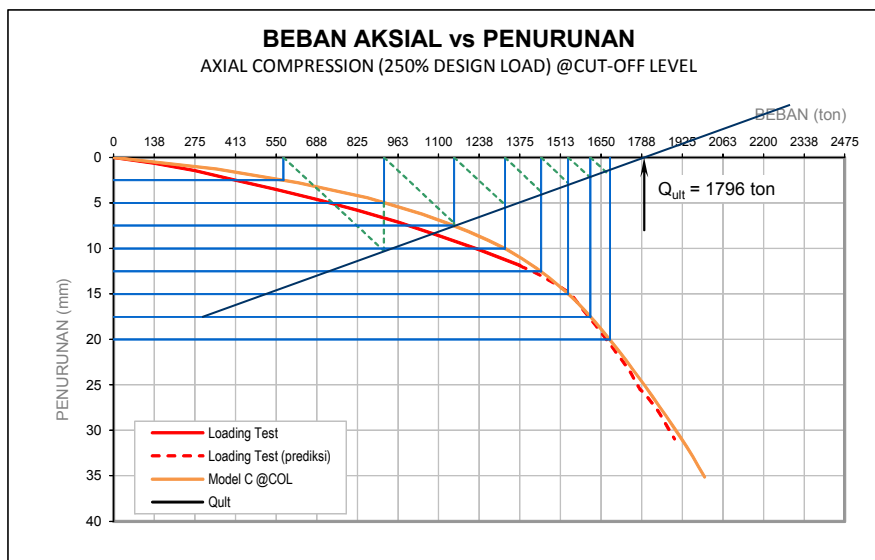


Gambar A.14c.  $Q_{ult}$  Model B @COL Berdasarkan Metode Chin

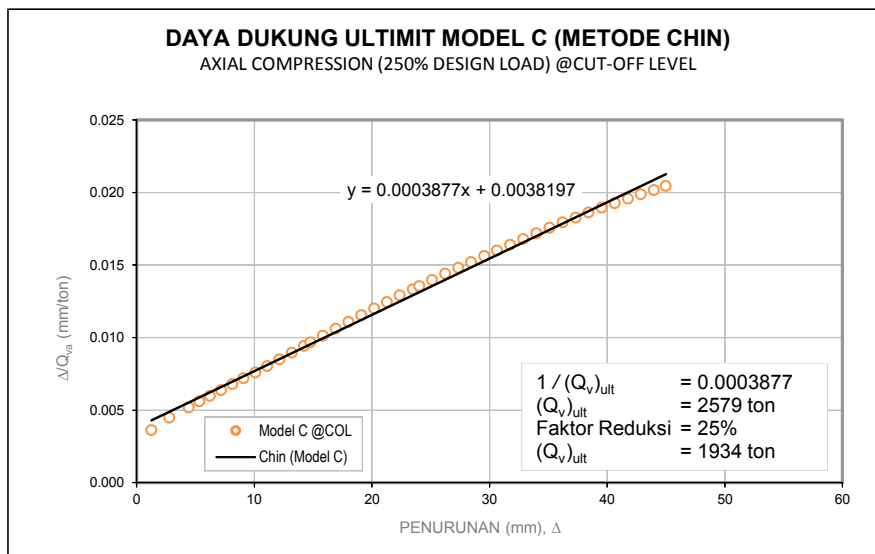




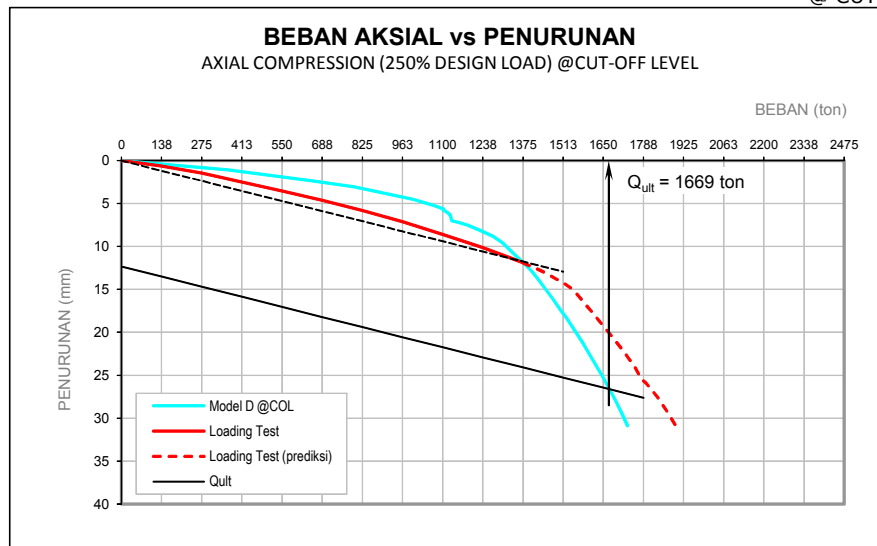
Gambar A.15a.  $Q_{ult}$  Model C @COL Berdasarkan Metode Davisson



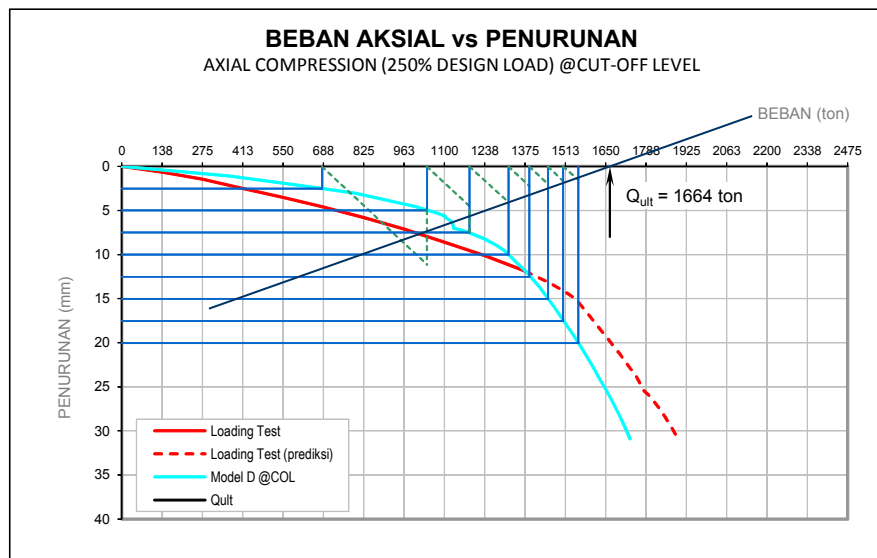
Gambar A.15b.  $Q_{ult}$  Model C @COL Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



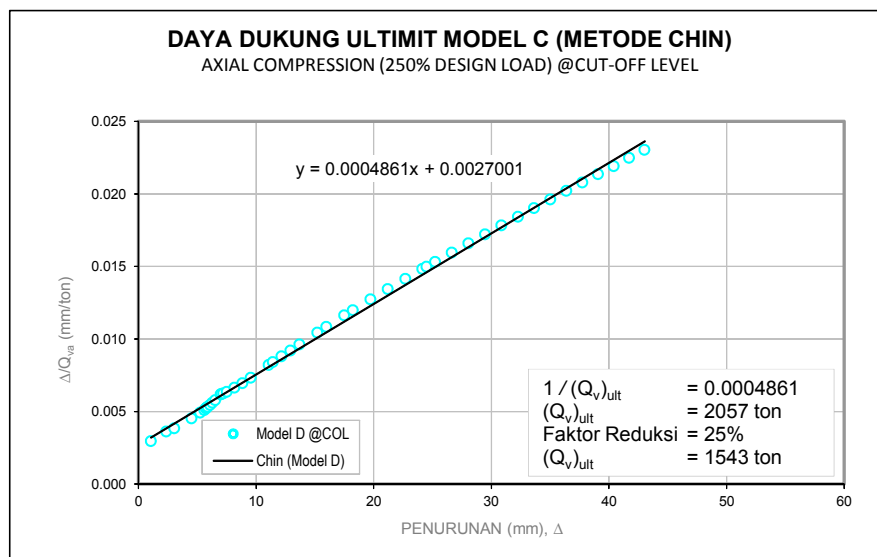
Gambar A.15c.  $Q_{ult}$  Model C @COL Berdasarkan Metode Chin



Gambar B.16a.  $Q_{ult}$  Model D @COL Berdasarkan Metode Davisson



Gambar A.16b.  $Q_{ult}$  Model D @COL Berdasarkan Metode Mazurkiewicz



Gambar A.16c.  $Q_{ult}$  Model D @COL Berdasarkan Metode Chin

# LAMPIRAN B

Tabel-tabel

Tabel B.1. Load-Settlement and Telltale Extensometer Data

Applied Load (ton)	Top Settlement (mm)	Tell-Tale Change		Estimated Pile Movement		
		TT1 @ +4.0 m (mm)	TT2 @ -20.0 m (mm)	@ COL (mm)	@ Pile Toe (mm)	Between COL & Pile Toe (mm)
<b>cycle 1</b>						
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
137.5	0.51	0.08	0.14	0.43	0.37	0.06
275.0	1.46	1.09	1.46	0.37	0.00	0.37
137.5	1.08	0.76	1.08	0.32	0.00	0.32
0.0	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
<b>cycle 2</b>						
275.0	1.53	1.11	1.53	0.42	0.00	0.42
412.5	2.50	1.75	2.50	0.75	0.00	0.75
550.0	3.52	2.35	3.52	1.17	0.00	1.17
412.5	3.53	2.36	3.53	1.17	0.00	1.17
275.0	2.89	1.93	2.89	0.96	0.00	0.96
0.0	0.33	0.00	0.20	0.33	0.13	0.20
<b>cycle 3</b>						
275.0	1.97	1.44	1.97	0.53	0.00	0.53
550.0	3.59	2.40	3.59	1.19	0.00	1.19
687.5	4.62	2.92	4.62	1.70	0.00	1.70
825.0	6.04	3.57	6.04	2.47	0.00	2.47
687.5	6.05	3.56	6.05	2.49	0.00	2.49
550.0	5.74	3.36	5.74	2.38	0.00	2.38
275.0	3.97	2.40	3.97	1.57	-0.01	1.57
0.0	1.04	0.24	0.94	0.80	0.10	0.70
<b>cycle 4</b>						
275.0	2.71	1.76	2.71	0.95	0.00	0.95
550.0	4.45	2.77	4.45	1.68	0.00	1.68
825.0	6.11	3.58	6.11	2.53	0.00	2.53
962.5	7.26	3.95	7.12	3.31	0.14	3.17
1100.0	9.35	4.65	9.05	4.70	0.30	4.40
962.5	9.33	4.65	9.05	4.68	0.28	4.40
825.0	9.30	4.65	9.05	4.65	0.25	4.40
550.0	7.62	3.99	7.62	3.63	0.00	3.63
275.0	5.53	2.96	5.53	2.57	0.00	2.57
0.0	2.07	0.60	2.07	1.47	0.00	1.47
<b>cycle 5</b>						
275.0	3.76	2.02	3.76	1.74	0.00	1.74
550.0	5.61	3.08	5.61	2.53	0.00	2.53
825.0	7.42	3.95	7.42	3.47	0.00	3.47
1100.0	9.16	4.64	9.01	4.52	0.15	4.37
1237.5	10.58	5.00	10.14	5.58	0.44	5.14
1375.0	12.80	5.58	11.88	7.22	0.91	6.30
1237.5	12.79	5.69	11.90	7.10	0.89	6.21
1100.0	12.79	5.59	11.91	7.20	0.88	6.32
825.0	11.67	5.22	11.04	6.45	0.63	5.82
550.0	9.65	4.50	9.28	5.15	0.37	4.78
275.0	7.38	3.69	7.28	3.69	0.10	3.59
0.0	3.43	0.92	3.16	2.51	0.27	2.24

**Tabel B2.a.** Measured VWSG Data (in Microstrain) During 1st Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	2711	2559	2602	2608	2611	2536	2446	2494	2667	2665	2539	2456	2497	2416
137.5	2667	2527	2576	2582	2593	2511	2438	2488	2662	2660	2538	2456	2497	2416
275	2607	2482	2540	2546	2567	2475	2430	2477	2660	2656	2537	2455	2497	2415
137.5	2631	2500	2555	2561	2576	2487	2432	2480	2661	2658	2538	2455	2497	2415
0	2704	2557	2600	2605	2605	2526	2441	2491	2665	2662	2539	2456	2497	2416

**Tabel B2.b.** Strain Change at Various Level (Microstrain) During 1st Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	VWSG CHANGE AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
137.5	44	32	26	26	18	25	8	6	5	5	1	0	0	0
275	104	77	62	62	44	61	16	17	7	9	2	1	0	1
137.5	80	59	47	47	35	49	14	14	6	7	1	1	0	1
0	7	2	2	3	6	10	5	3	2	3	0	0	0	0

**Tabel B2.c.** Average Strain Change (Microstrain) During 1st Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL						
	A	B	C	D	E	F	G
	4.0 m	0.0 m	-4.5 m	-9.0 m	-13.5 m	-18.0 m	-20.0 m
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
137.5	38.0	26.0	21.5	7.0	5.0	0.5	0.0
275	90.5	62.0	52.5	16.5	8.0	1.5	0.5
137.5	69.5	47.0	42.0	14.0	6.5	1.0	0.5
0	4.5	2.5	8.0	4.0	2.5	0.0	0.0

**Tabel B3.a.** Measured VWSG Data (in Microstrain) During 2nd Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	2704	2557	2600	2605	2605	2526	2441	2491	2665	2662	2539	2456	2497	2416
275	2602	2487	2540	2546	2566	2475	2430	2477	2660	2658	2538	2455	2497	2415
412.5	2548	2451	2509	2514	2541	2441	2422	2467	2657	2655	2537	2454	2496	2415
550	2488	2411	2470	2478	2510	2400	2411	2454	2653	2651	2536	2453	2496	2415
412.5	2492	2414	2472	2481	2511	2401	2411	2454	2654	2651	2536	2454	2496	2415
275	2541	2448	2502	2513	2531	2426	2417	2462	2657	2654	2537	2454	2496	2415
0	2695	2557	2596	2602	2592	2508	2433	2483	2664	2662	2538	2456	2497	2416

**Tabel B3.b.** Strain Change at Various Level (Microstrain) During 2nd Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	102	70	60	59	39	51	11	14	5	4	1	1	0	1
412.5	156	106	91	91	64	85	19	24	8	7	2	2	1	1
550	216	146	130	127	95	126	30	37	12	11	3	3	1	1
412.5	212	143	128	124	94	125	30	37	11	11	3	2	1	1
275	163	109	98	92	74	100	24	29	8	8	2	2	1	1
0	9	0	4	3	13	18	8	8	1	0	1	0	0	0

**Tabel B3.c.** Average Strain Change (Microstrain) During 2nd Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL						
	A	B	C	D	E	F	G
	4.0 m	0.0 m	-4.5 m	-9.0 m	-13.5 m	-18.0 m	-20.0 m
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275	86.0	59.5	45.0	12.5	4.5	1.0	0.5
412.5	131.0	91.0	74.5	21.5	7.5	2.0	1.0
550	181.0	128.5	110.5	33.5	11.5	3.0	1.0
412.5	177.5	126.0	109.5	33.5	11.0	2.5	1.0
275	136.0	95.0	87.0	26.5	8.0	2.0	1.0
0	4.5	3.5	15.5	8.0	0.5	0.5	0.0

**Tabel B4.a.** Measured VWSG Data (in Microstrain) During 3rd Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	2695	2557	2596	2602	2592	2508	2433	2483	2664	2662	2538	2456	2497	2416
275	2586	2487	2533	2548	2552	2455	2423	2470	2659	2657	2537	2455	2496	2415
550	2479	2403	2456	2463	2507	2397	2409	2453	2654	2651	2536	2454	2496	2415
687.5	2423	2375	2397	2438	2474	2353	2397	2437	2649	2646	2536	2453	2496	2415
825	2347	2321	2347	2368	2429	2290	2372	2409	2640	2636	2534	2451	2495	2414
687.5	2348	2322	2350	2372	2430	2291	2372	2409	2640	2636	2534	2451	2495	2414
550	2378	2343	2388	2388	2441	2306	2376	2413	2642	2639	2535	2452	2496	2415
275	2511	2435	2470	2490	2495	2376	2394	2433	2650	2647	2536	2453	2496	2415
0	2680	2557	2576	2593	2567	2473	2413	2459	2658	2656	2538	2456	2497	2416

**Tabel B4.b.** Strain Change at Various Level (Microstrain) During 3rd Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	109	70	63	54	40	53	10	13	5	5	1	1	1	1
550	216	154	140	139	85	111	24	30	10	11	2	2	1	1
687.5	272	182	199	164	118	155	36	46	15	16	2	3	1	1
825	348	236	249	234	163	218	61	74	24	26	4	5	2	2
687.5	347	235	246	230	162	217	61	74	24	26	4	5	2	2
550	317	214	208	214	151	202	57	70	22	23	3	4	1	1
275	184	122	126	112	97	132	39	50	14	15	2	3	1	1
0	15	0	20	9	25	35	20	24	6	6	0	0	0	0

**Tabel B4.c.** Average Strain Change (Microstrain) During 3rd Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (KPa)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL						
	A	B	C	D	E	F	G
	4.0 m	0.0 m	-4.5 m	-9.0 m	-13.5 m	-18.0 m	-20.0 m
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275	89.5	58.5	46.5	11.5	5.0	1.0	1.0
550	185.0	139.5	98.0	27.0	10.5	2.0	1.0
687.5	227.0	181.5	136.5	41.0	15.5	2.5	1.0
825	292.0	241.5	190.5	67.5	25.0	4.5	2.0
687.5	291.0	238.0	189.5	67.5	25.0	4.5	2.0
550	265.5	211.0	176.5	63.5	22.5	3.5	1.0
275	153.0	119.0	114.5	44.5	14.5	2.5	1.0
0	7.5	14.5	30.0	22.0	6.0	0.0	0.0

**Tabel B5.a.** Measured VWSG Data (in Microstrain) During 4th Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	2680	2557	2576	2593	2567	2473	2413	2459	2658	2656	2538	2456	2497	2416
275	2572	2486	2515	2543	2526	2420	2403	2446	2653	2651	2536	2454	2496	2415
550	2456	2404	2436	2454	2477	2366	2389	2428	2647	2645	2536	2454	2496	2415
825	2328	2317	2325	2397	2424	2287	2369	2405	2639	2636	2534	2451	2495	2414
962.5	2279	2281	2321	2316	2388	2238	2348	2381	2631	2627	2533	2450	2494	2413
1100	2168	2211	2244	2228	2328	2148	2294	2326	2606	2601	2530	2446	2494	2413
962.5	2169	2212	2245	2264	2329	2148	2294	2327	2606	2602	2530	2446	2494	2414
825	2171	2213	2246	2265	2329	2149	2294	2327	2606	2602	2530	2446	2494	2414
550	2303	2305	2327	2348	2383	2218	2313	2346	2615	2611	2532	2449	2494	2414
275	2454	2411	2424	2444	2448	2305	2336	2369	2625	2622	2534	2450	2495	2415
0	2646	2547	2552	2578	2541	2428	2368	2403	2637	2635	2536	2453	2496	2415

**Tabel B5.b.** Strain Change at Various Level (Microstrain) During 4th Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	108	71	61	50	41	53	10	13	5	5	2	2	1	1
550	224	153	140	139	90	107	24	31	11	11	2	2	1	1
825	352	240	251	196	143	186	44	54	19	20	4	5	2	2
962.5	401	276	255	277	179	235	65	78	27	29	5	6	3	3
1100	512	346	332	365	239	325	119	133	52	55	8	10	3	3
962.5	511	345	331	329	238	325	119	132	52	54	8	10	3	2
825	509	344	330	328	238	324	119	132	52	54	8	10	3	2
550	377	252	249	245	184	255	100	113	43	45	6	7	3	2
275	226	146	152	149	119	168	77	90	33	34	4	6	2	1
0	34	10	24	15	26	45	45	56	21	21	2	3	1	1

**Tabel B5.c.** Average Strain Change (Microstrain) During 4th Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL						
	A	B	C	D	E	F	G
	4.0 m	0.0 m	-4.5 m	-9.0 m	-13.5 m	-18.0 m	-20.0 m
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275	89.5	55.5	47.0	11.5	5.0	2.0	1.0
550	188.5	139.5	98.5	27.5	11.0	2.0	1.0
825	296.0	223.5	164.5	49.0	19.5	4.5	2.0
962.5	338.5	266.0	207.0	71.5	28.0	5.5	3.0
1100	429.0	348.5	282.0	126.0	53.5	9.0	3.0
962.5	428.0	330.0	281.5	125.5	53.0	9.0	2.5
825	426.5	329.0	281.0	125.5	53.0	9.0	2.5
550	314.5	247.0	219.5	106.5	44.0	6.5	2.5
275	186.0	150.5	143.5	83.5	33.5	5.0	1.5
0	22.0	19.5	35.5	50.5	21.0	2.5	1.0

**Tabel B6.a.** Measured VWSG Data (in Microstrain) During 5th Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	2646	2547	2552	2578	2541	2428	2368	2403	2637	2635	2536	2453	2496	2415
275	2536	2475	2491	2520	2497	2374	2354	2388	2630	2628	2535	2452	2496	2415
550	2413	2392	2408	2440	2443	2304	2335	2369	2624	2621	2533	2450	2495	2414
825	2286	2302	2304	2358	2382	2225	2314	2347	2615	2611	2532	2448	2494	2413
1100	2171	2222	2236	2266	2325	2150	2290	2323	2604	2600	2530	2447	2494	2413
1237.5	2098	2175	2196	2203	2286	2092	2258	2291	2587	2582	2528	2444	2492	2412
1375	1994	2110	2125	2123	2231	2007	2202	2233	2550	2544	2524	2440	2491	2412
1237.5	1994	2110	2125	2158	2231	2007	2201	2234	2549	2543	2524	2440	2491	2412
1100	1994	2110	2125	2158	2231	2007	2201	2234	2549	2543	2524	2440	2491	2412
825	2080	2174	2179	2211	2267	2052	2216	2253	2558	2553	2526	2441	2492	2413
550	2230	2277	2275	2310	2332	2138	2238	2274	2567	2562	2527	2443	2493	2413
275	2396	2390	2386	2423	2411	2242	2266	2302	2580	2576	2530	2446	2493	2414
0	2611	2540	2535	2573	2528	2396	2310	2344	2598	2595	2533	2448	2494	2415

**Tabel B6.b.** Strain Change at Various Level (Microstrain) During 5th Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL													
	A		B		C		D		E		F		G	
	4.0 m	4.0 m	0.0 m	0.0 m	-4.5 m	-4.5 m	-9.0 m	-9.0 m	-13.5 m	-13.5 m	-18.0 m	-18.0 m	-20.0 m	-20.0 m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
275	110	72	61	58	44	54	14	15	7	7	1	1	0	0
550	233	155	144	138	98	124	33	34	13	14	3	3	1	1
825	360	245	248	220	159	203	54	56	22	24	4	5	2	2
1100	475	325	316	312	216	278	78	80	33	35	6	6	2	2
1237.5	548	372	356	375	255	336	110	112	50	53	8	9	4	3
1375	652	437	427	455	310	421	166	170	87	91	12	13	5	3
1237.5	652	437	427	420	310	421	167	169	88	92	12	13	5	3
1100	652	437	427	420	310	421	167	169	88	92	12	13	5	3
825	566	373	373	367	274	376	152	150	79	82	10	12	4	2
550	416	270	277	268	209	290	130	129	70	73	9	10	3	2
275	250	157	166	155	130	186	102	101	57	59	6	7	3	1
0	35	7	17	5	13	32	58	59	39	40	3	5	2	0

**Tabel B6.c.** Average Strain Change (Microstrain) During 5th Cycle Loading Test

APPLIED LOAD (TONS)	MEASURED VWSG AT EACH LEVEL						
	A	B	C	D	E	F	G
	4.0 m	0.0 m	-4.5 m	-9.0 m	-13.5 m	-18.0 m	-20.0 m
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
275	91.0	59.5	49.0	14.5	7.0	1.0	0.0
550	194.0	141.0	111.0	33.5	13.5	3.0	1.0
825	302.5	234.0	181.0	55.0	23.0	4.5	2.0
1100	400.0	314.0	247.0	79.0	34.0	6.0	2.0
1237.5	460.0	365.5	295.5	111.0	51.5	8.5	3.5
1375	544.5	441.0	365.5	168.0	89.0	12.5	4.0
1237.5	544.5	423.5	365.5	168.0	90.0	12.5	4.0
1100	544.5	423.5	365.5	168.0	90.0	12.5	4.0
825	469.5	370.0	325.0	151.0	80.5	11.0	3.0
550	343.0	272.5	249.5	129.5	71.5	9.5	2.5
275	203.5	160.5	158.0	101.5	58.0	6.5	2.0
0	21.0	11.0	22.5	58.5	39.5	4.0	1.0

Tabel B.7. Axial Loading Test Data of TP-01

DATE	TIME		LOAD		DISPLACEMENT READING				AVERAGE	HORIZONTAL READING		LEVEL READING				REMARK
	HOURS	INTERVAL	TON	PSI	DIAL 1	DIAL 2	DIAL 3	DIAL 4	DISPLACEMENT	X	Y	SCALE RA	SCALE RB	SCALE RC	SCALE BM	
16-Jul-08	15:27		0	0	0	0	0	0				15.00	15.20			0%
	15:28		137.5	668.01	0.570	0.710	0.760	0.000	0.510							cycle 1
	15:38	10			0.570	0.710	0.800	0.000	0.520							25%
	15:48	10			0.570	0.710	0.840	0.000	0.530							
	15:58	10			0.570	0.710	0.850	0.000	0.533							
	16:08	10			0.570	0.710	0.860	0.010	0.538							
	16:18	10			0.570	0.710	0.810	0.010	0.525							
	16:28	10			0.570	0.680	0.770	0.010	0.508							
	16:30		275	1336.03	1.490	1.650	1.810	0.870	1.455			15.00	15.40			50%
	16:40	10			1.490	1.720	1.850	0.870	1.483							
	16:50	10			1.490	1.760	1.850	0.870	1.493							
	17:00	10			1.490	1.760	1.830	0.850	1.483							
	17:10	10			1.480	1.770	1.820	0.840	1.478							
	17:20	10			1.450	1.750	1.820	0.820	1.460							
	17:30	10			1.450	1.760	1.810	0.810	1.458							
	17:31		137.5	668.01	1.020	1.430	1.510	0.440	1.100			15.00	15.35			25%
	17:41	10			1.020	1.420	1.500	0.430	1.093							
	17:51	10			1.000	1.410	1.490	0.430	1.083							
	17:52		0	0	0.010	0.110	0.160	0.010	0.073			15.00	15.30			0%
	18:02	10			0.000	0.040	0.080	0.010	0.033							cycle 2
	18:12	10			0.000	0.030	0.080	0.020	0.033							
	18:22	10			0.000	0.020	0.060	0.020	0.025							
	18:32	10			0.000	0.010	0.050	0.020	0.020							
	18:42	10			0.000	0.010	0.040	0.020	0.018							
	18:52	10			0.000	0.010	0.020	0.000	0.008							
	18:54		275	1336.03	1.500	1.750	1.520	1.320	1.523			15.00	15.40			50%
	19:04	10			1.500	1.750	1.520	1.320	1.523							
	19:14	10			1.500	1.750	1.520	1.350	1.530							
	19:16		412.5	2004.04	2.480	2.710	2.460	2.290	2.485			15.00	15.50			75%
	19:26	10			2.490	2.710	2.460	2.300	2.490							
	19:36	10			2.480	2.710	2.480	2.300	2.493							
	19:46	10			2.480	2.710	2.480	2.300	2.493							
	19:56	10			2.480	2.710	2.480	2.300	2.493							
	20:06	10			2.480	2.710	2.480	2.300	2.493							
	20:16	10			2.480	2.710	2.490	2.310	2.498							
	20:18		550	2672.05	3.540	3.670	3.380	3.260	3.463			15.00	15.60			100%
	20:28	10			3.540	3.690	3.440	3.310	3.495							
	20:38	10			3.550	3.700	3.460	3.320	3.508							
	20:48	10			3.550	3.710	3.460	3.320	3.510							
	20:58	10			3.550	3.710	3.460	3.330	3.513							
	21:08	10			3.550	3.710	3.480	3.340	3.520							
	21:18	10			3.550	3.720	3.480	3.340	3.523							
	21:28		412.5	2004.04	3.560	3.720	3.520	3.340	3.535			15.00	15.60			75%
	21:38	10			3.550	3.720	3.520	3.340	3.533							
	21:48	10			3.550	3.710	3.520	3.300	3.520							



	21:50		275	1336.03	2.800	3.120	3.020	2.630	2.893			15.00	15.60			50%
	22:00	10			2.790	3.110	3.020	2.630	2.888							
	22:10	10			2.790	3.100	3.020	2.630	2.885							
	22:02		0	0	0.450	0.530	0.580	0.450	0.503			15.00	15.45			0%
	22:12	10			0.400	0.480	0.540	0.420	0.460							cycle 3
	22:22	10			0.340	0.420	0.480	0.370	0.403							
	22:32	10			0.310	0.380	0.460	0.350	0.375							
	22:42	10			0.310	0.380	0.460	0.350	0.375							
	22:52	10			0.270	0.350	0.410	0.300	0.333							
	23:02	10			0.270	0.340	0.410	0.290	0.328							
	23:03		275	1336.03	1.940	2.300	1.910	1.650	1.950			15.00	15.60			50%
	23:13	10			1.950	2.330	1.910	1.670	1.965							
	23:23	10			1.950	2.330	1.910	1.670	1.965							
	23:25		550	2672.05	3.630	3.910	3.470	3.180	3.548			15.00	15.70			100%
	23:35	10			3.660	3.940	3.510	3.230	3.585							
	23:45	10			3.660	3.960	3.510	3.220	3.588							
17-Jul-08	23:47		687.5	3340.07	4.620	4.830	4.380	4.190	4.505			15.00	15.80			125%
	23:57	10			4.690	4.890	4.450	4.270	4.575							
	0:07	10			4.700	4.900	4.460	4.280	4.585							
	0:17	10			4.700	4.920	4.480	4.300	4.600							
	0:27	10			4.720	4.920	4.490	4.310	4.610							
	0:37	10			4.720	4.930	4.500	4.320	4.618							
	0:47	10			4.720	4.930	4.510	4.320	4.620							
	0:49		825	4008.08	6.010	6.190	5.700	5.520	5.855			15.00	16.00			150%
	0:59	10			6.110	6.280	5.840	5.650	5.970							
	1:09	10			6.120	6.300	5.860	5.690	5.993							
	1:19	10			6.150	6.320	5.880	5.720	6.018							
	1:29	10			6.150	6.320	5.900	5.730	6.025							
	1:39	10			6.150	6.330	5.910	5.740	6.033							
	1:49	10			6.150	6.330	5.930	5.760	6.043							
	1:50		687.5	3340.07	6.150	6.340	5.940	5.770	6.050			15.00	16.00			125%
	2:00	10			6.150	6.340	5.940	5.770	6.050							
	2:10	10			6.150	6.340	5.940	5.770	6.050							
	2:11		550	2672.05	5.760	6.030	5.780	5.380	5.738			15.00	16.00			100%
	2:21	10			5.760	6.030	5.780	5.380	5.738							
	2:31	10			5.760	6.030	5.780	5.380	5.738							
	2:32		275	1336.03	3.900	4.270	4.150	3.680	4.000			15.00	15.80			50%
	2:42	10			3.870	4.240	4.130	3.660	3.975							
	2:52	10			3.870	4.220	4.120	3.650	3.965							
	2:54		0	0	1.250	1.290	1.320	1.230	1.273			15.00	15.60			0%
	3:04	10			1.150	1.150	1.220	1.120	1.160							cycle 4
	3:14	10			1.080	1.110	1.160	1.070	1.105							
	3:24	10			1.080	1.100	1.140	1.060	1.095							
	3:34	10			1.060	1.080	1.120	1.050	1.078							
	3:44	10			1.050	1.070	1.110	1.040	1.068							
	3:54	10			1.020	1.050	1.080	1.010	1.040							
	3:55		275	1336.03	2.690	3.010	2.700	2.390	2.698			15.00	15.70			50%
	4:05	10			2.700	3.030	2.700	2.400	2.708							
	4:15	10			2.700	3.030	2.700	2.400	2.708							
	4:17		550	2672.05	4.450	4.780	4.290	4.040	4.390			15.00	15.85			100%
	4:27	10			4.510	4.830	4.360	4.090	4.448							

	4:37	10			4.510	4.840	4.360	4.090	4.450							
	4:39		<b>825</b>	<b>4008.08</b>	6.180	6.460	5.880	5.630	6.038			15.00	16.00			150%
	4:49	10			6.240	6.520	5.960	5.690	6.103							
	4:59	10			6.260	6.530	5.960	5.700	6.113							
	4:52		<b>962.5</b>	<b>4676.09</b>	7.250	7.520	6.650	6.640	7.015			15.00	16.10			175%
	5:02	10			7.330	7.600	7.000	6.720	7.163							
	5:12	10			7.350	7.640	7.040	6.770	7.200							
	5:22	10			7.370	7.650	7.060	6.790	7.218							
	5:32	10			7.380	7.680	7.100	6.820	7.245							
	5:42	10			7.390	7.690	7.110	6.830	7.255							
	5:52	10			7.400	7.700	7.120	6.830	7.263							
	5:55		<b>1100</b>	<b>5344.11</b>	8.640	8.950	8.250	8.040	8.470			15.00	16.30			200%
	6:05	10			8.790	9.080	8.500	8.150	8.630							
	6:15	10			8.830	9.100	8.500	8.190	8.655							
	6:25	10			8.900	9.150	8.550	8.240	8.710							
	6:35	10			8.900	9.170	8.560	8.250	8.720							
	6:45	10			8.960	9.250	8.630	8.320	8.790							
	6:55	10			8.980	9.280	8.660	8.350	8.818							
	7:05	10			9.020	9.300	8.680	8.360	8.840							
	7:15	10			9.040	9.310	8.700	8.370	8.855							
	7:25	10			9.050	9.340	8.700	8.390	8.870							
	7:35	10			9.100	9.360	8.750	8.400	8.903							
	7:45	10			9.120	9.370	8.780	8.470	8.935							
	7:55	10			9.140	9.390	8.800	8.490	8.955							
	8:25	10			9.150	9.410	8.800	8.460	8.955							
	8:35	30			9.220	9.500	8.800	8.480	9.000							
	9:25	30			9.300	9.550	8.890	8.540	9.070							
	9:55	30			9.300	9.590	8.900	8.550	9.085							
	10:25	30			9.290	9.540	8.940	8.590	9.090							
	10:55	30			9.290	9.540	8.970	8.620	9.105							
	11:25	30			9.240	9.510	9.010	8.640	9.100							
	11:55	30			9.240	9.540	9.040	8.670	9.123							
	12:25	30			9.340	9.790	9.270	8.880	9.320							
	12:55	30			9.450	9.840	9.340	8.930	9.390							
	13:25	30			9.480	9.880	9.360	8.970	9.423							
	13:55	30			9.530	9.940	9.470	9.05	9.498							
	14:25	30			9.550	9.980	9.580	9.130	9.560							
	14:55	30			9.640	10.080	9.790	9.280	9.698							
	15:25	30			9.670	10.130	9.910	9.370	9.770							
	15:55	30			9.680	10.160	9.950	9.390	9.795							
	16:25	30			9.490	9.890	9.550	9.050	9.495							
	16:55	30			9.480	9.910	9.580	9.110	9.520							
	17:25	30			9.400	9.780	9.420	8.940	9.385							
	17:55	30			9.370	9.750	9.380	8.900	9.350							
	17:56		<b>962.5</b>	<b>4679.09</b>	9.360	9.740	9.360	8.880	9.335			15.00	16.30			175%
	18:06	10			9.350	9.740	9.360	8.880	9.333							
	18:16	10			9.350	9.730	9.360	8.870	9.328							
	18:17		<b>825</b>	<b>4008.08</b>	9.320	9.730	9.360	8.840	9.313			15.00	16.25			150%
	18:27	10			9.290	9.730	9.360	8.830	9.303							
	18:37	10			9.290	9.730	9.360	8.820	9.300							
	18:38		<b>550</b>	<b>2672.05</b>	7.570	8.020	7.810	7.220	7.655			15.00	16.20			100%
	18:48	10			7.510	8.000	7.780	7.200	7.623							
	18:58	10			7.510	7.980	7.780	7.200	7.618							
	18:59		<b>275</b>	<b>1336.03</b>	5.390	5.920	5.820	5.230	5.590			15.00	16.00			50%
	19:09	10			5.360	5.870	5.790	5.200	5.555							

	19:19	10			5.330	8.850	5.760	5.190	6.283						
	19:20		0	0	2.400	2.480	2.500	2.320	2.425			15.00	15.70		0%
	19:30	10			2.230	2.300	2.340	2.170	2.260						cycle 5
	19:40	10			2.120	2.210	2.260	2.100	2.173						
	19:50	10			2.080	2.140	2.210	2.060	2.123						
	20:00	10			2.070	2.130	2.190	2.030	2.105						
	20:10	10			2.030	2.100	2.150	2.010	2.073						
	20:20	10			2.030	2.090	2.140	2.000	2.065						
	20:21		275	1336.03	3.660	4.110	3.740	3.480	3.748			15.00	15.90		50%
	20:31	10			3.670	4.130	3.750	3.480	3.758						
	20:41	10			3.670	4.140	3.750	3.480	3.760						
	20:43		550	2672.05	5.480	5.930	5.620	5.210	5.560			15.00	16.00		100%
	20:53	10			5.530	5.970	5.650	5.250	5.600						
	21:03	10			5.530	5.970	5.680	5.270	5.613						
	21:08		825	4008.08	7.360	7.810	7.360	6.980	7.378			15.00	16.20		150%
	21:18	10			7.400	7.870	7.400	7.020	7.423						
	21:28	10			7.420	7.880	7.410	7.030	7.435						
	21:32		1100	5344.11	9.100	9.560	8.960	8.590	9.053			15.00	16.30		200%
	21:42	10			9.200	9.670	9.070	8.680	9.155						
	21:52	10			9.200	7.880	9.070	8.680	8.708						
	21:57		1237.5	6012.12	10.400	10.900	10.350	9.870	10.380			15.00	16.40		225%
	22:07	10			10.480	10.980	10.410	9.920	10.448						
	22:17	10			10.480	11.030	10.460	9.970	10.485						
	22:27	10			10.510	11.060	10.500	10.000	10.518						
	22:37	10			10.540	11.090	10.530	10.040	10.550						
	22:47	10			10.600	10.090	10.530	10.040	10.315						
	22:57	10			10.600	11.100	10.550	10.050	10.575						
18-Jul-08	23:03		1375	6680.14	11.900	12.450	11.900	11.320	11.893			15.00	16.60		250%
	23:13	10			12.090	12.640	12.050	11.500	12.070						
	23:23	10			12.150	12.700	12.120	11.550	12.130						
	23:33	10			12.180	12.730	12.150	11.580	12.160						
	23:43	10			12.210	12.750	12.180	11.600	12.185						
	23:53	10			12.230	12.770	12.210	11.620	12.208						
	0:03	10			12.260	12.800	12.230	11.620	12.228						
	0:13	10			12.270	12.810	12.240	11.670	12.248						
	0:23	10			12.280	12.820	12.270	11.680	12.263						
	0:33	10			12.300	12.840	12.290	11.710	12.285						
	0:43	10			12.300	12.850	12.290	11.710	12.288						
	0:53	10			12.310	12.860	12.290	11.720	12.295						
	1:23	30			12.350	12.880	12.330	11.740	12.325						
	1:53	30			12.390	12.970	12.420	11.830	12.403						
	2:23	30			12.410	13.010	12.430	11.840	12.423						
	2:53	30			12.410	13.030	12.460	11.870	12.443						
	3:23	30			12.440	13.030	12.460	11.880	12.453						
	3:53	30			12.450	13.030	12.460	11.880	12.455						
	4:23	30			12.450	13.030	12.460	11.880	12.455						
	4:53	30			12.460	13.040	12.460	11.900	12.465						
	5:23	30			12.460	13.050	12.470	11.900	12.470						
	5:53	30			12.450	13.050	12.470	11.900	12.468						
	6:23	30			12.460	13.050	12.470	11.900	12.470						
	6:53	30			12.560	13.150	12.550	11.990	12.563						
	7:23	30			12.600	13.190	12.610	12.050	12.613						
	7:53	30			12.650	13.240	12.650	12.110	12.663						
	8:23	30			12.700	13.260	12.670	12.160	12.698						
	8:53	30			12.790	13.350	12.710	12.080	12.733						

	9:23	30			12.970	13.410	12.740	12.120	12.810							
	9:53	30			12.970	13.360	12.780	12.140	12.813							
	10:23	30			12.890	13.360	12.790	12.160	12.800							
	10:53	30			12.830	13.350	12.820	12.180	12.795							
	10:55		1237.5	6012.12	12.820	13.350	12.820	12.180	12.793			15.00	16.75			225%
	11:05	10			12.820	13.350	12.820	12.180	12.793							
	11:15	10			12.820	13.350	12.820	12.190	12.795							
	11:25	10			12.820	13.350	12.820	12.180	12.793							
	11:35	10			12.820	13.350	12.820	12.170	12.790							
	11:45	10			12.820	13.350	12.820	12.180	12.793							
	11:55	10			12.820	13.350	12.820	12.180	12.793							
	11:57		1100	5344.11	12.820	13.350	12.820	12.180	12.793			15.00	16.75			200%
	12:07	10			12.780	13.350	12.820	12.180	12.783							
	12:17	10			12.780	13.350	12.820	12.180	12.783							
	12:27	10			12.780	13.350	12.820	12.170	12.780							
	12:37	10			12.780	13.350	12.820	12.180	12.783							
	12:47	10			12.770	13.360	12.820	12.180	12.783							
	12:57	10			12.780	13.370	12.830	12.190	12.793							
	12:59		825	4008.08	11.650	12.280	11.860	11.110	11.725			15.00	16.60			150%
	13:09	10			11.600	12.250	11.820	11.090	11.690							
	13:19	10			11.600	12.250	11.830	11.100	11.695							
	13:29	10			11.600	12.250	11.830	11.100	11.695							
	13:39	10			11.570	12.220	11.790	11.080	11.665							
	13:49	10			11.570	12.220	11.790	11.080	11.665							
	13:59	10			11.570	12.220	11.790	11.080	11.665							
	14:01		550	2672.05	9.550	10.170	9.910	9.210	9.710			15.00	16.45			100%
	14:11	10			9.490	10.110	9.850	9.150	9.650							
	14:21	10			9.490	10.090	9.840	9.150	9.643							
	14:31	10			9.490	10.070	9.820	9.130	9.628							
	14:41	10			9.440	10.070	9.800	9.120	9.608							
	14:51	10			9.440	10.100	9.860	9.180	9.645							
	15:01	10			9.440	10.100	9.860	9.180	9.645							
	15:02		275	1336.03	7.180	7.780	7.770	7.060	7.448			15.00	16.20			50%
	15:12	10			7.180	7.720	7.650	7.000	7.388							
	15:22	10			7.120	7.710	7.650	7.000	7.370							
	15:32	10			7.100	7.720	7.670	7.020	7.378							
	15:42	10			7.090	7.720	7.690	7.030	7.383							
	15:52	10			7.100	7.720	7.690	7.030	7.385							
	16:02	10			7.100	7.720	7.690	7.020	7.383							
	16:04		0	0	3.600	3.700	3.740	3.510	3.638			15.00	16.00			0%
	16:14	10			3.490	3.580	3.620	3.410	3.525							
	16:24	10			3.400	3.480	3.510	3.310	3.425							
	16:34	10			3.320	3.410	3.440	3.250	3.355							
	16:44	10			3.330	3.400	3.440	3.250	3.355							
	16:54	10			3.330	3.400	3.440	3.250	3.355							
	17:04	10			3.260	3.330	3.360	3.150	3.275							
	17:14	10			3.240	3.290	3.320	3.120	3.243							
	17:24	10			3.180	3.240	3.280	3.080	3.195							
	17:34	10			3.150	3.200	3.210	3.050	3.153							
	17:44	10			3.100	3.190	3.210	3.040	3.135							
	17:54	10			3.090	3.170	3.200	3.040	3.125							
	18:04	10			3.080	3.160	3.190	3.030	3.115							

Tabel B.8. Hasil Uji Tekan Beton TP-01

<b>COMPRESSION TEST ON CONCRETE SPECIMEN</b>						
<b>CLIENT:</b>					<b>LAB. REF.:</b> 21074	
<b>PROJECT &amp; LOCATION :</b>						
<b>SOURCE OF SPECIMEN :</b>						
<b>TYPE OF SPECIMEN :</b> CYLINDER						
<b>NOM. SIZE OF SPECIMEN :</b> Ø:150 MM; H:300 MM						
<b>CONCRETE GRADE :</b> f <sub>c</sub> ' = 42 MPa						
The results of tests are recorded hereunder:						
SPECIMEN'S MARK	DATE OF CASTING	DATE OF TESTING	AGE AT TEST IN DAYS	SPECIMEN'S ACTUAL SIZE IN CM	DENSITY IN GRMS/CM <sup>3</sup>	CRUSHING STRENGTH IN MPA
I. TP-01	16-06-08	14-07-08	28	Ø:15; H:30	2.34	46.67
"	"	"	28	"	2.34	45.25
II	"	"	28	"	2.33	45.54
"	"	"	28	"	2.34	46.95
Remarks:					Jakarta, 14 Juli 2008	
					(                    )	

Tabel B.9. Parameter Elastis Beberapa Jenis Tanah

Type	Strength of soil	Elastic modulus, E (MPa)	
		Short term	Long term
Gravel	Loose	25-50	
	Medium	50-100	
	Dense	100-200	
Medium to coarse sand	Very loose	<5	
	Loose	3-10	
	Medium dense	8-30	
	Dense	25-50	
	Very dense	40-100	
Fine sand	Loose	5-10	
	Medium	10-25	
	Dense	25-50	
Silt	Soft	<10	<8
	Stiff	10-20	8-15
	Hard	>20	>15
Clay	Very soft	<3	<2
	Soft	2-7	1-5
	Firm	5-12	4-8
	Stiff	10-25	7-20
	Very stiff	20-50	15-35
	Hard	40-80	30-60

Sumber: Table 11.7 Clay parameters from cone penetration test (Burt Look, 2007, p.127)

**Tabel B.10.** Peralihan Model C pada Titik Tinjau

z (m)	Peralihan (mm) pada Beban Puncak Siklus ke-				
	C1	C2	C3	C4	C5
4.00	0.935	2.262	5.076	8.909	15.681
2.00	0.776	1.931	4.568	8.232	14.816
-2.25	0.461	1.255	3.419	6.672	12.841
-6.75	0.240	0.760	2.469	5.347	11.154
-11.25	0.141	0.497	1.782	4.317	9.772
-15.75	0.090	0.369	1.363	3.673	9.004
-19.00	0.065	0.320	1.222	3.445	8.732
-20.00	0.057	0.307	1.193	3.397	8.670
$\Delta y$ (mm) +4,00 ~ -20,00	0.878	1.955	3.883	5.512	7.011

**Tabel B.11.** Persentase Pemendekan Segmen Tiang Model C

z (m)	Beban Puncak Siklus ke-				
	C1	C2	C3	C4	C5
4.00					
2.00	18.16%	16.91%	13.06%	12.29%	12.33%
-2.25	35.85%	34.57%	29.62%	28.30%	28.17%
-6.75	25.11%	25.31%	24.46%	24.04%	24.08%
-11.25	11.26%	13.46%	17.70%	18.69%	19.70%
-15.75	5.91%	6.58%	10.78%	11.68%	10.95%
-19.00	2.81%	2.51%	3.62%	4.14%	3.88%
-20.00	0.90%	0.66%	0.76%	0.87%	0.89%

**Tabel B.12.** Peralihan TP-01 Berdasarkan TT1 dan TT2

z (m)	Peralihan (mm) pada Beban Puncak Siklus ke-				
	C1	C2	C3	C4	C5
TT1 (+4,00m)	1.460	3.520	5.800	8.600	11.880
TT2 (-20,00m)	1.110	2.350	3.480	4.460	5.580
$\Delta y$ (mm) +4,00 ~ -20,00	0.350	1.170	2.320	4.140	6.300

**Tabel B.13.** Estimasi Pemendekan Persegmen TP-01 Berdasarkan Model C

z (m)	Pemendekan (mm) pada Beban Puncak Siklus ke-				
	C1	C2	C3	C4	C5
2.00	0.064	0.198	0.303	0.509	0.777
-2.25	0.125	0.405	0.687	1.172	1.775
-6.75	0.088	0.296	0.567	0.995	1.517
-11.25	0.039	0.157	0.411	0.774	1.241
-15.75	0.021	0.077	0.250	0.483	0.690
-19.00	0.010	0.029	0.084	0.171	0.244
-20.00	0.003	0.008	0.018	0.036	0.056

**Tabel B.14.** Estimasi Peralihan TP-01 pada Titik Tinjau Berdasarkan Model C

z (m)	Peralihan (mm) pada Beban Puncak Siklus ke-				
	C1	C2	C3	C4	C5
4.00	1.460	3.520	5.800	8.600	11.880
2.00	1.396	3.322	5.497	8.091	11.103
-2.25	1.271	2.918	4.810	6.920	9.329
-6.75	1.183	2.622	4.242	5.925	7.812
-11.25	1.144	2.464	3.832	5.151	6.571
-15.75	1.123	2.387	3.582	4.667	5.881
-19.00	1.113	2.358	3.498	4.496	5.636
-20.00	1.110	2.350	3.480	4.460	5.580

**Table 15.a. Output Load-Settlement @pile head (elev. +10,55m) Model PLAXIS V8**

Model A @head		450%DL 2475 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0088	0.420	8.80	1039
5	4	0.0132	0.584	13.25	1447
6	5	0.0177	0.712	17.70	1763
7	6	0.0199	0.763	19.92	1888
8	7	0.0221	0.804	22.15	1989
9	8	0.0244	0.836	24.37	2068
10	9	0.0255	0.850	25.48	2104
11	10	0.0277	0.874	27.71	2164
12	11	0.0299	0.895	29.93	2216
13	12	0.0322	0.913	32.16	2260
14	13	0.0344	0.929	34.38	2299
15	14	0.0366	0.942	36.61	2332
16	15	0.0377	0.949	37.72	2348
17	16	0.0399	0.961	39.94	2380
18	17	0.0422	0.973	42.17	2407
19	18	0.0444	0.983	44.39	2432
20	19	0.0466	0.991	46.62	2453
21	20	0.0489	1.000	48.93	2475

Model B @head		350%DL 1925 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0056	0.407	5.65	784
5	4	0.0172	0.758	17.15	1459
6	5	0.0260	0.853	26.00	1642
7	6	0.0304	0.878	30.42	1690
8	7	0.0348	0.897	34.84	1727
9	8	0.0370	0.903	37.04	1739
10	9	0.0393	0.908	39.25	1749
11	10	0.0415	0.912	41.46	1756
12	11	0.0437	0.915	43.67	1762
13	12	0.0459	0.918	45.88	1766
14	13	0.0503	0.922	50.29	1774
15	14	0.0547	0.925	54.71	1780
16	15	0.0591	0.927	59.12	1785
17	16	0.0635	0.929	63.54	1788
18	17	0.0724	0.932	72.37	1794
19	18	0.0812	0.935	81.20	1799
20	19	0.0900	0.937	90.02	1803
21	20	0.1077	0.940	107.68	1810
22	21	0.1253	0.942	125.34	1814
23	22	0.1430	0.944	142.99	1818
24	23	0.1783	0.948	178.30	1824
25	24	0.2136	0.950	213.61	1829
26	25	0.2842	0.954	284.24	1836
27	26	0.3549	0.955	354.86	1838
28	27	0.4961	0.959	496.10	1847
29	28	0.6373	0.962	637.33	1852
30	29	0.9198	0.966	919.81	1860
31	30	1.2023	0.968	1202.29	1863
32	31	1.7672	0.973	1767.23	1873
33	32	2.3322	0.977	2332.18	1881
34	33	2.8971	0.980	2897.13	1887
35	34	3.4621	0.983	3462.07	1893
36	35	4.5920	0.986	4591.96	1898
37	36	5.1569	0.988	5156.90	1902
38	37	6.2868	0.990	6286.77	1905
39	38	7.4166	0.991	7416.64	1908
40	39	8.5465	0.993	8546.50	1911

Model C @head		375%DL 2062.5 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0020	0.169	1.97	348
5	4	0.0041	0.303	4.07	625
6	5	0.0062	0.417	6.20	860
7	6	0.0073	0.472	7.27	973
8	7	0.0084	0.522	8.35	1076
9	8	0.0106	0.591	10.56	1218
10	9	0.0117	0.622	11.67	1282
11	10	0.0122	0.637	12.23	1314
12	11	0.0133	0.662	13.35	1365
13	12	0.0145	0.683	14.48	1410
14	13	0.0156	0.703	15.61	1450
15	14	0.0167	0.720	16.75	1485
16	15	0.0173	0.729	17.31	1503
17	16	0.0179	0.736	17.89	1518
18	17	0.0185	0.742	18.46	1530
19	18	0.0190	0.748	19.03	1543
20	19	0.0202	0.760	20.18	1567
21	20	0.0208	0.766	20.76	1580
22	21	0.0219	0.778	21.91	1605
23	22	0.0225	0.784	22.48	1618
24	23	0.0236	0.796	23.63	1642
25	24	0.0248	0.808	24.78	1667
26	25	0.0259	0.820	25.93	1691
27	26	0.0271	0.831	27.08	1714
28	27	0.0282	0.842	28.23	1737
29	28	0.0294	0.853	29.38	1759
30	29	0.0297	0.856	29.67	1767
31	30	0.0302	0.864	30.24	1782
32	31	0.0314	0.875	31.40	1804
33	32	0.0325	0.886	32.55	1827
34	33	0.0337	0.896	33.70	1849
35	34	0.0349	0.907	34.85	1872
36	35	0.0360	0.918	36.00	1894
37	36	0.0372	0.929	37.16	1917
38	37	0.0383	0.940	38.31	1940

Model D @head		375%DL 2062.5 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0016	0.177	1.60	365
5	4	0.0033	0.320	3.32	659
6	5	0.0042	0.386	4.19	797
7	6	0.0060	0.484	5.96	998
8	7	0.0069	0.520	6.86	1072
9	8	0.0073	0.534	7.31	1102
10	9	0.0074	0.534	7.43	1102
11	10	0.0075	0.535	7.49	1104
12	11	0.0076	0.538	7.60	1109
13	12	0.0078	0.543	7.83	1119
14	13	0.0081	0.548	8.07	1125
15	14	0.0083	0.547	8.30	1128
16	15	0.0088	0.548	8.78	1131
17	16	0.0089	0.553	8.89	1140
18	17	0.0091	0.561	9.11	1157
19	18	0.0096	0.575	9.57	1186
20	19	0.0105	0.598	10.47	1233
21	20	0.0114	0.617	11.38	1273
22	21	0.0123	0.633	12.30	1305
23	22	0.0141	0.655	14.13	1351
24	23	0.0146	0.661	14.59	1363
25	24	0.0155	0.672	15.51	1385
26	25	0.0164	0.682	16.43	1406
27	26	0.0174	0.691	17.35	1425
28	27	0.0192	0.707	19.19	1458
29	28	0.0201	0.715	20.11	1475
30	29	0.0220	0.730	21.95	1506
31	30	0.0229	0.738	22.87	1522
32	31	0.0247	0.752	24.71	1551
33	32	0.0266	0.768	26.55	1579
34	33	0.0284	0.778	28.39	1605
35	34	0.0302	0.790	30.23	1630
36	35	0.0307	0.793	30.69	1636
37	36	0.0316	0.799	31.61	1648
38	37	0.0335	0.810	33.46	1671
39	38	0.0353	0.821	35.30	1693
40	39	0.0371	0.831	37.14	1714

**Table 15.b. Output Load-Settlement @COL (elev. +4,50m) Model PLAXIS V8**

Model A @COL		450%DL 2475 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0068	0.420	6.83	1039
5	4	0.0105	0.584	10.49	1447
6	5	0.0143	0.712	14.30	1763
7	6	0.0163	0.763	16.26	1888
8	7	0.0183	0.804	18.28	1989
9	8	0.0203	0.836	20.33	2068
10	9	0.0214	0.850	21.37	2104
11	10	0.0235	0.874	23.47	2164
12	11	0.0256	0.895	25.58	2216
13	12	0.0277	0.913	27.71	2260
14	13	0.0299	0.929	29.85	2299
15	14	0.0320	0.942	32.00	2332
16	15	0.0331	0.949	33.08	2348
17	16	0.0352	0.961	35.24	2380
18	17	0.0374	0.973	37.41	2407
19	18	0.0396	0.983	39.58	2432
20	19	0.0418	0.991	41.76	2453
21	20	0.0440	1.000	44.02	2475

Model B @COL		350%DL 1925 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0044	0.407	4.41	784
5	4	0.0120	0.758	12.00	1459
6	5	0.0168	0.853	16.79	1642
7	6	0.0189	0.878	18.88	1690
8	7	0.0208	0.897	20.82	1727
9	8	0.0217	0.903	21.66	1739
10	9	0.0224	0.908	22.40	1749
11	10	0.0230	0.912	23.03	1756
12	11	0.0236	0.915	23.57	1762
13	12	0.0240	0.918	24.04	1766
14	13	0.0249	0.922	24.87	1774
15	14	0.0256	0.925	25.63	1780
16	15	0.0263	0.927	26.26	1785
17	16	0.0268	0.929	26.78	1788
18	17	0.0278	0.932	27.75	1794
19	18	0.0287	0.935	28.68	1799
20	19	0.0295	0.937	29.48	1803
21	20	0.0309	0.940	30.93	1810
22	21	0.0322	0.942	32.22	1814
23	22	0.0334	0.944	33.39	1818
24	23	0.0357	0.948	35.69	1824
25	24	0.0378	0.950	37.81	1829
26	25	0.0419	0.954	41.86	1836
27	26	0.0457	0.955	45.69	1838
28	27	0.0531	0.959	53.09	1847
29	28	0.0602	0.962	60.23	1852
30	29	0.0742	0.966	74.16	1860
31	30	0.0878	0.968	87.77	1863
32	31	0.1145	0.973	114.51	1873
33	32	0.1411	0.977	141.11	1881
34	33	0.1676	0.980	167.55	1887

Model C @COL		400%DL 2200 ton			
Point	Step	Uy [m]	Sum-Mstgase	Settl (mm)	DL (ton)
0	0	0.0000	0.000	0.00	0
4	3	0.0013	0.158	1.26	348
5	4	0.0028	0.284	2.79	625
6	5	0.0044	0.391	4.45	860
7	6	0.0053	0.434	5.34	955
8	7	0.0063	0.475	6.25	1044
9	8	0.0072	0.511	7.18	1125
10	9	0.0081	0.545	8.14	1200
11	10	0.0091	0.577	9.11	126

Tabel B.16. Output Tegangan dan Regangan Tiang (Concrete Cluster) Arah y Model PLAXIS V8 pada Beban Puncak dan Beban Nol Siklus Pertama

Model A							Model B							Model C							Model D						
Stress Point	[m]		[%]		[kN/m <sup>2</sup> ]		Stress Point	[m]		[%]		[kN/m <sup>2</sup> ]		Stress Point	[m]		[%]		[kN/m <sup>2</sup> ]		Stress Point	[m]		[%]		[kN/m <sup>2</sup> ]	
	X	Y	$\epsilon_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\epsilon_{yy}$	$\sigma_{yy}$		X	Y	$\epsilon_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\epsilon_{yy}$	$\sigma_{yy}$		X	Y	$\epsilon_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\epsilon_{yy}$	$\sigma_{yy}$		X	Y	$\epsilon_{xx}$	$\sigma_{yy}$	$\epsilon_{yy}$	$\sigma_{yy}$
3933	0.345	10.521	-0.0093	-3484.02	8.53E-05	-9.03	3933	0.345	10.521	-0.0064	-3476.99	5.77E-05	-10.15	3933	0.345	10.521	-0.0093	-3467.90	9.82E-05	40.02	3933	0.345	10.521	-0.0065	-3464.32	6.68E-05	33.77
3934	0.182	10.521	-0.0091	-3421.85	1.08E-04	1.17	3934	0.182	10.521	-0.0064	-3423.42	7.56E-05	1.37	3934	0.182	10.521	-0.0092	-3426.05	-8.07E-06	-9.43	3934	0.182	10.521	-0.0064	-3426.79	4.48E-06	-8.10
3926	0.468	10.515	-0.0087	-3267.00	1.82E-04	27.75	3926	0.468	10.515	-0.0061	-3290.61	1.32E-04	30.39	3926	0.468	10.515	-0.0089	-3313.44	-3.54E-04	-127.80	3926	0.468	10.515	-0.0062	-3324.91	-1.98E-04	-107.52
3927	0.063	10.515	-0.0091	-3414.17	1.09E-04	2.42	3927	0.063	10.515	-0.0064	-3416.86	7.64E-05	2.72	3927	0.063	10.515	-0.0092	-3420.88	-1.34E-05	-15.23	3927	0.063	10.515	-0.0064	-3422.33	1.83E-06	-12.77
4851	0.032	10.439	-0.0092	-3450.16	8.70E-05	-5.25	4851	0.032	10.439	-0.0064	-3448.01	6.01E-05	-5.51	5053	0.032	10.446	-0.0093	-3444.46	5.08E-05	8.52	4851	0.032	10.439	-0.0065	-3445.11	4.34E-05	8.31
3929	0.375	10.413	-0.0092	-3420.01	8.90E-05	-0.07	3929	0.375	10.413	-0.0064	-3422.50	6.11E-05	-0.18	3929	0.375	10.413	-0.0093	-3426.78	5.26E-05	-9.67	3929	0.375	10.413	-0.0065	-3427.46	3.99E-05	-8.47
3930	0.249	10.413	-0.0092	-3435.50	8.50E-05	-3.14	3930	0.249	10.413	-0.0064	-3435.58	5.87E-05	-3.22	3930	0.249	10.413	-0.0093	-3435.68	6.08E-05	-0.15	3930	0.249	10.413	-0.0065	-3435.37	4.44E-05	-0.53
3932	0.473	10.379	-0.0090	-3305.67	1.32E-04	19.15	3932	0.473	10.379	-0.0063	-3324.65	9.38E-05	20.71	3932	0.473	10.379	-0.0091	-3351.90	-1.44E-04	-95.65	3932	0.473	10.379	-0.0063	-3360.37	-7.49E-05	-81.09
3935	0.182	10.379	-0.0094	-3475.22	6.55E-05	-10.55	3935	0.182	10.379	-0.0065	-3469.81	4.40E-05	-11.31	3935	0.182	10.379	-0.0094	-3464.98	1.41E-04	29.83	3935	0.182	10.379	-0.0065	-3462.02	9.11E-05	24.68
4858	0.155	10.315	-0.0093	-3439.91	7.27E-05	-5.78	4858	0.155	10.315	-0.0065	-3439.72	4.99E-05	-5.94	4858	0.155	10.321	-0.0093	-3444.12	9.54E-05	3.90	4858	0.155	10.315	-0.0065	-3442.85	6.38E-05	1.89
3928	0.375	10.274	-0.0092	-3384.09	9.47E-05	3.60	3928	0.375	10.274	-0.0064	-3392.29	6.62E-05	3.93	3928	0.375	10.274	-0.0093	-3409.04	-3.51E-07	-35.58	3928	0.375	10.274	-0.0064	-3411.88	8.38E-06	-30.80
3931	0.473	10.200	-0.0091	-3347.72	1.11E-04	9.14	3931	0.473	10.200	-0.0063	-3361.76	7.82E-05	9.50	3931	0.473	10.200	-0.0092	-3393.58	-6.51E-05	-57.28	3931	0.473	10.200	-0.0064	-3398.59	2.99E-05	-49.37
4859	0.027	10.145	-0.0093	-3423.53	7.13E-05	-5.94	4859	0.027	10.145	-0.0065	-3426.47	4.91E-05	-6.08	5059	0.027	10.182	-0.0093	-3444.75	9.19E-05	-1.61	4859	0.027	10.145	-0.0065	-3442.18	5.66E-05	-6.27
4857	0.318	10.136	-0.0092	-3389.50	8.74E-05	0.16	4857	0.318	10.136	-0.0064	-3397.54	6.08E-05	0.25	5063	0.318	10.142	-0.0093	-3423.58	2.82E-05	-26.36	4857	0.318	10.136	-0.0065	-3425.22	2.38E-05	-23.95
4854	0.125	10.111	-0.0093	-3412.17	7.47E-05	-4.51	4854	0.125	10.111	-0.0064	-3416.92	5.15E-05	-4.57	5056	0.125	10.141	-0.0093	-3439.44	7.71E-05	-9.33	4854	0.125	10.111	-0.0065	-3438.09	4.44E-05	-12.03
3925	0.468	10.069	-0.0091	-3346.63	1.08E-04	6.97	3925	0.468	10.069	-0.0063	-3361.42	7.50E-05	7.20	3925	0.468	10.069	-0.0092	-3406.53	-3.04E-05	-48.22	3925	0.468	10.069	-0.0064	-3410.37	-1.04E-05	-42.33
4850	0.437	9.993	-0.0091	-3352.44	1.02E-04	4.51	4850	0.437	9.993	-0.0063	-3366.69	7.12E-05	4.62	5058	0.251	10.002	-0.0093	-3425.69	1.78E-05	-30.83	4850	0.437	9.993	-0.0064	-3416.70	-5.89E-06	-39.67
4853	0.251	9.973	-0.0092	-3375.99	8.93E-05	-0.39	4853	0.251	9.973	-0.0064	-3386.71	6.21E-05	-0.33	5055	0.437	10.000	-0.0093	-3412.97	-2.24E-05	-44.85	4853	0.251	9.973	-0.0065	-3427.48	1.50E-05	-29.36
4119	0.468	9.924	-0.0091	-3351.76	1.01E-04	3.41	4119	0.468	9.924	-0.0063	-3366.43	7.03E-05	3.43	4119	0.468	9.931	-0.0093	-3417.61	-1.50E-05	-42.38	4119	0.468	9.924	-0.0064	-3420.88	-2.10E-06	-38.02
4856	0.318	9.824	-0.0091	-3354.77	9.65E-05	0.88	4856	0.318	9.824	-0.0063	-3369.31	6.70E-05	0.88	5057	0.125	9.865	-0.0093	-3427.14	6.66E-06	-35.80	4856	0.318	9.824	-0.0064	-3426.51	1.56E-06	-37.22
4852	0.125	9.806	-0.0091	-3359.96	9.30E-05	-0.55	4852	0.125	9.806	-0.0064	-3373.73	6.46E-05	-0.53	5062	0.318	9.861	-0.0093	-3423.27	-5.45E-06	-39.98	4852	0.125	9.806	-0.0065	-3429.13	5.14E-06	-35.52
4126	0.473	9.794	-0.0091	-3347.63	1.00E-04	1.77	4126	0.473	9.794	-0.0063	-3363.44	6.93E-05	1.72	5060	0.027	9.826	-0.0093	-3427.86	6.46E-06	-36.81	4126	0.473	9.794	-0.0064	-3426.03	-1.49E-06	-38.58
4127	0.345	9.766	-0.0091	-3349.23	9.81E-05	0.83	4127	0.345	9.766	-0.0063	-3364.84	6.80E-05	0.81	4127	0.345	9.802	-0.0093	-3423.62	-1.15E-05	-42.22	4127	0.345	9.766	-0.0064	-3427.39	-1.27E-06	-38.88
4122	0.375	9.698	-0.0091	-3343.67	9.94E-05	0.62	4122	0.375	9.698	-0.0063	-3360.39	6.89E-05	0.57	4126	0.473	9.800	-0.0093	-3422.86	-1.33E-05	-42.67	4122	0.375	9.698	-0.0065	-3428.32	3.27E-06	-40.36
4125	0.473	9.615	-0.0090	-3337.12	1.01E-04	0.34	4125	0.473	9.615	-0.0063	-3355.18	6.98E-05	0.24	5061	0.155	9.684	-0.0093	-3428.28	-9.42E-06	-42.65	4125	0.473	9.615	-0.0065	-3431.02	-4.76E-06	-41.73
4855	0.155	9.609	-0.0091	-3341.08	9.78E-05	-0.72	4855	0.155	9.609	-0.0063	-3358.48	6.77E-05	-0.79	4122	0.375	9.728	-0.0093	-3425.16	-1.46E-05	-43.81	4855	0.155	9.609	-0.0065	-3431.94	-3.41E-06	-41.46
4121	0.375	9.560	-0.0090	-3332.40	1.01E-04	-0.09	4121	0.375	9.560	-0.0063	-3352.18	7.00E-05	-0.18	4125	0.473	9.621	-0.0093	-3427.88	-1.74E-05	-45.54	4121	0.375	9.560	-0.0065	-3431.88	-7.12E-06	-43.47
4120	0.249	9.532	-0.0090	-3332.43	1.01E-04	-0.54	4120	0.249	9.532	-0.0063	-3353.49	6.90E-05	-0.76	4120	0.249	9.591	-0.0093	-3428.55	-1.90E-05	-46.49	4120	0.249	9.532	-0.0065	-3432.48	-6.91E-06	-43.49
4118	0.468	9.478	-0.0090	-3324.96	1.03E-04	-0.37	4118	0.468	9.478	-0.0063	-3347.02	7.10E-05	-0.50	4121	0.375	9.589	-0.0093	-3428.27	-1.97E-05	-46.70	4118	0.468	9.478	-0.0065	-3433.84	-8.73E-06	-45.02
4849	0.032	9.458	-0.0090	-3329.81	9.99E-05	-1.59	4849	0.032	9.458	-0.0063	-3349.46	6.91E-05	-1.70	4117	0.063	9.491	-0.0093	-3430.82	-2.25E-05	-48.87	4849	0.032	9.458	-0.0065	-3435.41	-8.52E-06	-44.82
4124	0.345	9.445	-0.0090	-3325.22	1.02E-04	-0.77	4124	0.345	9.445	-0.0063	-3345.64	7.08E-05	-0.89	4118	0.468	9.485	-0.0093	-3430.65	-2.28E-05	-48.68	4124	0.345	9.445	-0.0065	-3434.44	-1.01E-05	-46.02
4123	0.182	9.409	-0.0090	-3324.00	1.02E-04	-1.40	4123	0.182	9.409	-0.0063	-3344.72	7.02E-05	-1.52	4123	0.182	9.484	-0.0093	-3430.97	-2.29E-05	-48.86	4123	0.182	9.409	-0.0065	-3435.59	-1.10E-05	-46.86
4227	0.468	9.408	-0.0090	-3321.88	1.04E-04	-0.72	4227	0.468	9.408	-0.0063	-3342.95	7.16E-05	-0.87	4124	0.345	9.482	-0.0093	-3430.68	-2.33E-05	-48.94	4227	0.468	9.408	-0.0065	-3435.28	-1.06E-05	-46.64
4117	0.063	9.389	-0.0090	-3322.67	1.01E-04	-1.65	4117	0.063	9.389	-0.0063	-3343.66	7.00E-05	-1.77	4117	0.063	9.426	-0.0093	-3432.01	-2.60E-05	-50.47	4117	0.063	9.389	-0.0065	-3436.10	-1.18E-05	-47.58
4235	0.345	9.387	-0.0090	-3320.95	1.03E-04	-1.07	4235	0.345	9.387	-0.0063	-3342.21	7.13E-05	-1.21	4235	0.345	9.423	-0.0093	-3431.86	-2.55E-05	-50.24	4235	0.345	9.387	-0.0065	-3435.72	-1.15E-05	-47.28
4225	0.063	9.351	-0.0090	-3319.16	1.02E-04	-1.67	4225	0.063	9.351	-0.0063	-3340.82	7.07E-05	-1.81	4225	0.063	9.422	-0.0093	-3432.32	-2.63E-05	-50.62	4225	0.063	9.351	-0.0065	-3436.74	-1.30E-05	-48.48
4225	0.063	9.319	-0.0090	-3317.05	1.02E-04	-2.01	4225	0.063	9.319	-0.0063	-3339.15	7.07E-05	-2.15	4227	0.468	9.416	-0.0093	-3432.10	-2.53E-05	-50.22	4225	0.063	9.319	-0.0065	-3437.54	-1.43E-05	-49.40
4230	0.375	9.285	-0.0090	-3313.25	1.04E-04	-1.57	4230	0.375	9.285	-0.0063	-3336.03	7.22E-05	-1.73	5017	0.032	9.355	-0.0093	-3433.53	-2.92E-05	-52.22	4230	0.375	9.285	-0.0065	-3437.90	-1.42E-05	-49.64
4234	0.473	9.273	-0.0090	-3311.77	1.05E-04	-1.31	4234	0.473	9.273	-0.0063	-3334																



4115	0.345	8.632	-0.0088	-3264.74	1.13E-04	-5.29	4115	0.345	8.632	-0.0062	-3296.89	7.76E-05	-5.60	5024	0.027	8.745	-0.0093	-3446.14	-5.28E-05	-66.59	4115	0.345	8.632	-0.0065	-3451.73	-3.16E-05	-65.05
4768	0.125	8.624	-0.0088	-3264.62	1.12E-04	-5.66	4768	0.125	8.624	-0.0062	-3296.82	7.70E-05	-5.96	4115	0.345	8.711	-0.0093	-3446.39	-5.28E-05	-66.91	4768	0.125	8.624	-0.0065	-3452.14	-3.23E-05	-65.50
4110	0.375	8.571	-0.0088	-3260.18	1.14E-04	-5.61	4110	0.375	8.571	-0.0062	-3293.21	7.82E-05	-5.93	4114	0.473	8.702	-0.0093	-3446.29	-5.23E-05	-66.83	4110	0.375	8.571	-0.0065	-3452.97	-3.31E-05	-66.44
	0.027	8.546	-0.0088	-3258.98	1.13E-04	-6.13		0.027	8.546	-0.0062	-3292.26	7.77E-05	-6.45	4110	0.375	8.634	-0.0093	-3447.88	-5.54E-05	-68.63		0.027	8.546	-0.0065	-3453.74	-3.42E-05	-67.27
4113	0.473	8.509	-0.0088	-3255.44	1.15E-04	-5.90	4113	0.473	8.509	-0.0062	-3289.37	7.89E-05	-6.23	5025	0.155	8.602	-0.0093	-3448.79	-5.73E-05	-69.66	4113	0.473	8.509	-0.0065	-3454.24	-3.46E-05	-67.85
4771	0.155	8.433	-0.0088	-3250.51	1.15E-04	-6.69	4771	0.155	8.433	-0.0062	-3285.38	7.89E-05	-7.03		0.182	8.543	-0.0093	-3449.90	-5.92E-05	-70.94	4771	0.155	8.433	-0.0065	-3455.99	-3.68E-05	-69.78
4109	0.375	8.432	-0.0088	-3250.08	1.15E-04	-6.50	4109	0.375	8.432	-0.0062	-3285.03	7.93E-05	-6.85	4113	0.473	8.523	-0.0093	-3450.10	-5.93E-05	-71.20	4109	0.375	8.432	-0.0065	-3455.91	-3.68E-05	-69.70
	0.182	8.381	-0.0088	-3246.62	1.15E-04	-6.98		0.182	8.381	-0.0062	-3282.22	7.94E-05	-7.33	4108	0.249	8.504	-0.0093	-3450.61	-6.04E-05	-71.76		0.182	8.381	-0.0065	-3457.05	-3.80E-05	-70.97
4108	0.249	8.377	-0.0088	-3246.26	1.15E-04	-6.96	4108	0.249	8.377	-0.0061	-3281.93	7.95E-05	-7.31	4109	0.375	8.496	-0.0093	-3450.70	-6.04E-05	-71.87	4108	0.249	8.377	-0.0065	-3457.12	-3.81E-05	-71.04
4106	0.468	8.371	-0.0088	-3245.45	1.16E-04	-6.84	4106	0.468	8.371	-0.0061	-3281.29	7.98E-05	-7.20	5018	0.032	8.485	-0.0093	-3451.09	-6.14E-05	-72.31	4106	0.468	8.371	-0.0065	-3457.20	-3.81E-05	-71.14
4112	0.345	8.311	-0.0087	-3241.34	1.16E-04	-7.33	4112	0.345	8.311	-0.0061	-3277.94	8.01E-05	-7.69	4105	0.063	8.415	-0.0093	-3452.47	-6.38E-05	-73.90	4112	0.345	8.311	-0.0065	-3458.46	-3.97E-05	-72.54
4215	0.468	8.301	-0.0087	-3240.40	1.17E-04	-7.30	4215	0.468	8.301	-0.0061	-3277.19	8.04E-05	-7.67	4111	0.182	8.401	-0.0093	-3452.72	-6.42E-05	-74.19	4215	0.468	8.301	-0.0065	-3458.69	-4.00E-05	-72.79
4765	0.032	8.255	-0.0087	-3237.58	1.17E-04	-7.84	4765	0.032	8.255	-0.0061	-3274.88	8.02E-05	-8.21	4112	0.345	8.390	-0.0093	-3452.85	-6.43E-05	-74.36	4765	0.032	8.255	-0.0065	-3459.71	-4.13E-05	-73.93
4223	0.345	8.252	-0.0087	-3237.13	1.17E-04	-7.73	4223	0.345	8.252	-0.0061	-3274.52	8.05E-05	-8.11	4106	0.468	8.387	-0.0093	-3452.90	-6.44E-05	-74.43	4223	0.345	8.252	-0.0065	-3459.71	-4.12E-05	-73.93
4111	0.182	8.239	-0.0087	-3236.39	1.17E-04	-7.92	4111	0.182	8.239	-0.0061	-3273.92	8.04E-05	-8.30	4213	0.063	8.346	-0.0093	-3453.86	-6.62E-05	-75.49	4111	0.182	8.239	-0.0065	-3460.05	-4.16E-05	-74.29
4105	0.063	8.192	-0.0087	-3233.10	1.17E-04	-8.29	4105	0.063	8.192	-0.0061	-3271.25	8.06E-05	-8.67		0.182	8.343	-0.0093	-3453.87	-6.62E-05	-75.51	4105	0.063	8.192	-0.0065	-3461.07	-4.29E-05	-75.43
	0.182	8.181	-0.0087	-3232.16	1.17E-04	-8.30		0.182	8.181	-0.0061	-3270.48	8.08E-05	-8.69	4223	0.345	8.332	-0.0093	-3454.04	-6.64E-05	-75.73		0.182	8.181	-0.0065	-3461.27	-4.31E-05	-75.65
4222	0.473	8.168	-0.0087	-3230.82	1.18E-04	-8.23	4222	0.473	8.168	-0.0061	-3269.43	8.13E-05	-8.62	4215	0.468	8.317	-0.0093	-3454.33	-6.69E-05	-76.05	4222	0.473	8.168	-0.0065	-3461.48	-4.33E-05	-75.89
4218	0.375	8.158	-0.0087	-3230.30	1.18E-04	-8.36	4218	0.375	8.158	-0.0061	-3268.99	8.12E-05	-8.75	4921	0.032	8.281	-0.0093	-3455.13	-6.84E-05	-76.96	4218	0.375	8.158	-0.0065	-3461.72	-4.36E-05	-76.15
4213	0.063	8.123	-0.0087	-3228.06	1.18E-04	-8.72	4213	0.063	8.123	-0.0061	-3267.15	8.12E-05	-9.12	4216	0.249	8.230	-0.0093	-3455.15	-7.02E-05	-78.13	4213	0.063	8.123	-0.0065	-3462.49	-4.46E-05	-77.01
4216	0.249	8.103	-0.0087	-3226.47	1.18E-04	-8.81	4216	0.249	8.103	-0.0061	-3265.87	8.14E-05	-9.21	4218	0.375	8.222	-0.0093	-3456.29	-7.05E-05	-78.30	4216	0.249	8.103	-0.0065	-3462.92	-4.51E-05	-77.48
4201	0.063	8.054	-0.0087	-3223.07	1.19E-04	-9.20	4201	0.063	8.054	-0.0061	-3263.10	8.17E-05	-9.61	4219	0.182	8.201	-0.0093	-3456.73	-7.12E-05	-78.80	4201	0.063	8.054	-0.0065	-3463.97	-4.63E-05	-78.64
4219	0.182	8.039	-0.0087	-3222.00	1.19E-04	-9.28	4219	0.182	8.039	-0.0061	-3262.23	8.18E-05	-9.69	4222	0.473	8.181	-0.0093	-3457.08	-7.18E-05	-79.21	4219	0.182	8.039	-0.0065	-3464.25	-4.66E-05	-78.95
4217	0.375	8.019	-0.0087	-3220.37	1.19E-04	-9.34	4217	0.375	8.019	-0.0061	-3260.93	8.21E-05	-9.75		0.155	8.147	-0.0093	-3457.84	-7.32E-05	-80.07	4217	0.375	8.019	-0.0065	-3464.65	-4.71E-05	-79.40
4729	0.032	7.998	-0.0087	-3219.11	1.19E-04	-9.59	4729	0.032	7.998	-0.0061	-3259.88	8.20E-05	-10.01	4217	0.375	8.083	-0.0093	-3459.11	-7.55E-05	-81.53	4729	0.032	7.998	-0.0065	-3465.10	-4.77E-05	-79.90
4221	0.473	7.988	-0.0087	-3218.01	1.20E-04	-9.50	4221	0.473	7.988	-0.0061	-3259.02	8.24E-05	-9.92	4927	0.027	8.026	-0.0093	-3460.28	-7.76E-05	-82.86	4221	0.473	7.988	-0.0065	-3465.27	-4.79E-05	-80.09
	0.182	7.981	-0.0087	-3217.82	1.20E-04	-9.69		0.182	7.981	-0.0061	-3258.83	8.22E-05	-10.12	4220	0.345	8.011	-0.0093	-3460.58	-7.81E-05	-83.22		0.182	7.981	-0.0065	-3465.48	-4.81E-05	-80.31
4220	0.345	7.932	-0.0087	-3214.15	1.20E-04	-9.98	4220	0.345	7.932	-0.0061	-3255.86	8.26E-05	-10.41	4221	0.473	8.002	-0.0093	-3460.71	-7.83E-05	-83.38	4220	0.345	7.932	-0.0065	-3466.49	-4.93E-05	-81.45
4211	0.345	7.873	-0.0086	-3210.00	1.21E-04	-10.41	4211	0.345	7.873	-0.0061	-3252.49	8.30E-05	-10.85	4924	0.125	7.976	-0.0093	-3461.30	-7.93E-05	-84.04	4211	0.345	7.873	-0.0065	-3467.72	-5.08E-05	-82.81
4214	0.468	7.856	-0.0086	-3208.55	1.21E-04	-10.46	4214	0.468	7.856	-0.0061	-3251.32	8.32E-05	-10.91	4931	0.318	7.956	-0.0093	-3461.67	-8.00E-05	-84.48	4214	0.468	7.856	-0.0065	-3468.11	-5.13E-05	-83.26
4207	0.182	7.839	-0.0086	-3207.76	1.21E-04	-10.72	4207	0.182	7.839	-0.0061	-3250.65	8.30E-05	-11.17	4214	0.468	7.872	-0.0093	-3463.39	-8.31E-05	-86.46	4207	0.182	7.839	-0.0065	-3468.44	-5.16E-05	-83.60
4204	0.249	7.828	-0.0086	-3206.92	1.21E-04	-10.78	4204	0.249	7.828	-0.0061	-3249.98	8.31E-05	-11.23	4926	0.251	7.829	-0.0093	-3464.27	-8.45E-05	-87.45	4204	0.249	7.828	-0.0065	-3468.69	-5.19E-05	-83.87
	0.155	7.793	-0.0086	-3204.46	1.21E-04	-11.08		0.155	7.793	-0.0061	-3247.96	8.33E-05	-11.53	4923	0.437	7.807	-0.0093	-3464.68	-8.52E-05	-87.94		0.155	7.793	-0.0065	-3469.45	-5.28E-05	-84.71
4203	0.468	7.786	-0.0086	-3203.65	1.22E-04	-10.98	4203	0.468	7.786	-0.0061	-3247.33	8.36E-05	-11.43	4203	0.468	7.736	-0.0093	-3466.18	-8.80E-05	-89.64	4203	0.468	7.786	-0.0065	-3469.58	-5.29E-05	-84.87
4206	0.375	7.745	-0.0086	-3200.93	1.22E-04	-11.35	4206	0.375	7.745	-0.0061	-3245.09	8.37E-05	-11.81	4925	0.125	7.710	-0.0093	-3466.69	-8.88E-05	-90.20	4206	0.375	7.745	-0.0065	-3470.43	-5.40E-05	-85.81
4735	0.027	7.708	-0.0086	-3198.50	1.22E-04	-11.74	4735	0.027	7.708	-0.0061	-3243.10	8.37E-05	-12.20	4930	0.318	7.685	-0.0093	-3467.18	-8.97E-05	-90.77	4735	0.027	7.708	-0.0065	-3471.24	-5.50E-05	-86.69
4210	0.473	7.647	-0.0086	-3193.84	1.23E-04	-12.03	4210	0.473	7.647	-0.0061	-3239.35	8.44E-05	-12.51	4928	0.027	7.683	-0.0093	-3467.25	-8.98E-05	-90.84	4210	0.473	7.647	-0.0065	-3472.50	-5.65E-05	-88.10
4732	0.125	7.609	-0.0086	-3191.52	1.23E-04	-12.48	4732	0.125	7.609	-0.0060	-3237.42	8.43E-05	-12.96	4211	0.345	7.625	-0.0093	-3468.41	-9.19E-05	-92.18	4732	0.125	7.609	-0.0065	-3473.33	-5.74E-05	-89.01
4205	0.375	7.606	-0.0086	-3191.14	1.23E-04	-12.41	4205	0.375	7.606	-0.0060	-3237.13	8.45E-05	-12.89	4210	0.473	7.604	-0.0093	-3468.81	-9.25E-05	-92.64	4205	0.375	7.606	-0.0065	-3473.37	-5.75E-05	-89.06
4208	0.345	7.552	-0.0086	-3187.38	1.23E-04	-12.85	4208	0.345	7.552	-0.0060	-3234.06	8.47E-05	-13.33	4206	0.375	7.546	-0.0093	-3470.03	-9.47E-05	-94.03	4208	0.345	7.552	-0.0065	-3474.51	-5.88E-05	-90.32
4739	0.318	7.506	-0.0086	-3184.13	1.24E-04	-13.23	4739	0.318	7.506	-0.0060	-3231.41	8.49E-05	-13.72	4929	0.155	7.532	-0.0093	-3470.33	-9.52E-05	-94.35	4739	0.318	7.506	-0.0065	-3475.50	-6.00E-05	

4155	0.468	6.603	-0.0084	-3121.75	1.29E-04	-20.95	4155	0.468	6.603	-0.0059	-3180.37	8.84E-05	-21.54	4178	0.468	6.774	-0.0094	-3485.78	-1.22E-04	-111.94	4155	0.468	6.603	-0.0065	-3494.62	-8.25E-05	-112.47
4470	0.125	6.564	-0.0084	-3119.26	1.29E-04	-21.50	4470	0.125	6.564	-0.0059	-3178.29	8.82E-05	-22.08	4854	0.251	6.756	-0.0094	-3486.21	-1.23E-04	-112.38	4470	0.125	6.564	-0.0065	-3495.55	-8.35E-05	-113.46
4475	0.027	6.533	-0.0084	-3117.18	1.29E-04	-21.81	4475	0.027	6.533	-0.0059	-3176.57	8.82E-05	-22.39	4851	0.437	6.714	-0.0094	-3487.01	-1.24E-04	-113.32	4475	0.027	6.533	-0.0065	-3496.21	-8.43E-05	-114.18
4469	0.251	6.508	-0.0083	-3115.44	1.29E-04	-21.99	4469	0.251	6.508	-0.0059	-3175.15	8.84E-05	-22.58	4853	0.125	6.654	-0.0094	-3488.34	-1.26E-04	-114.77	4469	0.251	6.508	-0.0065	-3496.71	-8.49E-05	-114.73
4162	0.473	6.477	-0.0083	-3113.16	1.29E-04	-22.15	4162	0.473	6.477	-0.0059	-3173.31	8.87E-05	-22.75	4167	0.468	6.640	-0.0094	-3488.55	-1.27E-04	-115.05	4162	0.473	6.477	-0.0065	-3497.29	-8.55E-05	-115.39
4472	0.318	6.404	-0.0083	-3108.35	1.29E-04	-22.97	4472	0.318	6.404	-0.0059	-3169.33	8.86E-05	-23.56	4856	0.027	6.638	-0.0094	-3488.68	-1.27E-04	-115.14	4472	0.318	6.404	-0.0065	-3498.90	-8.74E-05	-117.14
4163	0.345	6.364	-0.0083	-3105.55	1.29E-04	-23.36	4163	0.345	6.364	-0.0059	-3167.03	8.87E-05	-23.95	4858	0.318	6.608	-0.0094	-3489.25	-1.28E-04	-115.81	4163	0.345	6.364	-0.0065	-3499.76	-8.84E-05	-118.09
4158	0.375	6.316	-0.0083	-3102.32	1.29E-04	-23.81	4158	0.375	6.316	-0.0059	-3164.37	8.88E-05	-24.41	4175	0.345	6.545	-0.0094	-3490.55	-1.30E-04	-117.28	4158	0.375	6.316	-0.0065	-3500.77	-8.95E-05	-119.18
4161	0.473	6.297	-0.0083	-3100.98	1.30E-04	-23.92	4161	0.473	6.297	-0.0059	-3163.29	8.90E-05	-24.52	4174	0.473	6.508	-0.0094	-3491.24	-1.31E-04	-118.08	4161	0.473	6.297	-0.0065	-3501.12	-8.99E-05	-119.57
4468	0.125	6.258	-0.0083	-3098.48	1.29E-04	-24.52	4468	0.125	6.258	-0.0059	-3161.19	8.86E-05	-25.10	4857	0.155	6.476	-0.0094	-3492.03	-1.33E-04	-118.92	4468	0.125	6.258	-0.0065	-3502.07	-9.11E-05	-120.60
4157	0.375	6.177	-0.0083	-3092.89	1.30E-04	-25.23	4157	0.375	6.177	-0.0059	-3156.61	8.89E-05	-25.82	4170	0.375	6.462	-0.0094	-3492.25	-1.33E-04	-119.19	4157	0.375	6.177	-0.0065	-3503.73	-9.29E-05	-122.41
4154	0.468	6.157	-0.0083	-3091.46	1.30E-04	-25.36	4154	0.468	6.157	-0.0059	-3155.44	8.91E-05	-25.96	4182	0.182	6.413	-0.0094	-3493.32	-1.35E-04	-120.37	4154	0.468	6.157	-0.0065	-3504.12	-9.33E-05	-122.84
4191	0.468	6.088	-0.0083	-3086.73	1.30E-04	-26.09	4191	0.468	6.088	-0.0059	-3151.54	8.91E-05	-26.68	4850	0.032	6.386	-0.0094	-3493.90	-1.36E-04	-121.02	4191	0.468	6.088	-0.0065	-3505.61	-9.50E-05	-124.46
4471	0.155	6.082	-0.0083	-3086.44	1.29E-04	-26.36	4471	0.155	6.082	-0.0059	-3151.27	8.87E-05	-26.93	4173	0.473	6.328	-0.0094	-3494.96	-1.38E-04	-122.24	4471	0.155	6.082	-0.0065	-3505.87	-9.54E-05	-124.74
4156	0.249	6.066	-0.0082	-3085.39	1.29E-04	-26.48	4156	0.249	6.066	-0.0059	-3150.42	8.88E-05	-27.05	4169	0.375	6.323	-0.0094	-3495.12	-1.38E-04	-122.41	4156	0.249	6.066	-0.0065	-3506.17	-9.57E-05	-125.06
4160	0.345	6.043	-0.0082	-3083.74	1.30E-04	-26.67	4160	0.345	6.043	-0.0058	-3149.06	8.89E-05	-27.25	4165	0.063	6.311	-0.0094	-3495.45	-1.39E-04	-122.76	4160	0.345	6.043	-0.0065	-3506.62	-9.62E-05	-125.57
4199	0.345	5.984	-0.0082	-3079.76	1.30E-04	-27.30	4199	0.345	5.984	-0.0058	-3148.97	8.87E-05	-27.36	4171	0.182	6.271	-0.0094	-3496.26	-1.40E-04	-123.67	4199	0.345	5.984	-0.0065	-3506.74	-9.64E-05	-125.69
4198	0.473	5.956	-0.0082	-3077.80	1.30E-04	-27.49	4198	0.473	5.956	-0.0058	-3144.18	8.91E-05	-28.07	4189	0.063	6.242	-0.0094	-3496.89	-1.41E-04	-124.39	4198	0.473	5.956	-0.0065	-3507.88	-9.76E-05	-126.94
4194	0.375	5.903	-0.0082	-3074.25	1.30E-04	-28.17	4194	0.375	5.903	-0.0058	-3141.23	8.89E-05	-28.74	4172	0.345	6.224	-0.0094	-3497.18	-1.41E-04	-124.71	4194	0.375	5.903	-0.0065	-3508.41	-9.81E-05	-127.50
4159	0.182	5.899	-0.0082	-3074.01	1.29E-04	-28.33	4159	0.182	5.899	-0.0058	-3141.02	8.87E-05	-28.89	4182	0.182	6.213	-0.0094	-3497.47	-1.42E-04	-125.03	4194	0.375	5.903	-0.0065	-3509.60	-9.95E-05	-128.81
4465	0.032	5.849	-0.0082	-3070.60	1.29E-04	-28.93	4465	0.032	5.849	-0.0058	-3138.19	8.86E-05	-29.48	4166	0.468	6.194	-0.0094	-3497.75	-1.42E-04	-125.37	4465	0.032	5.849	-0.0065	-3509.80	-9.98E-05	-129.01
4153	0.063	5.800	-0.0082	-3067.28	1.29E-04	-29.47	4153	0.063	5.800	-0.0058	-3137.71	8.86E-05	-29.54	4813	0.032	6.187	-0.0094	-3498.04	-1.43E-04	-125.66	4465	0.032	5.849	-0.0065	-3510.94	-1.01E-04	-130.24
4192	0.249	5.792	-0.0082	-3066.71	1.29E-04	-29.50	4192	0.249	5.792	-0.0058	-3134.98	8.87E-05	-30.05	4199	0.345	6.166	-0.0094	-3498.39	-1.43E-04	-126.07	4153	0.063	5.800	-0.0065	-3511.03	-1.01E-04	-130.38
4197	0.473	5.777	-0.0082	-3065.55	1.30E-04	-29.51	4197	0.473	5.777	-0.0058	-3134.05	8.90E-05	-30.07	4191	0.468	6.124	-0.0094	-3499.18	-1.45E-04	-126.96	4192	0.249	5.792	-0.0065	-3512.11	-1.02E-04	-131.47
4193	0.375	5.765	-0.0082	-3064.76	1.29E-04	-29.74	4193	0.375	5.765	-0.0058	-3133.38	8.88E-05	-30.29	4195	0.182	6.071	-0.0094	-3500.42	-1.47E-04	-128.32	4193	0.375	5.765	-0.0065	-3512.20	-1.02E-04	-131.69
4189	0.063	5.731	-0.0082	-3062.56	1.29E-04	-30.26	4189	0.063	5.731	-0.0058	-3131.54	8.85E-05	-30.79	4194	0.375	6.049	-0.0094	-3500.81	-1.47E-04	-128.77	4189	0.063	5.731	-0.0065	-3512.57	-1.03E-04	-132.05
4195	0.182	5.699	-0.0082	-3060.37	1.29E-04	-30.60	4195	0.182	5.699	-0.0058	-3129.74	8.85E-05	-31.13	4194	0.155	6.025	-0.0094	-3501.39	-1.49E-04	-129.44	4195	0.182	5.699	-0.0065	-3513.60	-1.04E-04	-132.93
4196	0.345	5.663	-0.0082	-3057.82	1.29E-04	-30.95	4196	0.345	5.663	-0.0058	-3127.63	8.86E-05	-31.48	4819	0.027	5.942	-0.0094	-3503.18	-1.51E-04	-131.37	4196	0.345	5.663	-0.0065	-3514.76	-1.05E-04	-134.45
4141	0.063	5.661	-0.0082	-3057.76	1.29E-04	-31.07	4141	0.063	5.661	-0.0058	-3127.57	8.84E-05	-31.59	4193	0.375	5.910	-0.0094	-3503.69	-1.52E-04	-131.99	4141	0.063	5.661	-0.0065	-3515.19	-1.05E-04	-134.50
4190	0.468	5.642	-0.0082	-3056.31	1.29E-04	-31.09	4190	0.468	5.642	-0.0058	-3126.40	8.87E-05	-31.62	4816	0.125	5.868	-0.0094	-3504.75	-1.54E-04	-133.07	4190	0.468	5.642	-0.0065	-3515.00	-1.06E-04	-134.89
4151	0.345	5.605	-0.0081	-3053.81	1.29E-04	-31.66	4151	0.345	5.605	-0.0058	-3124.31	8.84E-05	-32.17	4196	0.345	5.845	-0.0094	-3505.07	-1.55E-04	-133.55	4151	0.345	5.605	-0.0065	-3515.60	-1.06E-04	-134.88
4825	0.032	5.592	-0.0081	-3053.14	1.29E-04	-31.79	4825	0.032	5.592	-0.0058	-3123.76	8.84E-05	-32.32	4197	0.473	5.808	-0.0094	-3505.73	-1.55E-04	-134.26	4825	0.032	5.592	-0.0065	-3515.99	-1.07E-04	-135.86
4143	0.468	5.572	-0.0081	-3051.42	1.29E-04	-31.98	4143	0.468	5.572	-0.0058	-3122.35	8.85E-05	-32.48	4823	0.318	5.798	-0.0094	-3506.07	-1.56E-04	-134.62	4143	0.468	5.572	-0.0065	-3516.42	-1.07E-04	-136.53
4144	0.249	5.518	-0.0081	-3047.96	1.28E-04	-32.73	4144	0.249	5.518	-0.0058	-3119.47	8.82E-05	-33.23	4818	0.251	5.693	-0.0094	-3508.38	-1.60E-04	-137.15	4144	0.249	5.518	-0.0065	-3516.87	-1.07E-04	-137.89
4147	0.182	5.499	-0.0081	-3046.74	1.28E-04	-32.95	4147	0.182	5.499	-0.0058	-3118.46	8.81E-05	-33.44	4190	0.468	5.679	-0.0094	-3508.36	-1.60E-04	-137.27	4147	0.182	5.499	-0.0065	-3517.18	-1.09E-04	-138.09
4146	0.375	5.490	-0.0081	-3045.91	1.28E-04	-33.05	4146	0.375	5.490	-0.0058	-3117.77	8.82E-05	-33.53	4815	0.437	5.623	-0.0094	-3509.49	-1.62E-04	-138.65	4146	0.375	5.490	-0.0065	-3518.36	-1.10E-04	-138.64
4155	0.468	5.441	-0.0081	-3042.69	1.28E-04	-33.64	4155	0.468	5.441	-0.0058	-3115.10	8.80E-05	-34.13	4820	0.125	5.611	-0.0094	-3510.42	-1.62E-04	-138.89	4146	0.375	5.490	-0.0065	-3518.36	-1.10E-04	-138.64
4150	0.473	5.435	-0.0081	-3041.95	1.28E-04	-33.69	4150	0.473	5.435	-0.0058	-3114.49	8.81E-05	-34.15	4817	0.027	5.610	-0.0094	-3510.52	-1.62E-04	-138.89	4150	0.473	5.435	-0.0065	-3519.15	-1.11E-04	-139.80
4145	0.375	5.352	-0.0081	-3036.27	1.27E-04	-34.87	4145	0.375	5.352	-0.0058	-3109.77	8.76E-05	-35.29	4822	0.318	5.537	-0.0094	-3511.58	-1.65E-04	-140.77	4145	0.375	5.352	-0.0065	-3519.29	-1.13E-04	-142.00
4831	0.027	5.299	-0.0081	-3033.05	1.27E-04	-35.34	4831	0.027	5.299	-0.0058	-3107.12	8.75E-05	-35.80	4151	0.345	5.471	-0.0094	-3512.82	-1.67E-04	-142.38	4831	0.027	5.299	-0.0065	-3520.57	-1.09E-04	-139.03
4148	0.345	5.284	-0.0081	-3031.55	1.27E-04																						

4135	0.182	4.529	-0.0079	-2969.96	7.90E-05	-57.32	4135	0.182	4.529	-0.0056	-3053.69	6.05E-05	-55.15	4139	0.345	4.781	-0.0094	-3524.90	-1.91E-04	-158.89	4135	0.182	4.529	-0.0064	-3494.28	-1.93E-04	-175.48
4136	0.345	4.529	-0.0079	-2971.65	8.53E-05	-54.04	4136	0.345	4.529	-0.0056	-3055.38	6.42E-05	-52.46	4134	0.375	4.720	-0.0094	-3536.01	-1.98E-04	-157.21	4136	0.345	4.529	-0.0065	-3528.97	-1.62E-04	-156.77
4437	0.345	4.470	-0.0079	-2966.86	7.97E-05	-56.57	4437	0.345	4.470	-0.0056	-3051.23	6.07E-05	-54.74	4408	0.125	4.720	-0.0093	-3511.66	-1.95E-04	-153.63	4437	0.345	4.470	-0.0065	-3512.69	-2.16E-04	-179.14
4438	0.182	4.470	-0.0079	-2965.03	7.45E-05	-59.57	4438	0.182	4.470	-0.0056	-3049.47	5.79E-05	-57.10	4137	0.473	4.659	-0.0095	-3549.44	-2.34E-04	-175.25	4438	0.182	4.470	-0.0064	-3485.09	-2.07E-04	-177.23
4430	0.468	4.464	-0.0079	-2972.49	1.01E-04	-47.01	4430	0.468	4.464	-0.0056	-3056.79	7.28E-05	-47.00	0.027	4.629	-0.0093	-3498.04	-2.26E-04	-160.53	4430	0.468	4.464	-0.0066	-3587.95	-1.39E-04	-130.62	
4431	0.063	4.464	-0.0079	-2964.90	7.55E-05	-59.24	4431	0.063	4.464	-0.0056	-3049.39	5.85E-05	-56.86	4133	0.375	4.582	-0.0094	-3532.42	-2.30E-04	-160.86	4431	0.063	4.464	-0.0064	-3483.53	-2.02E-04	-175.66
4873	0.032	4.402	-0.0078	-2960.24	7.29E-05	-61.15	4873	0.032	4.402	-0.0056	-3045.41	5.68E-05	-58.60	4411	0.155	4.571	-0.0093	-3493.57	-2.57E-04	-168.40	4873	0.032	4.402	-0.0064	-3471.70	-2.32E-04	-191.87
4433	0.375	4.359	-0.0078	-2960.11	8.23E-05	-58.53	4433	0.375	4.359	-0.0056	-3045.67	6.20E-05	-56.57	0.182	4.529	-0.0093	-3489.78	-2.75E-04	-168.77	4433	0.375	4.359	-0.0064	-3496.47	-1.99E-04	-166.34	
4434	0.249	4.359	-0.0078	-2959.09	7.88E-05	-59.57	4434	0.249	4.359	-0.0056	-3044.67	6.00E-05	-57.46	4132	0.249	4.526	-0.0093	-3502.09	-2.71E-04	-168.19	4434	0.249	4.359	-0.0064	-3483.86	-2.27E-04	-183.24
4436	0.473	4.325	-0.0078	-2958.43	8.47E-05	-59.01	4436	0.473	4.325	-0.0056	-3044.41	6.35E-05	-56.92	4130	0.468	4.521	-0.0095	-3591.05	-2.70E-04	-160.73	4436	0.473	4.325	-0.0065	-3502.33	-1.40E-04	-133.64
4439	0.182	4.325	-0.0078	-2955.19	7.31E-05	-62.54	4439	0.182	4.325	-0.0056	-3041.20	5.68E-05	-59.95	4136	0.345	4.460	-0.0093	-3508.31	-2.98E-04	-168.52	4439	0.182	4.325	-0.0064	-3465.02	-2.45E-04	-195.61
0.155	4.272	-0.0078	-2951.64	7.33E-05	-63.64	4432	0.375	4.217	-0.0056	-3038.22	5.68E-05	-60.94	4394	0.468	4.450	-0.0095	-3582.41	-2.18E-04	-132.80	0.155	4.272	-0.0064	-3457.38	-2.34E-04	-189.87		
4432	0.375	4.217	-0.0078	-2949.11	7.65E-05	-63.72	4432	0.375	4.217	-0.0056	-3036.30	5.86E-05	-61.08	4401	0.345	4.401	-0.0092	-3480.93	-3.47E-04	-184.37	4432	0.375	4.217	-0.0064	-3460.18	-1.93E-04	-169.18
4879	0.027	4.164	-0.0078	-2943.35	6.97E-05	-67.05	4879	0.027	4.164	-0.0056	-3031.15	5.48E-05	-63.95	4405	0.032	4.390	-0.0091	-3449.52	-3.87E-04	-199.16	4879	0.027	4.164	-0.0063	-3435.25	-2.33E-04	-194.95
4435	0.473	4.141	-0.0078	-2941.88	6.73E-05	-68.94	4435	0.473	4.141	-0.0056	-3030.03	5.36E-05	-65.38	4135	0.182	4.388	-0.0091	-3446.06	-3.89E-04	-205.35	4435	0.473	4.141	-0.0063	-3430.40	-1.69E-04	-163.61
0.345	4.141	-0.0078	-2941.87	6.97E-05	-68.03	4876	0.125	4.113	-0.0056	-3029.98	5.49E-05	-64.70	4129	0.063	4.341	-0.0091	-3445.31	-4.08E-04	-211.23	0.345	4.141	-0.0063	-3434.45	-1.94E-04	-174.84		
4876	0.125	4.113	-0.0078	-2939.46	6.78E-05	-68.69	4876	0.125	4.113	-0.0056	-3027.83	5.37E-05	-65.37	4402	0.182	4.329	-0.0091	-3446.97	-3.76E-04	-197.29	4876	0.125	4.113	-0.0063	-3426.33	-2.26E-04	-192.55
4883	0.318	4.088	-0.0078	-2937.75	6.76E-05	-69.42	4883	0.318	4.088	-0.0056	-3026.45	5.36E-05	-65.97	4400	0.473	4.313	-0.0092	-3481.51	-2.05E-04	-130.27	4883	0.318	4.088	-0.0063	-3424.16	-2.02E-04	-182.86
4429	0.468	4.007	-0.0078	-2929.68	5.84E-05	-74.18	4429	0.468	4.007	-0.0056	-3019.47	4.87E-05	-69.90	4397	0.375	4.304	-0.0092	-3463.52	-3.09E-04	-170.95	4429	0.468	4.007	-0.0063	-3399.41	-1.99E-04	-187.43
4878	0.251	3.971	-0.0078	-2927.94	6.00E-05	-74.02	4878	0.251	3.971	-0.0056	-3017.97	4.94E-05	-69.93	4395	0.063	4.270	-0.0091	-3431.89	-3.86E-04	-204.41	4878	0.251	3.971	-0.0063	-3395.94	-2.08E-04	-191.62
4875	0.437	3.945	-0.0077	-2924.40	5.40E-05	-76.77	4875	0.437	3.945	-0.0055	-3014.89	4.61E-05	-72.14	4398	0.249	4.248	-0.0091	-3443.87	-3.65E-04	-195.30	4875	0.437	3.945	-0.0062	-3382.62	-2.08E-04	-193.39
4539	0.468	3.873	-0.0077	-2918.14	4.88E-05	-79.58	4539	0.468	3.873	-0.0055	-3009.48	4.32E-05	-74.57	4887	0.032	4.194	-0.0091	-3417.28	-3.82E-04	-206.44	4539	0.468	3.873	-0.0062	-3364.81	-2.20E-04	-203.16
4877	0.125	3.864	-0.0077	-2918.93	5.24E-05	-78.29	4877	0.125	3.864	-0.0055	-3010.14	4.51E-05	-73.62	4403	0.182	4.184	-0.0091	-3415.21	-3.78E-04	-204.76	4877	0.125	3.864	-0.0062	-3370.78	-2.16E-04	-199.50
4880	0.027	3.841	-0.0077	-2917.08	5.08E-05	-79.13	4880	0.027	3.841	-0.0055	-3008.53	4.42E-05	-74.35	4396	0.375	4.162	-0.0091	-3421.04	-3.05E-04	-178.89	4880	0.027	3.841	-0.0062	-3365.69	-2.19E-04	-201.73
4882	0.318	3.834	-0.0077	-2915.82	4.83E-05	-80.25	4882	0.318	3.834	-0.0055	-3007.45	4.29E-05	-75.23	4399	0.473	4.129	-0.0090	-3397.25	-2.62E-04	-167.05	4882	0.318	3.834	-0.0062	-3360.38	-2.19E-04	-203.32
4547	0.345	3.774	-0.0077	-2910.52	4.32E-05	-82.88	4547	0.345	3.774	-0.0055	-3002.86	4.01E-05	-77.48	4894	0.155	4.120	-0.0090	-3403.17	-3.64E-04	-201.98	4547	0.345	3.774	-0.0062	-3345.89	-2.25E-04	-208.69
4546	0.473	3.738	-0.0077	-2906.77	3.88E-05	-84.99	4546	0.473	3.738	-0.0055	-2999.62	3.76E-05	-79.23	0.345	4.072	-0.0090	-3388.54	-3.12E-04	-187.42	4546	0.473	3.738	-0.0061	-3333.74	-2.40E-04	-217.70	
4881	0.155	3.696	-0.0077	-2904.37	3.90E-05	-85.43	4881	0.155	3.696	-0.0055	-2997.49	3.76E-05	-79.74	4893	0.318	4.008	-0.0089	-3372.63	-3.33E-04	-199.76	4881	0.155	3.696	-0.0061	-3330.98	-2.31E-04	-213.36
4542	0.375	3.690	-0.0077	-2903.07	3.63E-05	-86.48	4542	0.375	3.690	-0.0055	-2996.39	3.62E-05	-80.57	4393	0.468	3.993	-0.0089	-3363.91	-3.29E-04	-201.26	4542	0.375	3.690	-0.0061	-3325.46	-2.38E-04	-217.88
0.182	3.636	-0.0077	-2899.06	3.38E-05	-88.05	4874	0.032	3.602	-0.0055	-2992.87	3.47E-05	-81.98	4895	0.027	3.955	-0.0089	-3359.88	-3.61E-04	-211.38	0.182	3.636	-0.0061	-3316.37	-2.38E-04	-219.10		
4874	0.032	3.602	-0.0077	-2896.19	3.14E-05	-89.35	4874	0.032	3.602	-0.0055	-2990.36	3.34E-05	-83.11	4890	0.125	3.948	-0.0089	-3357.74	-3.59E-04	-210.46	4874	0.032	3.602	-0.0061	-3309.31	-2.40E-04	-221.28
4540	0.249	3.583	-0.0076	-2894.25	2.90E-05	-90.46	4540	0.249	3.583	-0.0055	-2988.69	3.20E-05	-84.04	4886	0.437	3.917	-0.0089	-3340.50	-3.49E-04	-210.69	4540	0.249	3.583	-0.0061	-3303.34	-2.46E-04	-224.65
4545	0.473	3.554	-0.0076	-2891.25	2.49E-05	-92.32	4545	0.473	3.554	-0.0055	-2986.13	2.98E-05	-85.57	4889	0.251	3.862	-0.0088	-3332.45	-3.57E-04	-215.42	4545	0.473	3.554	-0.0061	-3293.36	-2.62E-04	-233.87
4541	0.375	3.547	-0.0076	-2890.90	2.52E-05	-92.28	4541	0.375	3.547	-0.0055	-2985.79	2.99E-05	-85.57	4563	0.468	3.860	-0.0088	-3323.24	-3.69E-04	-221.27	4541	0.375	3.547	-0.0061	-3293.54	-2.56E-04	-230.89
4537	0.063	3.530	-0.0076	-2890.01	2.54E-05	-92.42	4537	0.063	3.530	-0.0055	-2984.97	3.00E-05	-85.75	4892	0.318	3.755	-0.0087	-3300.76	-3.83E-04	-229.65	4537	0.063	3.530	-0.0061	-3293.05	-2.50E-04	-237.89
4543	0.182	3.491	-0.0076	-2886.52	2.18E-05	-94.19	4543	0.182	3.491	-0.0055	-2981.93	2.80E-05	-87.26	4570	0.473	3.727	-0.0087	-3288.15	-4.08E-04	-240.49	4543	0.182	3.491	-0.0060	-3283.54	-2.57E-04	-232.14
4609	0.063	3.459	-0.0076	-2883.83	1.95E-05	-95.40	4609	0.063	3.459	-0.0055	-2979.58	2.67E-05	-88.31	4571	0.345	3.707	-0.0087	-3287.31	-3.95E-04	-236.00	4609	0.063	3.459	-0.0060	-3276.86	-2.59E-04	-234.07
4544	0.345	3.445	-0.0076	-2882.24	1.72E-05	-96.40	4544	0.345	3.445	-0.0055	-2978.23	2.54E-05	-89.13	4888	0.125	3.700	-0.0087	-3289.20	-3.88E-04	-232.78	4544	0.345	3.445	-0.0060	-3271.60	-2.69E-04	-239.38
0.182	3.431	-0.0076	-2881.32	1.68E-05	-96.70	4538	0.468	3.416	-0.0055	-2977.39	2.52E-05	-89.42	4566	0.375	3.636	-0.0087	-3267.58	-4.17E-04	-246.28	0.182	3.431	-0.0060	-3270.07	-2.65E-04	-237.71		
4538	0.468	3.416	-0.0076	-2879.43	1.42E-05	-97.84	4538	0.468	3.416	-0.0055	-2975.81	2.38E-05	-90.34	0.027	3.635	-0.0087	-3272.06	-4.02E-04	-240.22	4538	0.468	3.416	-0.0060	-3263.95	-2.77E-04	-244.50	
4885	0.032	3.406	-0.0076	-2879.25	1.50E-05	-97.67	4885	0.032	3.406	-0.0055	-2975.57	2.41E-05	-90.27	4891	0.155	3											

4554	0.375	2.596	-0.0074	-2810.36	-5.10E-05	-130.98	4554	0.375	2.596	-0.0053	-2915.04	-1.33E-05	-119.14	4634	0.468	2.874	-0.0081	-3080.13	-6.15E-04	-332.26	4554	0.375	2.596	-0.0057	-3095.01	-3.74E-04	-306.51
4549	0.063	2.525	-0.0074	-2804.79	-5.66E-05	-133.81	4549	0.063	2.525	-0.0053	-2910.05	-1.65E-05	-121.64	4986	0.251	2.810	-0.0081	-3066.77	-6.21E-04	-335.37	4549	0.063	2.525	-0.0056	-3081.66	-3.78E-04	-309.29
4552	0.249	2.525	-0.0074	-2804.65	-5.67E-05	-133.83	4552	0.249	2.525	-0.0053	-2909.95	-1.65E-05	-121.65	4983	0.437	2.808	-0.0081	-3065.09	-6.30E-04	-338.52	4552	0.249	2.525	-0.0056	-3081.36	-3.79E-04	-310.12
4553	0.375	2.454	-0.0074	-2798.59	-6.24E-05	-136.74	4553	0.375	2.454	-0.0053	-2904.62	-1.98E-05	-124.17	4551	0.468	2.742	-0.0080	-3049.41	-6.47E-04	-345.60	4553	0.375	2.454	-0.0056	-3066.84	-3.89E-04	-316.02
4555	0.182	2.452	-0.0074	-2798.74	-6.25E-05	-136.77	4555	0.182	2.452	-0.0053	-2904.70	-1.99E-05	-124.22	4985	0.125	2.691	-0.0080	-3039.47	-6.45E-04	-345.82	4555	0.182	2.452	-0.0056	-3067.16	-3.86E-04	-314.54
4899	0.032	2.445	-0.0074	-2798.20	-6.31E-05	-137.06	4899	0.032	2.445	-0.0053	-2904.20	-2.02E-05	-124.48	4990	0.318	2.686	-0.0080	-3037.61	-6.52E-04	-348.21	4899	0.032	2.445	-0.0056	-3065.87	-3.86E-04	-314.58
4557	0.473	2.433	-0.0073	-2796.66	-6.42E-05	-137.61	4557	0.473	2.433	-0.0053	-2902.95	-2.08E-05	-124.91	4988	0.027	2.656	-0.0080	-3031.75	-6.52E-04	-348.81	4557	0.473	2.433	-0.0056	-3062.24	-3.94E-04	-318.49
4906	0.155	2.385	-0.0073	-2793.22	-6.79E-05	-139.51	4906	0.155	2.385	-0.0053	-2899.79	-2.30E-05	-126.61	4559	0.345	2.630	-0.0080	-3024.58	-6.65E-04	-353.68	4906	0.155	2.385	-0.0056	-3053.97	-3.93E-04	-318.84
4556	0.345	2.360	-0.0073	-2790.97	-6.99E-05	-140.52	4556	0.345	2.360	-0.0053	-2897.84	-2.41E-05	-127.48	4558	0.473	2.607	-0.0080	-3018.60	-6.77E-04	-358.16	4556	0.345	2.360	-0.0056	-3048.68	-3.98E-04	-321.73
4550	0.468	2.296	-0.0073	-2785.45	-7.51E-05	-143.13	4550	0.468	2.296	-0.0053	-2892.98	-2.71E-05	-129.74	4554	0.375	2.548	-0.0079	-3005.97	-6.84E-04	-361.48	4550	0.468	2.296	-0.0056	-3035.78	-4.07E-04	-326.61
4905	0.318	2.293	-0.0073	-2785.49	-7.54E-05	-143.25	4905	0.318	2.293	-0.0053	-2892.96	-2.72E-05	-129.87	4989	0.155	2.530	-0.0079	-3002.91	-6.81E-04	-360.67	4905	0.318	2.293	-0.0056	-3035.64	-4.04E-04	-325.62
4898	0.437	2.216	-0.0073	-2779.00	-8.16E-05	-146.37	4898	0.437	2.216	-0.0053	-2887.23	-3.08E-05	-132.58	0.182	2.474	-0.0079	-2990.29	-6.93E-04	-365.91	4898	0.437	2.216	-0.0055	-3020.38	-4.14E-04	-331.44	
4902	0.125	2.208	-0.0073	-2778.86	-8.22E-05	-146.67	4902	0.125	2.208	-0.0053	-2887.02	-3.12E-05	-132.88	4552	0.249	2.428	-0.0078	-2979.68	-7.04E-04	-370.32	4902	0.125	2.208	-0.0055	-3019.72	-4.10E-04	-329.63
4907	0.027	2.204	-0.0073	-2778.50	-8.26E-05	-146.88	4907	0.027	2.204	-0.0053	-2886.70	-3.14E-05	-133.06	4557	0.473	2.423	-0.0078	-2977.18	-7.14E-04	-373.72	4907	0.027	2.204	-0.0055	-3018.83	-4.10E-04	-329.72
4575	0.468	2.163	-0.0073	-2774.58	-8.59E-05	-148.53	4575	0.468	2.163	-0.0053	-2883.31	-3.32E-05	-134.47	4982	0.032	2.422	-0.0078	-2978.88	-7.02E-04	-369.73	4575	0.468	2.163	-0.0055	-3010.01	-4.20E-04	-335.06
4901	0.251	2.137	-0.0073	-2772.97	-8.79E-05	-149.56	4901	0.251	2.137	-0.0053	-2881.80	-3.45E-05	-135.40	4553	0.375	2.406	-0.0078	-2974.05	-7.13E-04	-373.70	4901	0.251	2.137	-0.0055	-3005.83	-4.18E-04	-334.37
4904	0.318	2.039	-0.0072	-2764.94	-9.59E-05	-153.56	4904	0.318	2.039	-0.0052	-2874.65	-3.90E-05	-138.90	4549	0.063	2.356	-0.0078	-2963.98	-7.15E-04	-375.25	4904	0.318	2.039	-0.0055	-2986.90	-4.28E-04	-340.35
4582	0.473	2.030	-0.0072	-2763.88	-9.65E-05	-153.89	4582	0.473	2.030	-0.0052	-2873.76	-3.93E-05	-139.16	4555	0.182	2.329	-0.0078	-2957.89	-7.22E-04	-378.02	4582	0.473	2.030	-0.0055	-2984.70	-4.32E-04	-342.40
4583	0.345	1.994	-0.0072	-2761.29	-9.95E-05	-155.39	4583	0.345	1.994	-0.0052	-2871.39	-4.11E-05	-140.50	4556	0.345	2.300	-0.0078	-2950.93	-7.32E-04	-381.99	4583	0.345	1.994	-0.0054	-2978.31	-4.32E-04	-343.02
4900	0.125	1.960	-0.0072	-2758.85	-1.02E-04	-156.82	4900	0.125	1.960	-0.0052	-2869.17	-4.28E-05	-141.77	4550	0.468	2.284	-0.0078	-2946.79	-7.39E-04	-384.42	4900	0.125	1.960	-0.0054	-2972.10	-4.32E-04	-343.68
4578	0.375	1.926	-0.0072	-2755.82	-1.05E-04	-158.13	4578	0.375	1.926	-0.0052	-2866.51	-4.42E-05	-142.89	5031	0.032	2.266	-0.0077	-2944.20	-7.33E-04	-382.55	4578	0.375	1.926	-0.0054	-2965.47	-4.38E-04	-346.72
0.027	1.881	-0.0072	-2752.68	-1.09E-04	-159.99	0.027	1.881	-0.0052	-2863.64	-4.64E-05	-144.56	5038	0.155	2.254	-0.0077	-2941.30	-7.36E-04	-383.97	0.027	1.881	-0.0054	-2957.36	-4.38E-04	-347.60			
4581	0.473	1.846	-0.0072	-2749.19	-1.11E-04	-161.36	4581	0.473	1.846	-0.0052	-2860.61	-4.79E-05	-145.71	5037	0.318	2.225	-0.0077	-2934.46	-7.45E-04	-387.54	4581	0.473	1.846	-0.0054	-2950.27	-4.45E-04	-351.57
4903	0.155	1.809	-0.0072	-2746.87	-1.15E-04	-162.95	4903	0.155	1.809	-0.0052	-2858.44	-4.98E-05	-147.15	5030	0.437	2.194	-0.0077	-2927.23	-7.56E-04	-391.57	4903	0.155	1.809	-0.0054	-2943.67	-4.44E-04	-351.50
4577	0.375	1.784	-0.0072	-2744.54	-1.17E-04	-163.93	4577	0.375	1.784	-0.0052	-2856.41	-5.09E-05	-147.98	4587	0.468	2.153	-0.0077	-2918.09	-7.65E-04	-395.35	4577	0.375	1.784	-0.0054	-2938.92	-4.48E-04	-353.73
0.182	1.764	-0.0072	-2743.29	-1.18E-04	-164.78	0.182	1.764	-0.0052	-2855.24	-5.19E-05	-148.76	5034	0.125	2.073	-0.0076	-2920.03	-7.68E-04	-397.55	0.182	1.764	-0.0054	-2935.25	-4.48E-04	-353.79			
4576	0.249	1.749	-0.0072	-2742.00	-1.20E-04	-165.41	4576	0.249	1.749	-0.0052	-2854.09	-5.26E-05	-149.30	5033	0.251	2.051	-0.0076	-2896.95	-7.74E-04	-399.89	4576	0.249	1.749	-0.0054	-2932.36	-4.49E-04	-354.70
4574	0.468	1.705	-0.0072	-2738.07	-1.23E-04	-167.10	4574	0.468	1.705	-0.0052	-2850.63	-5.45E-05	-150.75	5039	0.027	2.033	-0.0076	-2893.38	-7.74E-04	-400.21	4574	0.468	1.705	-0.0053	-2924.39	-4.54E-04	-357.04
4580	0.345	1.665	-0.0072	-2735.26	-1.26E-04	-168.82	4580	0.345	1.665	-0.0052	-2848.06	-5.65E-05	-152.29	4594	0.473	2.022	-0.0076	-2889.81	-7.87E-04	-400.70	4580	0.345	1.665	-0.0053	-2919.92	-4.56E-04	-359.68
4897	0.032	1.644	-0.0072	-2733.98	-1.28E-04	-169.61	4897	0.032	1.644	-0.0052	-2846.85	-5.74E-05	-153.00	5036	0.318	1.981	-0.0076	-2881.79	-7.87E-04	-405.43	4897	0.032	1.644	-0.0053	-2912.82	-4.55E-04	-359.07
4599	0.468	1.634	-0.0071	-2732.50	-1.29E-04	-170.03	4599	0.468	1.634	-0.0052	-2845.63	-5.79E-05	-153.33	4595	0.345	1.946	-0.0076	-2874.29	-7.94E-04	-408.10	4599	0.468	1.634	-0.0053	-2911.36	-4.59E-04	-360.99
4579	0.182	1.619	-0.0071	-2731.95	-1.30E-04	-170.71	4579	0.182	1.619	-0.0052	-2845.04	-5.87E-05	-153.96	4590	0.375	1.888	-0.0075	-2861.85	-8.03E-04	-412.18	4579	0.182	1.619	-0.0053	-2908.20	-4.57E-04	-360.53
4607	0.345	1.605	-0.0071	-2730.58	-1.31E-04	-171.28	4607	0.345	1.605	-0.0052	-2843.85	-5.94E-05	-154.45	4593	0.473	1.838	-0.0075	-2851.00	-8.14E-04	-416.52	4607	0.345	1.605	-0.0053	-2905.94	-4.60E-04	-361.70
4573	0.063	1.591	-0.0071	-2729.81	-1.32E-04	-171.77	4573	0.063	1.591	-0.0052	-2843.09	-5.99E-05	-154.89	5032	0.125	1.834	-0.0075	-2850.90	-8.06E-04	-414.04	4573	0.063	1.591	-0.0053	-2902.85	-4.58E-04	-361.43
0.182	1.559	-0.0071	-2727.26	-1.35E-04	-173.12	0.182	1.559	-0.0052	-2840.81	-6.14E-05	-156.08	4589	0.375	1.746	-0.0074	-2832.06	-8.24E-04	-421.11	0.182	1.559	-0.0053	-2897.00	-4.61E-04	-363.09			
4597	0.063	1.520	-0.0071	-2724.28	-1.38E-04	-174.66	4597	0.063	1.520	-0.0052	-2838.10	-6.30E-05	-157.42	0.027	1.724	-0.0074	-2827.46	-8.22E-04	-420.84	4597	0.063	1.520	-0.0053	-2889.48	-4.62E-04	-364.45	
4602	0.375	1.503	-0.0071	-2722.68	-1.40E-04	-175.54	4602	0.375	1.503	-0.0052	-2836.75	-6.43E-05	-158.20	5035	0.155	1.701	-0.0074	-2822.71	-8.26E-04	-422.49	4602	0.375	1.503	-0.0053	-2887.33	-4.66E-04	-366.13
4606	0.473	1.496	-0.0071	-2721.82	-1.40E-04	-175.74	4606	0.473	1.496	-0.0052	-2836.00	-6.45E-05	-158.35	4586	0.468	1.696	-0.0074	-2821.63	-8.32E-04	-424.50	4606	0.473	1.496	-0.0053	-2886.35	-4.68E-04	-367.06
4600	0.249	1.467	-0.0071	-2720.11	-1.42E-04	-176.90	4600	0.249	1.467	-0.0052	-2834.38	-6.58E-05	-159.39	4588	0.249	1.672	-0.0074	-2816.64	-8.31E-04	-424.59	4600	0.249	1.467	-0.0053	-2880.45	-4.66E-04	-366.91
4923	0.032	1.448	-0.0071	-2718.51	-1.43E-04	-177.28	4923	0.032	1.448	-0.0052	-2832.86	-6.60E-05	-159.67	0.182	1.666	-0.0074	-2815.46	-8.31E-04	-424.70	4923	0.032	1.448	-0.0053	-2876.35	-4.66E-04	-367.04	
4603	0.182	1.414	-0.0071	-2715.89	-1.46E-04	-178.88	4603	0.182																			

4591	0.182	0.580	-0.0069	-2652.49	-2.39E-04	-213.98	4591	0.182	0.580	-0.0050	-2772.24	-1.23E-04	-191.45	4618	0.473	0.953	-0.0070	-2677.33	-9.02E-04	-460.82	4591	0.182	0.580	-0.0050	-2743.30	-4.88E-04	-386.66
4592	0.345	0.580	-0.0069	-2649.83	-2.27E-04	-210.29	4592	0.345	0.580	-0.0050	-2769.44	-1.15E-04	-187.71	4936	0.125	0.944	-0.0070	-2672.16	-8.78E-04	-452.99	4592	0.345	0.580	-0.0050	-2735.64	-4.85E-04	-386.43
4487	0.345	0.520	-0.0069	-2654.39	-2.67E-04	-221.80	4487	0.345	0.520	-0.0050	-2774.77	-1.43E-04	-199.35	4613	0.375	0.899	-0.0070	-2663.11	-8.97E-04	-460.09	4487	0.345	0.520	-0.0050	-2723.95	-5.05E-04	-394.62
	0.182	0.520	-0.0069	-2648.77	-2.55E-04	-217.23		0.182	0.520	-0.0050	-2768.85	-1.34E-04	-194.36	4616	0.345	0.899	-0.0070	-2652.92	-8.93E-04	-459.87		0.182	0.520	-0.0050	-2734.08	-4.97E-04	-389.00
4477	0.063	0.515	-0.0069	-2648.09	-2.54E-04	-217.11	4477	0.063	0.515	-0.0050	-2768.19	-1.33E-04	-194.21	4943	0.318	0.804	-0.0069	-2645.53	-8.95E-04	-460.39	4477	0.063	0.515	-0.0050	-2733.11	-4.99E-04	-390.05
4479	0.468	0.515	-0.0069	-2647.48	-2.45E-04	-212.28	4479	0.468	0.515	-0.0050	-2767.49	-1.28E-04	-189.80	4617	0.473	0.769	-0.0069	-2633.25	-9.24E-04	-472.43	4479	0.468	0.515	-0.0049	-2700.03	-5.06E-04	-395.10
4837	0.032	0.452	-0.0069	-2648.65	-2.78E-04	-225.06	4837	0.032	0.452	-0.0050	-2769.32	-1.50E-04	-202.07	4940	0.027	0.747	-0.0070	-2648.61	-8.79E-04	-453.62	4837	0.032	0.452	-0.0050	-2722.68	-5.13E-04	-396.67
4480	0.249	0.412	-0.0069	-2647.14	-2.92E-04	-227.40	4480	0.249	0.412	-0.0050	-2768.07	-1.60E-04	-204.30	4938	0.251	0.734	-0.0069	-2639.81	-8.87E-04	-458.23	4480	0.249	0.412	-0.0049	-2707.60	-5.27E-04	-401.13
4482	0.375	0.412	-0.0069	-2644.32	-2.88E-04	-224.26	4482	0.375	0.412	-0.0050	-2765.09	-1.56E-04	-200.98	4937	0.125	0.709	-0.0069	-2639.88	-8.85E-04	-457.21	4482	0.375	0.412	-0.0049	-2701.72	-5.28E-04	-400.01
4483	0.182	0.378	-0.0069	-2646.65	-3.03E-04	-231.40	4483	0.182	0.378	-0.0050	-2767.87	-1.67E-04	-208.17	4610	0.468	0.638	-0.0068	-2591.01	-9.50E-04	-483.33	4483	0.182	0.378	-0.0049	-2707.01	-5.31E-04	-402.47
4486	0.473	0.378	-0.0069	-2632.53	-2.72E-04	-216.15	4486	0.473	0.378	-0.0050	-2752.91	-1.44E-04	-192.09	4935	0.437	0.597	-0.0069	-2599.89	-9.17E-04	-473.09	4486	0.473	0.378	-0.0049	-2691.27	-5.24E-04	-394.82
	0.155	0.324	-0.0069	-2641.29	-3.08E-04	-232.12		0.155	0.324	-0.0050	-2762.71	-1.70E-04	-208.49	4942	0.318	0.564	-0.0069	-2612.63	-9.10E-04	-465.25		0.155	0.324	-0.0049	-2698.27	-5.39E-04	-404.67
4481	0.375	0.271	-0.0069	-2633.28	-3.05E-04	-229.70	4481	0.375	0.271	-0.0050	-2754.67	-1.67E-04	-205.49	4941	0.155	0.533	-0.0069	-2613.09	-9.22E-04	-467.16	4481	0.375	0.271	-0.0049	-2681.24	-5.43E-04	-404.63
4843	0.027	0.210	-0.0069	-2633.34	-3.23E-04	-237.57	4843	0.027	0.210	-0.0050	-2755.36	-1.80E-04	-213.33	4934	0.032	0.518	-0.0069	-2610.61	-9.26E-04	-468.14	4843	0.027	0.210	-0.0049	-2682.37	-5.51E-04	-408.97
4484	0.345	0.196	-0.0069	-2626.29	-3.12E-04	-232.20	4484	0.345	0.196	-0.0050	-2748.03	-1.71E-04	-207.40	4467	0.468	0.509	-0.0068	-2573.23	-9.38E-04	-474.12	4484	0.345	0.196	-0.0049	-2676.83	-5.47E-04	-405.45
4485	0.473	0.196	-0.0069	-2622.36	-3.01E-04	-228.34	4485	0.473	0.196	-0.0050	-2743.79	-1.62E-04	-203.21	4475	0.345	0.490	-0.0068	-2593.08	-9.46E-04	-475.16	4485	0.473	0.196	-0.0049	-2673.16	-5.39E-04	-400.60
4840	0.125	0.162	-0.0069	-2628.47	-3.26E-04	-238.33	4840	0.125	0.162	-0.0050	-2750.67	-1.81E-04	-213.73		0.182	0.459	-0.0068	-2600.31	-9.42E-04	-471.70	4840	0.125	0.162	-0.0049	-2675.68	-5.53E-04	-409.78
4847	0.318	0.143	-0.0069	-2623.76	-3.20E-04	-235.91	4847	0.318	0.143	-0.0050	-2745.87	-1.76E-04	-210.94	4465	0.063	0.430	-0.0068	-2594.96	-9.54E-04	-475.51	4847	0.318	0.143	-0.0049	-2670.51	-5.51E-04	-407.99
4478	0.468	0.065	-0.0068	-2613.37	-3.18E-04	-235.82	4478	0.468	0.065	-0.0050	-2735.68	-1.73E-04	-210.00	4470	0.375	0.387	-0.0067	-2572.59	-9.78E-04	-480.51	4478	0.468	0.065	-0.0049	-2666.32	-5.48E-04	-405.53
4842	0.251	0.022	-0.0068	-2613.98	-3.30E-04	-240.54	4842	0.251	0.022	-0.0050	-2736.70	-1.82E-04	-214.90	4474	0.473	0.372	-0.0067	-2566.53	-9.69E-04	-474.62	4842	0.251	0.022	-0.0048	-2657.84	-5.54E-04	-409.80
4839	0.437	0.001	-0.0068	-2609.01	-3.25E-04	-238.73	4839	0.437	0.001	-0.0050	-2731.66	-1.77E-04	-212.62	4909	0.032	0.367	-0.0068	-2582.78	-9.75E-04	-481.02	4839	0.437	0.001	-0.0048	-2657.39	-5.46E-04	-405.82
4443	0.468	-0.069	-0.0068	-2603.89	-3.32E-04	-241.92	4443	0.468	-0.069	-0.0050	-2726.96	-1.81E-04	-215.40	4468	0.249	0.363	-0.0068	-2574.25	-9.83E-04	-482.85	4443	0.468	-0.069	-0.0048	-2648.39	-5.49E-04	-406.92
4841	0.125	-0.090	-0.0068	-2604.43	-3.38E-04	-244.31	4841	0.125	-0.090	-0.0050	-2727.73	-1.86E-04	-218.08	4471	0.182	0.316	-0.0067	-2570.36	-9.93E-04	-485.57	4841	0.125	-0.090	-0.0048	-2647.08	-5.54E-04	-410.72
4846	0.318	-0.114	-0.0068	-2601.21	-3.37E-04	-244.28	4846	0.318	-0.114	-0.0050	-2724.55	-1.85E-04	-217.74		0.155	0.262	-0.0067	-2562.06	-1.00E-03	-487.51	4846	0.318	-0.114	-0.0048	-2644.38	-5.51E-04	-408.83
4844	0.027	-0.116	-0.0068	-2602.37	-3.41E-04	-245.32	4844	0.027	-0.116	-0.0050	-2725.81	-1.87E-04	-218.98	4469	0.375	0.247	-0.0067	-2551.65	-1.00E-03	-486.35	4844	0.027	-0.116	-0.0048	-2644.13	-5.55E-04	-410.76
4451	0.345	-0.173	-0.0068	-2595.88	-3.41E-04	-246.06	4451	0.345	-0.173	-0.0049	-2719.52	-1.87E-04	-219.16	4473	0.473	0.191	-0.0067	-2546.51	-9.99E-04	-483.04	4451	0.345	-0.173	-0.0048	-2638.91	-5.51E-04	-409.13
4450	0.473	-0.202	-0.0068	-2593.39	-3.44E-04	-247.36	4450	0.473	-0.202	-0.0049	-2717.16	-1.88E-04	-220.16	4472	0.345	0.166	-0.0067	-2546.74	-1.01E-03	-487.63	4450	0.473	-0.202	-0.0048	-2634.44	-5.48E-04	-407.68
4446	0.375	-0.255	-0.0068	-2588.84	-3.47E-04	-248.88	4446	0.375	-0.255	-0.0049	-2712.91	-1.90E-04	-221.52	4915	0.027	0.145	-0.0067	-2545.42	-1.02E-03	-491.57	4446	0.375	-0.255	-0.0048	-2630.23	-5.49E-04	-408.84
4845	0.155	-0.259	-0.0068	-2589.05	-3.47E-04	-249.18	4845	0.155	-0.259	-0.0049	-2713.21	-1.90E-04	-221.98	4919	0.318	0.113	-0.0066	-2539.50	-1.02E-03	-490.06	4845	0.155	-0.259	-0.0048	-2630.41	-5.52E-04	-410.39
	0.182	-0.318	-0.0067	-2583.57	-3.50E-04	-250.80		0.182	-0.318	-0.0049	-2708.03	-1.92E-04	-223.29	4912	0.125	0.111	-0.0066	-2540.74	-1.02E-03	-492.05		0.182	-0.318	-0.0048	-2624.45	-5.49E-04	-409.80
4838	0.032	-0.359	-0.0067	-2580.01	-3.52E-04	-252.03	4838	0.032	-0.359	-0.0049	-2704.71	-1.93E-04	-224.35	4466	0.468	0.058	-0.0066	-2539.78	-1.01E-03	-488.25	4838	0.032	-0.359	-0.0048	-2620.85	-5.49E-04	-410.21
4444	0.249	-0.367	-0.0067	-2579.06	-3.53E-04	-252.18	4444	0.249	-0.367	-0.0049	-2703.77	-1.93E-04	-224.38	4914	0.251	-0.005	-0.0066	-2526.15	-1.02E-03	-492.29	4444	0.249	-0.367	-0.0048	-2619.87	-5.48E-04	-409.60
4449	0.473	-0.383	-0.0067	-2578.14	-3.56E-04	-253.45	4449	0.473	-0.383	-0.0049	-2702.87	-1.95E-04	-225.38	4911	0.437	-0.005	-0.0066	-2528.35	-1.01E-03	-488.83	4449	0.473	-0.383	-0.0047	-2617.61	-5.48E-04	-409.76
4445	0.375	-0.395	-0.0067	-2576.69	-3.55E-04	-253.31	4445	0.375	-0.395	-0.0049	-2701.53	-1.94E-04	-225.27	4455	0.468	-0.069	-0.0066	-2519.41	-1.02E-03	-489.89	4445	0.375	-0.395	-0.0047	-2616.94	-5.47E-04	-409.59
4441	0.063	-0.429	-0.0067	-2573.48	-3.56E-04	-253.81	4441	0.063	-0.429	-0.0049	-2698.54	-1.95E-04	-225.78	4913	0.125	-0.120	-0.0066	-2513.96	-1.02E-03	-493.53	4441	0.063	-0.429	-0.0047	-2614.98	-5.48E-04	-410.16
4447	0.182	-0.461	-0.0067	-2570.66	-3.58E-04	-254.84	4447	0.182	-0.461	-0.0049	-2695.88	-1.96E-04	-226.63	4918	0.318	-0.123	-0.0066	-2513.63	-1.02E-03	-492.07	4447	0.182	-0.461	-0.0047	-2611.81	-5.47E-04	-409.98
4448	0.345	-0.497	-0.0067	-2567.58	-3.61E-04	-256.23	4448	0.345	-0.497	-0.0049	-2692.98	-1.97E-04	-227.76	4916	0.027	-0.153	-0.0066	-2509.84	-1.02E-03	-493.61	4448	0.345	-0.497	-0.0047	-2607.78	-5.46E-04	-409.70
4442	0.468	-0.519	-0.0067	-2565.98	-3.63E-04	-257.34	4442	0.468	-0.519	-0.0049	-2691.46	-1.99E-04	-228.67	4463	0.345	-0.177	-0.0065	-2508.26	-1.02E-03	-492.54	4442	0.468	-0.519	-0.0047	-2605.30	-5.46E-04	-409.89
4863	0.032	-0.520	-0.0067	-2565.25	-3.60E-04	-256.37	4863	0.032	-0.520	-0.0049	-2690.81	-1.97E-04	-227.93	4462	0.473	-0.202	-0.0065	-2503.74	-1.02E-03	-491.13	4863	0.032	-0.520	-0.0047	-2606.55	-5.46E-04	-409.98
4870	0.155	-0.538	-0.0067	-2563.66	-3.61E-04	-256.90	4870	0.155	-0.538	-0.0049	-2689.31	-1.98E-04	-228.36	4458	0.375	-0.258	-0.0065	-2498.71	-1.02E-03	-492.38	4870	0.155	-0.538	-0.0047	-2604.84	-5.45E-04	-409.86
4869	0.318	-0.574	-0.0067																								

4433	0.063	-1.373	-0.0064	-2485.14	-3.92E-04	-275.90	4433	0.063	-1.373	-0.0047	-2615.55	-2.13E-04	-244.45	4951	0.155	-1.064	-0.0063	-2419.57	-9.94E-04	-491.65	4433	0.063	-1.373	-0.0046	-2536.61	-5.29E-04	-409.51
4492	0.249	-1.422	-0.0064	-2480.47	-3.94E-04	-277.00	4492	0.249	-1.422	-0.0047	-2611.13	-2.14E-04	-245.35	4434	0.468	-1.097	-0.0063	-2414.84	-9.93E-04	-491.37	4492	0.249	-1.422	-0.0046	-2532.56	-5.27E-04	-409.42
4489	0.063	-1.443	-0.0064	-2478.32	-3.94E-04	-277.15	4489	0.063	-1.443	-0.0047	-2609.11	-2.14E-04	-245.50	4489	0.182	-1.099	-0.0063	-2416.29	-9.93E-04	-491.48	4489	0.063	-1.443	-0.0046	-2531.38	-5.27E-04	-409.52
4493	0.375	-1.478	-0.0064	-2475.19	-3.96E-04	-278.29	4493	0.375	-1.478	-0.0047	-2606.16	-2.15E-04	-246.43	4336	0.249	-1.100	-0.0063	-2415.92	-9.93E-04	-491.45	4493	0.375	-1.478	-0.0046	-2527.99	-5.26E-04	-409.37
4497	0.473	-1.488	-0.0064	-2474.42	-3.97E-04	-278.77	4497	0.473	-1.488	-0.0047	-2605.47	-2.16E-04	-246.83	4340	0.345	-1.163	-0.0062	-2409.82	-9.90E-04	-491.14	4497	0.473	-1.488	-0.0046	-2526.87	-5.26E-04	-409.32
4495	0.182	-1.501	-0.0064	-2472.70	-3.95E-04	-278.28	4495	0.182	-1.501	-0.0047	-2603.83	-2.15E-04	-246.46	4491	0.468	-1.167	-0.0062	-2408.30	-9.89E-04	-490.77	4495	0.182	-1.501	-0.0046	-2526.93	-5.26E-04	-409.51
4453	0.063	-1.513	-0.0064	-2471.50	-3.95E-04	-278.38	4453	0.063	-1.513	-0.0047	-2602.68	-2.15E-04	-246.56	4499	0.345	-1.222	-0.0062	-2404.46	-9.87E-04	-490.84	4453	0.063	-1.513	-0.0046	-2526.21	-5.26E-04	-409.54
	0.182	-1.560	-0.0064	-2466.92	-3.96E-04	-279.28		0.182	-1.560	-0.0047	-2598.38	-2.15E-04	-247.32	4339	0.182	-1.242	-0.0062	-2403.38	-9.87E-04	-490.86		0.182	-1.560	-0.0045	-2522.61	-5.25E-04	-409.53
4657	0.032	-1.562	-0.0064	-2466.66	-3.96E-04	-279.18	4657	0.032	-1.562	-0.0047	-2598.13	-2.15E-04	-247.23	4945	0.032	-1.253	-0.0062	-2402.63	-9.86E-04	-490.79	4657	0.032	-1.562	-0.0045	-2522.65	-5.25E-04	-409.57
4496	0.345	-1.574	-0.0064	-2465.78	-3.97E-04	-279.80	4496	0.345	-1.574	-0.0047	-2597.31	-2.16E-04	-247.74	4333	0.063	-1.294	-0.0062	-2398.94	-9.85E-04	-490.63	4496	0.345	-1.574	-0.0045	-2521.22	-5.25E-04	-409.48
4490	0.468	-1.623	-0.0064	-2461.14	-4.00E-04	-280.99	4490	0.468	-1.623	-0.0047	-2592.97	-2.17E-04	-248.74		0.182	-1.301	-0.0062	-2398.12	-9.84E-04	-490.57	4490	0.468	-1.623	-0.0045	-2517.17	-5.24E-04	-409.43
4463	0.345	-1.633	-0.0064	-2459.98	-3.99E-04	-280.79	4463	0.345	-1.633	-0.0047	-2591.86	-2.16E-04	-248.60	4498	0.473	-1.302	-0.0062	-2396.72	-9.84E-04	-490.43	4463	0.345	-1.633	-0.0045	-2516.96	-5.24E-04	-409.53
4455	0.468	-1.693	-0.0064	-2454.21	-4.01E-04	-282.11	4455	0.468	-1.693	-0.0047	-2586.45	-2.17E-04	-249.71	4494	0.375	-1.316	-0.0062	-2396.05	-9.84E-04	-490.41	4455	0.468	-1.693	-0.0045	-2512.16	-5.22E-04	-409.50
4456	0.249	-1.699	-0.0063	-2453.31	-3.99E-04	-281.64	4456	0.249	-1.699	-0.0047	-2585.58	-2.17E-04	-249.35	4489	0.063	-1.364	-0.0062	-2392.77	-9.82E-04	-490.31	4456	0.249	-1.699	-0.0045	-2512.52	-5.22E-04	-409.65
4459	0.182	-1.703	-0.0063	-2452.86	-3.99E-04	-281.60	4459	0.182	-1.703	-0.0047	-2585.16	-2.16E-04	-249.32	4492	0.249	-1.377	-0.0062	-2391.21	-9.81E-04	-490.18	4459	0.182	-1.703	-0.0045	-2512.39	-5.22E-04	-409.68
	0.155	-1.745	-0.0063	-2448.77	-4.00E-04	-282.22		0.155	-1.745	-0.0047	-2581.31	-2.17E-04	-249.86	4959	0.032	-1.435	-0.0062	-2386.64	-9.79E-04	-490.01		0.155	-1.745	-0.0045	-2509.51	-5.22E-04	-409.74
4458	0.375	-1.755	-0.0063	-2447.92	-4.01E-04	-282.79	4458	0.375	-1.755	-0.0046	-2580.53	-2.17E-04	-250.32	4495	0.182	-1.444	-0.0062	-2385.69	-9.79E-04	-489.97	4458	0.375	-1.755	-0.0045	-2508.20	-5.21E-04	-409.63
4663	0.027	-1.802	-0.0063	-2443.05	-4.00E-04	-283.00	4663	0.027	-1.802	-0.0046	-2575.93	-2.17E-04	-250.54	4493	0.375	-1.456	-0.0062	-2383.92	-9.78E-04	-489.80	4663	0.027	-1.802	-0.0045	-2505.60	-5.21E-04	-409.83
4462	0.473	-1.833	-0.0063	-2440.36	-4.03E-04	-284.22	4462	0.473	-1.833	-0.0046	-2573.43	-2.18E-04	-251.54	4497	0.473	-1.483	-0.0062	-2381.12	-9.77E-04	-489.68	4462	0.473	-1.833	-0.0045	-2502.40	-5.20E-04	-409.62
4660	0.125	-1.893	-0.0063	-2434.00	-4.02E-04	-284.39	4660	0.125	-1.893	-0.0046	-2567.41	-2.18E-04	-251.76	4966	0.155	-1.504	-0.0062	-2380.64	-9.76E-04	-489.72	4660	0.125	-1.893	-0.0045	-2499.19	-5.19E-04	-409.96
4457	0.375	-1.895	-0.0063	-2433.98	-4.03E-04	-284.84	4457	0.375	-1.895	-0.0046	-2567.41	-2.18E-04	-252.10	4496	0.345	-1.546	-0.0061	-2376.53	-9.75E-04	-489.52	4457	0.375	-1.895	-0.0045	-2498.46	-5.19E-04	-409.81
4460	0.345	-1.957	-0.0063	-2427.81	-4.03E-04	-285.62	4460	0.345	-1.957	-0.0046	-2561.60	-2.18E-04	-252.80	4965	0.318	-1.605	-0.0061	-2371.60	-9.72E-04	-489.29	4460	0.345	-1.957	-0.0045	-2494.36	-5.18E-04	-409.94
4667	0.318	-1.998	-0.0063	-2423.65	-4.04E-04	-286.12	4667	0.318	-1.998	-0.0046	-2557.68	-2.19E-04	-253.25	4490	0.468	-1.617	-0.0061	-2369.93	-9.72E-04	-489.16	4667	0.318	-1.998	-0.0045	-2491.63	-5.17E-04	-410.04
4461	0.473	-2.014	-0.0063	-2422.24	-4.05E-04	-286.72	4461	0.473	-2.014	-0.0046	-2556.35	-2.19E-04	-253.72	4967	0.027	-1.650	-0.0061	-2368.50	-9.71E-04	-489.21	4461	0.473	-2.014	-0.0045	-2490.02	-5.17E-04	-409.90
4662	0.251	-2.089	-0.0062	-2414.45	-4.04E-04	-287.19	4662	0.251	-2.089	-0.0046	-2549.02	-2.19E-04	-254.21	4962	0.125	-1.658	-0.0061	-2367.80	-9.71E-04	-489.18	4662	0.251	-2.089	-0.0045	-2485.64	-5.16E-04	-410.25
4664	0.027	-2.128	-0.0062	-2410.47	-4.04E-04	-287.49	4664	0.027	-2.128	-0.0046	-2545.27	-2.19E-04	-254.50	4958	0.437	-1.688	-0.0061	-2366.22	-9.69E-04	-489.92	4664	0.027	-2.128	-0.0045	-2483.29	-5.16E-04	-410.39
4454	0.468	-2.144	-0.0062	-2409.25	-4.06E-04	-288.33	4454	0.468	-2.144	-0.0046	-2544.11	-2.20E-04	-255.16	4961	0.251	-1.736	-0.0061	-2361.05	-9.68E-04	-488.87	4454	0.468	-2.144	-0.0045	-2481.44	-5.15E-04	-410.22
4661	0.125	-2.145	-0.0062	-2408.75	-4.04E-04	-287.76	4661	0.125	-2.145	-0.0046	-2543.64	-2.19E-04	-254.74	4479	0.468	-1.743	-0.0061	-2359.57	-9.67E-04	-488.71	4661	0.125	-2.145	-0.0045	-2482.07	-5.15E-04	-410.42
4659	0.437	-2.193	-0.0062	-2404.20	-4.06E-04	-288.84	4659	0.437	-2.193	-0.0046	-2539.38	-2.20E-04	-255.63	4494	0.318	-1.832	-0.0061	-2353.05	-9.64E-04	-488.52	4659	0.437	-2.193	-0.0044	-2478.26	-5.14E-04	-410.35
4666	0.318	-2.255	-0.0062	-2397.73	-4.06E-04	-289.33	4666	0.318	-2.255	-0.0046	-2533.28	-2.19E-04	-256.10	4486	0.473	-1.875	-0.0061	-2348.95	-9.62E-04	-488.20	4666	0.318	-2.255	-0.0044	-2474.45	-5.13E-04	-410.58
4311	0.468	-2.277	-0.0062	-2395.70	-4.07E-04	-289.88	4311	0.468	-2.277	-0.0045	-2531.37	-2.20E-04	-256.57	4487	0.345	-1.879	-0.0061	-2349.25	-9.62E-04	-488.34	4311	0.468	-2.277	-0.0044	-2472.63	-5.13E-04	-410.55
4319	0.345	-2.326	-0.0062	-2390.62	-4.06E-04	-290.21	4319	0.345	-2.326	-0.0045	-2526.57	-2.19E-04	-256.90	4960	0.125	-1.880	-0.0061	-2349.72	-9.62E-04	-488.48	4319	0.345	-2.326	-0.0044	-2469.78	-5.12E-04	-410.77
4665	0.155	-2.328	-0.0062	-2390.31	-4.05E-04	-289.95	4665	0.155	-2.328	-0.0045	-2526.27	-2.19E-04	-256.69		0.027	-1.938	-0.0060	-2345.19	-9.60E-04	-488.33	4665	0.155	-2.328	-0.0044	-2469.97	-5.12E-04	-410.83
4658	0.032	-2.373	-0.0061	-2385.71	-4.05E-04	-290.37	4658	0.032	-2.373	-0.0045	-2521.92	-2.19E-04	-257.08	4482	0.375	-1.953	-0.0060	-2343.26	-9.59E-04	-488.10	4658	0.032	-2.373	-0.0044	-2467.09	-5.12E-04	-410.96
	0.182	-2.399	-0.0061	-2383.11	-4.06E-04	-290.74		0.182	-2.399	-0.0045	-2519.49	-2.19E-04	-257.40	4963	0.155	-2.018	-0.0060	-2338.72	-9.58E-04	-488.08		0.182	-2.399	-0.0044	-2465.31	-5.11E-04	-411.00
4318	0.473	-2.412	-0.0061	-2381.97	-4.07E-04	-291.39	4318	0.473	-2.412	-0.0045	-2518.48	-2.20E-04	-257.95	4485	0.473	-2.056	-0.0060	-2334.72	-9.55E-04	-487.69	4318	0.473	-2.412	-0.0044	-2463.89	-5.11E-04	-410.93
4314	0.375	-2.422	-0.0061	-2380.92	-4.07E-04	-291.28	4314	0.375	-2.422	-0.0045	-2517.44	-2.20E-04	-257.86		0.182	-2.065	-0.0060	-2335.06	-9.56E-04	-487.96	4314	0.375	-2.422	-0.0044	-2463.52	-5.11E-04	-411.01
4309	0.063	-2.457	-0.0061	-2377.16	-4.06E-04	-291.27	4309	0.063	-2.457	-0.0045	-2513.87	-2.19E-04	-257.90	4481	0.375	-2.093	-0.0060	-2332.32	-9.55E-04	-487.74	4309	0.063	-2.457	-0.0044	-2461.62	-5.11E-04	-411.18
4312	0.249	-2.478	-0.0061	-2375.11	-4.06E-04	-291.64	4312	0.249	-2.478	-0.0045	-2511.94	-2.19E-04	-258.21	4480	0.249	-2.096	-0.0060	-2332.45	-9.55E-04	-487.85	4312	0.249	-2.478	-0.0044	-2460.11	-5.10E-04	-411.20
4755	0.032	-2.534	-0.0061	-2369.29	-4.06E-04	-292.03	4755	0.032	-2.534	-0.0045	-2506.44	-2.19E-04	-258.61	4957	0.032	-2.151	-0.0060	-2328.55	-9.53E-04	-487.79	4755	0.032	-2.534	-0.0044	-2456.66	-5.09E-04	-411.38
4315	0.182	-2.542	-0.0061	-23																							

4303	0.182	-3.380	-0.0058	-2282.07	-4.01E-04	-298.42	4303	0.182	-3.380	-0.0043	-2424.04	-2.15E-04	-264.80	4834	0.318	-2.856	-0.0058	-2275.92	-9.30E-04	-486.70	7403	0.182	-3.380	-0.0043	-2403.80	-4.97E-04	-413.44
4515	0.468	-3.381	-0.0058	-2281.72	-4.03E-04	-298.88	4515	0.468	-3.381	-0.0043	-2423.77	-2.16E-04	-265.24	4307	0.345	-2.914	-0.0058	-2271.71	-9.29E-04	-486.65	7415	0.468	-3.381	-0.0043	-2402.19	-4.98E-04	-414.11
4297	0.063	-3.401	-0.0058	-2280.08	-4.01E-04	-298.54	4297	0.063	-3.401	-0.0043	-2422.16	-2.15E-04	-264.94	4833	0.155	-2.962	-0.0058	-2268.51	-9.27E-04	-486.54	4297	0.063	-3.401	-0.0043	-2403.25	-4.96E-04	-413.20
4523	0.345	-3.403	-0.0058	-2279.51	-4.02E-04	-298.76	4523	0.345	-3.403	-0.0043	-2421.66	-2.15E-04	-265.11	4306	0.473	-2.973	-0.0058	-2267.25	-9.27E-04	-486.63	4523	0.345	-3.403	-0.0043	-2401.38	-4.97E-04	-413.87
	0.182	-3.439	-0.0058	-2276.01	-4.01E-04	-298.77		0.182	-3.439	-0.0043	-2418.32	-2.15E-04	-265.17	4302	0.375	-3.003	-0.0058	-2265.25	-9.26E-04	-486.58		0.182	-3.439	-0.0043	-2400.43	-4.96E-04	-413.45
4513	0.063	-3.471	-0.0058	-2272.87	-4.01E-04	-298.91	4513	0.063	-3.471	-0.0043	-2415.33	-2.15E-04	-265.33	0.182	-3.020	-0.0058	-2264.30	-9.25E-04	-486.46	4513	0.063	-3.471	-0.0043	-2399.22	-4.95E-04	-413.27	
4518	0.375	-3.505	-0.0058	-2268.69	-4.00E-04	-299.21	4518	0.375	-3.505	-0.0043	-2411.40	-2.15E-04	-265.60	4826	0.032	-3.034	-0.0058	-2263.45	-9.25E-04	-486.40	4518	0.375	-3.505	-0.0043	-2394.55	-4.96E-04	-414.19
4522	0.473	-3.517	-0.0058	-2267.35	-4.01E-04	-299.56	4522	0.473	-3.517	-0.0043	-2410.16	-2.15E-04	-265.92	4300	0.249	-3.085	-0.0058	-2259.59	-9.23E-04	-486.41	4522	0.473	-3.517	-0.0043	-2392.98	-4.96E-04	-414.64
4516	0.249	-3.533	-0.0058	-2266.12	-4.00E-04	-299.25	4516	0.249	-3.533	-0.0043	-2408.96	-2.14E-04	-265.70	4297	0.063	-3.103	-0.0058	-2258.56	-9.22E-04	-486.28	4516	0.249	-3.533	-0.0043	-2394.34	-4.94E-04	-413.60
4911	0.032	-3.541	-0.0058	-2266.15	-4.00E-04	-299.66	4911	0.032	-3.541	-0.0043	-2409.03	-2.15E-04	-266.15	4301	0.375	-3.143	-0.0058	-2255.22	-9.22E-04	-486.43	4911	0.032	-3.541	-0.0043	-2396.60	-4.93E-04	-412.98
4519	0.182	-3.582	-0.0058	-2261.47	-4.00E-04	-299.66	4519	0.182	-3.582	-0.0043	-2404.58	-2.14E-04	-266.16	4305	0.473	-3.154	-0.0058	-2254.27	-9.22E-04	-486.54	4519	0.182	-3.582	-0.0043	-2392.70	-4.93E-04	-413.22
4918	0.155	-3.641	-0.0058	-2255.93	-4.00E-04	-300.28	4918	0.155	-3.641	-0.0043	-2399.36	-2.15E-04	-266.80	4303	0.182	-3.163	-0.0058	-2254.24	-9.21E-04	-486.24	4918	0.155	-3.641	-0.0043	-2391.04	-4.91E-04	-412.89
4517	0.375	-3.645	-0.0057	-2253.70	-3.98E-04	-299.60	4517	0.375	-3.645	-0.0043	-2397.20	-2.13E-04	-266.08	4599	0.032	-3.177	-0.0058	-2253.44	-9.20E-04	-486.15	4517	0.375	-3.645	-0.0042	-2384.77	-4.94E-04	-414.47
4521	0.473	-3.698	-0.0057	-2247.38	-3.97E-04	-299.78	4521	0.473	-3.698	-0.0043	-2391.24	-2.13E-04	-266.28	4606	0.155	-3.226	-0.0057	-2249.86	-9.18E-04	-486.08	4521	0.473	-3.698	-0.0042	-2378.66	-4.95E-04	-415.38
4520	0.345	-3.727	-0.0057	-2245.24	-3.97E-04	-299.85	4520	0.345	-3.727	-0.0042	-2389.16	-2.12E-04	-266.37	4304	0.345	-3.238	-0.0057	-2248.47	-9.19E-04	-486.28	4520	0.345	-3.727	-0.0042	-2380.23	-4.92E-04	-414.54
4919	0.027	-3.784	-0.0057	-2242.71	-4.03E-04	-302.08	4919	0.027	-3.784	-0.0042	-2386.98	-2.17E-04	-268.78	4298	0.468	-3.289	-0.0057	-2244.36	-9.18E-04	-486.46	4919	0.027	-3.784	-0.0042	-2385.86	-4.89E-04	-412.66
4917	0.318	-3.786	-0.0057	-2239.42	-3.97E-04	-300.29	4917	0.318	-3.786	-0.0042	-2383.68	-2.13E-04	-266.88	4605	0.318	-3.301	-0.0057	-2244.13	-9.17E-04	-486.17	4917	0.318	-3.786	-0.0042	-2377.37	-4.91E-04	-414.15
4914	0.125	-3.810	-0.0057	-2239.78	-4.01E-04	-302.07	4914	0.125	-3.810	-0.0042	-2384.19	-2.16E-04	-268.77	4598	0.437	-3.364	-0.0057	-2239.12	-9.16E-04	-486.33	4914	0.125	-3.810	-0.0042	-2383.68	-4.89E-04	-413.05
4514	0.468	-3.831	-0.0057	-2232.51	-3.93E-04	-299.57	4514	0.468	-3.831	-0.0042	-2377.06	-2.10E-04	-266.16	4602	0.125	-3.379	-0.0057	-2239.77	-9.13E-04	-485.62	4514	0.468	-3.831	-0.0042	-2368.60	-4.94E-04	-416.55
4910	0.437	-3.901	-0.0057	-2223.52	-3.88E-04	-298.45	4910	0.437	-3.901	-0.0042	-2368.41	-2.07E-04	-265.06	4607	0.027	-3.386	-0.0057	-2239.61	-9.12E-04	-485.47	4910	0.437	-3.901	-0.0042	-2359.20	-4.93E-04	-416.91
4913	0.251	-3.922	-0.0057	-2227.95	-4.00E-04	-302.42	4913	0.251	-3.922	-0.0042	-2373.01	-2.15E-04	-269.23	4515	0.468	-3.413	-0.0057	-2235.08	-9.14E-04	-486.46	4913	0.251	-3.922	-0.0042	-2377.04	-4.86E-04	-412.45
4287	0.468	-3.965	-0.0056	-2215.79	-3.86E-04	-297.59	4287	0.468	-3.965	-0.0042	-2361.00	-2.05E-04	-264.22	4601	0.251	-3.437	-0.0057	-2234.96	-9.12E-04	-485.71	4287	0.468	-3.965	-0.0042	-2356.23	-4.93E-04	-416.21
4916	0.318	-4.043	-0.0056	-2214.68	-3.97E-04	-302.45	4916	0.318	-4.043	-0.0042	-2360.46	-2.14E-04	-269.42	4604	0.318	-3.520	-0.0057	-2228.45	-9.09E-04	-485.66	4916	0.318	-4.043	-0.0042	-2367.97	-4.85E-04	-412.19
4912	0.125	-4.062	-0.0056	-2218.26	-4.13E-04	-308.64	4912	0.125	-4.062	-0.0042	-2364.40	-2.25E-04	-275.88	4522	0.473	-3.544	-0.0057	-2224.66	-9.10E-04	-486.32	4912	0.125	-4.062	-0.0042	-2370.46	-4.97E-04	-417.69
4294	0.473	-4.096	-0.0056	-2196.25	-3.68E-04	-292.46	4294	0.473	-4.096	-0.0042	-2342.06	-1.93E-04	-259.16	4523	0.345	-3.561	-0.0057	-2225.12	-9.08E-04	-485.50	4294	0.473	-4.096	-0.0041	-2332.56	-4.83E-04	-412.35
4295	0.345	-4.096	-0.0056	-2205.55	-3.90E-04	-300.16	4295	0.345	-4.096	-0.0042	-2351.61	-2.09E-04	-267.18	4600	0.125	-3.593	-0.0057	-2226.85	-9.04E-04	-484.56	4295	0.345	-4.096	-0.0042	-2351.07	-4.89E-04	-415.66
	0.027	-4.110	-0.0056	-2214.47	-4.16E-04	-310.86		0.027	-4.110	-0.0042	-2361.01	-2.28E-04	-278.26	4518	0.375	-3.632	-0.0056	-2219.42	-9.06E-04	-485.74		0.027	-4.110	-0.0042	-2364.52	-5.04E-04	-420.67
4290	0.375	-4.171	-0.0056	-2199.37	-3.87E-04	-299.92	4290	0.375	-4.171	-0.0042	-2345.79	-2.07E-04	-267.01	0.027	-3.663	-0.0057	-2223.90	-9.02E-04	-484.21	4290	0.375	-4.171	-0.0042	-2362.95	-4.75E-04	-406.54	
4915	0.155	-4.224	-0.0056	-2200.07	-4.09E-04	-310.64	4915	0.155	-4.224	-0.0042	-2347.35	-2.23E-04	-278.27	4603	0.155	-3.723	-0.0056	-2219.64	-9.00E-04	-484.10	4915	0.155	-4.224	-0.0041	-2342.46	-5.17E-04	-426.92
4293	0.473	-4.278	-0.0055	-2174.81	-3.46E-04	-285.00	4293	0.473	-4.278	-0.0041	-2321.28	-1.78E-04	-251.83	4521	0.473	-3.726	-0.0056	-2208.68	-9.07E-04	-486.54	4293	0.473	-4.278	-0.0041	-2340.64	-4.59E-04	-400.93
	0.182	-4.278	-0.0055	-2195.43	-4.09E-04	-313.57		0.182	-4.278	-0.0041	-2343.21	-2.24E-04	-281.39		0.182	-3.764	-0.0056	-2216.43	-8.98E-04	-483.95		0.182	-4.278	-0.0041	-2329.29	-5.28E-04	-430.85
4288	0.249	-4.312	-0.0055	-2189.47	-3.95E-04	-308.59	4288	0.249	-4.312	-0.0041	-2337.18	-2.14E-04	-276.30	4517	0.375	-3.773	-0.0056	-2208.14	-9.02E-04	-485.40	4288	0.249	-4.312	-0.0041	-2339.72	-5.14E-04	-423.02
4289	0.375	-4.312	-0.0055	-2185.44	-3.82E-04	-301.83	4289	0.375	-4.312	-0.0041	-2332.82	-2.04E-04	-269.28	4516	0.249	-3.789	-0.0056	-2213.51	-8.99E-04	-484.28	4289	0.375	-4.312	-0.0041	-2345.22	-4.86E-04	-410.30
4909	0.032	-4.352	-0.0055	-2180.49	-3.87E-04	-310.60	4909	0.032	-4.352	-0.0041	-2328.75	-2.08E-04	-278.57	4514	0.468	-3.864	-0.0056	-2196.06	-9.03E-04	-487.03	4909	0.032	-4.352	-0.0040	-2290.05	-5.59E-04	-446.19
4285	0.063	-4.415	-0.0054	-2165.19	-3.59E-04	-303.56	4285	0.063	-4.415	-0.0041	-2313.62	-1.89E-04	-271.53	4597	0.032	-3.868	-0.0056	-2215.29	-8.98E-04	-484.11	4285	0.063	-4.415	-0.0039	-2260.05	-5.70E-04	-453.75
4286	0.468	-4.415	-0.0055	-2175.44	-3.29E-04	-287.62	4286	0.468	-4.415	-0.0041	-2322.39	-1.67E-04	-254.70	4520	0.345	-3.886	-0.0056	-2200.73	-8.97E-04	-484.46	4286	0.468	-4.415	-0.0042	-2429.78	-4.25E-04	-367.27
4291	0.182	-4.420	-0.0054	-2164.47	-3.62E-04	-304.07	4291	0.182	-4.420	-0.0041	-2312.99	-1.91E-04	-272.05	4519	0.182	-3.907	-0.0056	-2211.27	-8.95E-04	-483.31	4291	0.182	-4.420	-0.0039	-2256.84	-5.72E-04	-455.15
4292	0.345	-4.420	-0.0055	-2175.97	-3.76E-04	-308.39	4292	0.345	-4.420	-0.0041	-2324.43	-2.01E-04	-276.34	4513	0.063	-3.917	-0.0056	-2214.15	-8.97E-04	-484.26	4292	0.345	-4.420	-0.0040	-2311.30	-5.26E-04	-425.36
4283	0.345	-4.480	-0.0054	-2154.99	-3.24E-04	-295.66	4283	0.345	-4.480	-0.0040	-2303.45	-1.64E-04	-263.50	4443	0.468	-3.934	-0.0056	-2189.50	-9.04E-04	-487.55	4283	0.345	-4.480	-0.0039	-2271.38	-5.48E-04	-439.05
	0.182	-4.480	-0.0054	-2156.00	-3.44E-04	-303.40		0.182	-4.480	-0.0040	-2304.95	-1.79E-04	-271.56	4451	0.345	-3.945	-0.0056	-2193.06	-8.99E-04	-485.87		0.182	-4.480	-0.0038	-2240.13	-5.80E-04	-460.82
4273	0.063	-4.485	-0.0054	-2156.08	-3.46E-04	-																					

4778	0.032	-5.359	-0.0050	-2040.24	-2.79E-04	-306.24	4778	0.032	-5.359	-0.0038	-2194.59	-1.38E-04	-277.17	4838	0.032	-4.723	-0.0048	-1993.97	-9.45E-04	-522.25	4778	0.032	-5.359	-0.0034	-1979.86	-6.33E-04	-533.59
4264	0.249	-5.367	-0.0050	-2039.10	-2.80E-04	-307.06	4264	0.249	-5.367	-0.0038	-2193.63	-1.39E-04	-278.05	4276	0.249	-4.763	-0.0049	-1998.67	-9.13E-04	-518.39	4264	0.249	-5.367	-0.0034	-1974.35	-6.47E-04	-540.67
4269	0.473	-5.383	-0.0050	-2035.77	-2.81E-04	-307.58	4269	0.473	-5.383	-0.0038	-2190.66	-1.40E-04	-278.66	4273	0.063	-4.789	-0.0048	-1970.38	-9.36E-04	-526.75	4269	0.473	-5.383	-0.0033	-1961.30	-6.77E-04	-555.88
4265	0.375	-5.395	-0.0050	-2034.99	-2.81E-04	-307.75	4265	0.375	-5.395	-0.0038	-2189.79	-1.40E-04	-278.85	4277	0.375	-4.815	-0.0048	-1988.49	-9.49E-04	-537.79	4265	0.375	-5.395	-0.0033	-1961.20	-6.65E-04	-550.08
4261	0.063	-5.429	-0.0050	-2031.70	-2.80E-04	-307.85	4261	0.063	-5.429	-0.0038	-2186.43	-1.40E-04	-279.00	4281	0.473	-4.822	-0.0048	-1979.94	-1.03E-03	-569.80	4261	0.063	-5.429	-0.0033	-1956.47	-6.46E-04	-541.09
4267	0.182	-5.461	-0.0050	-2027.44	-2.80E-04	-308.45	4267	0.182	-5.461	-0.0038	-2182.37	-1.40E-04	-279.70	4279	0.182	-4.844	-0.0048	-1958.32	-9.49E-04	-537.53	4267	0.182	-5.461	-0.0033	-1944.47	-6.56E-04	-546.43
4268	0.345	-5.497	-0.0050	-2022.19	-2.81E-04	-309.15	4268	0.345	-5.497	-0.0037	-2177.42	-1.41E-04	-280.53	4275	0.345	-4.863	-0.0047	-1953.58	-9.31E-04	-531.44	4268	0.345	-5.497	-0.0033	-1928.74	-6.75E-04	-555.75
4501	0.063	-5.499	-0.0050	-2022.75	-2.81E-04	-308.95	4501	0.063	-5.499	-0.0037	-2177.81	-1.40E-04	-280.30	4582	0.155	-4.906	-0.0047	-1943.85	-9.41E-04	-537.49	4501	0.063	-5.499	-0.0033	-1932.83	-6.57E-04	-547.09
4262	0.468	-5.519	-0.0050	-2018.67	-2.81E-04	-309.46	4262	0.468	-5.519	-0.0037	-2174.15	-1.41E-04	-280.91	4280	0.345	-4.911	-0.0047	-1945.26	-9.85E-04	-555.96	4262	0.468	-5.519	-0.0033	-1918.07	-6.89E-04	-562.89
0.182	-5.520	-0.0050	-2020.01	-2.81E-04	-309.44		0.182	-5.520	-0.0037	-2175.21	-1.41E-04	-280.86	4274	0.468	-4.957	-0.0047	-1919.75	-1.06E-03	-585.28	0.182	-5.520	-0.0033	-1924.77	-6.65E-04	-551.21		
4741	0.032	-5.555	-0.0050	-2015.86	-2.81E-04	-309.95	4741	0.032	-5.555	-0.0037	-2171.15	-1.41E-04	-281.45	4581	0.318	-4.974	-0.0047	-1922.07	-9.94E-04	-560.22	4741	0.032	-5.555	-0.0032	-1914.63	-6.65E-04	-551.47
4511	0.345	-5.556	-0.0050	-2014.85	-2.82E-04	-310.07	4511	0.345	-5.556	-0.0037	-2170.34	-1.41E-04	-281.60	4574	0.437	-5.031	-0.0046	-1893.57	-1.06E-03	-585.71	4511	0.345	-5.556	-0.0032	-1909.67	-6.81E-04	-559.38
4503	0.468	-5.589	-0.0049	-2009.87	-2.81E-04	-310.43	4503	0.468	-5.589	-0.0037	-2165.65	-1.42E-04	-282.07	4578	0.125	-5.054	-0.0046	-1894.06	-9.77E-04	-555.58	4503	0.468	-5.589	-0.0032	-1895.51	-6.97E-04	-566.99
4504	0.249	-5.644	-0.0049	-2004.40	-2.82E-04	-311.47	4504	0.249	-5.644	-0.0037	-2160.17	-1.42E-04	-283.23	4583	0.027	-5.064	-0.0046	-1891.06	-9.73E-04	-554.94	4504	0.249	-5.644	-0.0032	-1883.43	-6.84E-04	-561.10
4507	0.182	-5.663	-0.0049	-2002.32	-2.82E-04	-311.80	4507	0.182	-5.663	-0.0037	-2158.11	-1.43E-04	-283.61	4263	0.468	-5.079	-0.0045	-1871.75	-1.08E-03	-592.24	4507	0.182	-5.663	-0.0032	-1878.41	-6.82E-04	-560.59
4506	0.375	-5.672	-0.0049	-2000.35	-2.82E-04	-311.85	4506	0.375	-5.672	-0.0037	-2156.33	-1.43E-04	-283.70	4577	0.251	-5.107	-0.0045	-1874.71	-1.01E-03	-569.64	4506	0.375	-5.672	-0.0032	-1871.72	-6.95E-04	-566.72
0.155	-5.710	-0.0049	-1996.55	-2.83E-04	-312.57		0.155	-5.710	-0.0037	-2152.51	-1.43E-04	-284.50	4580	0.318	-5.185	-0.0045	-1843.28	-1.05E-03	-584.19	0.155	-5.710	-0.0032	-1863.45	-6.86E-04	-562.65		
4510	0.473	-5.728	-0.0049	-1992.91	-2.82E-04	-312.62	4510	0.473	-5.728	-0.0037	-2149.22	-1.43E-04	-284.63	4270	0.473	-5.211	-0.0044	-1825.94	-1.10E-03	-601.87	4510	0.473	-5.728	-0.0031	-1851.50	-7.07E-04	-573.05
4747	0.027	-5.796	-0.0049	-1986.32	-2.84E-04	-314.06	4747	0.027	-5.796	-0.0037	-2142.54	-1.44E-04	-286.20	4271	0.345	-5.226	-0.0044	-1827.95	-1.07E-03	-589.92	4747	0.027	-5.796	-0.0031	-1837.04	-6.91E-04	-565.75
4505	0.375	-5.812	-0.0049	-1983.35	-2.84E-04	-314.16	4505	0.375	-5.812	-0.0037	-2139.83	-1.44E-04	-286.37	4576	0.125	-5.262	-0.0044	-1821.15	-1.04E-03	-579.74	4505	0.375	-5.812	-0.0031	-1827.69	-7.05E-04	-572.64
4744	0.125	-5.865	-0.0048	-1977.78	-2.85E-04	-315.25	4744	0.125	-5.865	-0.0037	-2134.27	-1.45E-04	-287.57	4266	0.375	-5.297	-0.0044	-1801.38	-1.09E-03	-597.53	4744	0.125	-5.865	-0.0031	-1814.56	-6.98E-04	-569.26
4508	0.345	-5.880	-0.0048	-1975.29	-2.84E-04	-315.35	4508	0.345	-5.880	-0.0037	-2131.96	-1.45E-04	-287.73	0.027	-5.332	-0.0043	-1797.43	-1.05E-03	-584.70	4508	0.345	-5.880	-0.0030	-1806.96	-7.07E-04	-573.93	
4509	0.473	-5.909	-0.0048	-1971.24	-2.84E-04	-315.71	4509	0.473	-5.909	-0.0036	-2128.14	-1.45E-04	-288.17	4579	0.155	-5.385	-0.0043	-1797.44	-1.07E-03	-591.28	4509	0.473	-5.909	-0.0030	-1795.56	-7.17E-04	-578.74
4751	0.318	-5.927	-0.0048	-1969.79	-2.85E-04	-316.21	4751	0.318	-5.927	-0.0036	-2126.58	-1.46E-04	-288.70	4269	0.473	-5.392	-0.0043	-1764.39	-1.12E-03	-610.27	4751	0.318	-5.927	-0.0030	-1792.86	-7.08E-04	-574.58
4746	0.251	-6.034	-0.0048	-1957.51	-2.87E-04	-318.15	4746	0.251	-6.034	-0.0036	-2114.55	-1.47E-04	-290.89	0.182	-5.426	-0.0043	-1762.70	-1.08E-03	-595.32	4746	0.251	-6.034	-0.0030	-1761.37	-7.10E-04	-575.89	
4502	0.468	-6.040	-0.0048	-1955.76	-2.86E-04	-318.01	4502	0.468	-6.040	-0.0036	-2113.03	-1.47E-04	-290.79	4265	0.375	-5.437	-0.0042	-1753.28	-1.11E-03	-605.34	4502	0.468	-6.040	-0.0029	-1755.46	-7.20E-04	-580.51
4743	0.437	-6.096	-0.0048	-1949.44	-2.87E-04	-319.09	4743	0.437	-6.096	-0.0036	-2106.81	-1.48E-04	-292.01	4264	0.249	-5.452	-0.0042	-1752.31	-1.09E-03	-599.47	4743	0.437	-6.096	-0.0029	-1739.27	-7.20E-04	-580.67
4745	0.125	-6.118	-0.0047	-1947.99	-2.88E-04	-319.74	4745	0.125	-6.118	-0.0036	-2105.17	-1.49E-04	-292.68	4573	0.032	-5.529	-0.0042	-1729.44	-1.09E-03	-599.05	4745	0.125	-6.118	-0.0029	-1737.10	-7.10E-04	-576.03
4748	0.027	-6.122	-0.0047	-1947.61	-2.88E-04	-319.86	4748	0.027	-6.122	-0.0036	-2104.78	-1.49E-04	-292.80	4262	0.468	-5.530	-0.0041	-1719.18	-1.13E-03	-613.65	4748	0.027	-6.122	-0.0029	-1736.25	-7.09E-04	-575.71
4239	0.468	-6.173	-0.0047	-1940.26	-2.88E-04	-320.44	4239	0.468	-6.173	-0.0036	-2097.85	-1.49E-04	-293.55	4268	0.345	-5.550	-0.0041	-1716.80	-1.11E-03	-608.63	4239	0.468	-6.173	-0.0029	-1715.07	-7.22E-04	-582.19
4750	0.318	-6.185	-0.0047	-1939.72	-2.89E-04	-320.88	4750	0.318	-6.185	-0.0036	-2097.17	-1.50E-04	-293.99	4267	0.182	-5.569	-0.0041	-1714.55	-1.10E-03	-603.54	4750	0.318	-6.185	-0.0029	-1714.88	-7.16E-04	-579.38
4247	0.345	-6.250	-0.0047	-1932.10	-2.90E-04	-322.06	4247	0.345	-6.250	-0.0036	-2089.72	-1.51E-04	-295.32	4261	0.063	-5.577	-0.0041	-1713.10	-1.09E-03	-601.73	4247	0.345	-6.250	-0.0028	-1694.97	-7.18E-04	-580.35
4749	0.155	-6.293	-0.0047	-1927.70	-2.91E-04	-323.04	4749	0.155	-6.293	-0.0036	-2085.26	-1.52E-04	-296.38	4503	0.468	-5.600	-0.0041	-1695.91	-1.14E-03	-615.86	4749	0.155	-6.293	-0.0028	-1684.41	-7.13E-04	-578.28
4246	0.473	-6.307	-0.0047	-1925.06	-2.90E-04	-323.05	4246	0.473	-6.307	-0.0035	-2082.91	-1.51E-04	-296.46	4511	0.345	-5.609	-0.0041	-1697.48	-1.12E-03	-610.71	4246	0.473	-6.307	-0.0028	-1675.77	-7.23E-04	-583.02
4242	0.375	-6.338	-0.0047	-1921.94	-2.91E-04	-323.76	4242	0.375	-6.338	-0.0035	-2079.74	-1.52E-04	-297.22	0.182	-5.628	-0.0041	-1694.79	-1.11E-03	-606.04	4242	0.375	-6.338	-0.0028	-1668.53	-7.19E-04	-581.13	
0.182	-6.358	-0.0047	-1920.29	-2.92E-04	-324.29		0.182	-6.358	-0.0035	-2077.98	-1.53E-04	-297.78	4501	0.063	-5.647	-0.0041	-1689.46	-1.10E-03	-604.82	0.182	-6.358	-0.0028	-1665.16	-7.13E-04	-578.68		
4742	0.032	-6.366	-0.0047	-1919.61	-2.92E-04	-324.47	4742	0.032	-6.366	-0.0035	-2077.27	-1.53E-04	-297.97	4801	0.032	-5.702	-0.0040	-1672.16	-1.11E-03	-606.88	4742	0.032	-6.366	-0.0028	-1663.67	-7.12E-04	-577.92
4240	0.249	-6.422	-0.0046	-1912.91	-2.93E-04	-325.50	4240	0.249	-6.422	-0.0035	-2070.74	-1.54E-04	-299.13	4506	0.375	-5.714	-0.0040	-1662.22	-1.13E-03	-614.35	4240	0.249	-6.422	-0.0027	-1645.90	-7.14E-04	-579.27
4237	0.063	-6.443	-0.0046	-1910.91	-2.94E-04	-325.98	4237	0.063	-6.443	-0.0035	-2068.69	-1.54E-04	-299.64	4504	0.249	-5.729	-0.0040	-1660.69	-1.12E-03	-610.80	4237	0.063	-6.443	-0.0027	-1641.13	-7.11E-04	-577.94
4241	0.375	-6.478	-0.0046	-1906.21	-2.94E-04	-326.51	4241	0.375	-6.478	-0.0035	-2064.22	-1.54E-04	-300.28	4510	0.473	-5.737	-0.0040	-1651.76	-1.14E-03	-618.56	4241	0.375	-6.478	-0.0027	-1627.95	-7.17E-04	-580.71
4245	0.473	-6.488	-0.0046	-1904.69	-2.94E-04	-326.60	42																				



4403	0.345	-7.326	-0.0043	-1815.95	-3.14E-04	-344.55	4403	0.345	-7.326	-0.0033	-1974.04	-1.72E-04	-319.98	4527	0.032	-6.493	-0.0034	-1431.85	-1.10E-03	-603.96	4403	0.345	-7.326	-0.0023	-1397.79	-6.68E-04	-559.44
4561	0.032	-7.338	-0.0043	-1815.31	-3.15E-04	-344.94	4561	0.032	-7.338	-0.0033	-1973.25	-1.72E-04	-320.36	4534	0.155	-6.545	-0.0033	-1416.35	-1.09E-03	-602.72	4561	0.032	-7.338	-0.0023	-1396.88	-6.65E-04	-557.87
4411	0.182	-7.340	-0.0043	-1814.97	-3.15E-04	-344.94	4411	0.182	-7.340	-0.0033	-1972.94	-1.72E-04	-320.38	4244	0.345	-6.567	-0.0033	-1407.89	-1.10E-03	-603.79	4411	0.182	-7.340	-0.0023	-1395.83	-6.65E-04	-558.09
4405	0.063	-7.387	-0.0043	-1810.30	-3.16E-04	-346.04	4405	0.063	-7.387	-0.0033	-1968.19	-1.73E-04	-321.55	4238	0.468	-6.622	-0.0033	-1390.42	-1.10E-03	-603.45	4405	0.063	-7.387	-0.0022	-1384.29	-6.61E-04	-556.02
0.182	-7.399	-0.0043	-1808.96	-3.17E-04	-346.28	4402	0.473	-7.412	-0.0033	-1964.84	-1.73E-04	-321.95	4533	0.318	-6.625	-0.0033	-1392.13	-1.09E-03	-601.25	0.182	-7.399	-0.0022	-1380.69	-6.60E-04	-555.77		
4402	0.473	-7.412	-0.0043	-1806.73	-3.16E-04	-346.36	4398	0.375	-7.422	-0.0033	-1964.15	-1.74E-04	-322.27	4530	0.125	-6.686	-0.0032	-1377.76	-1.08E-03	-597.43	4402	0.473	-7.412	-0.0022	-1374.14	-6.63E-04	-555.04
4398	0.375	-7.422	-0.0043	-1806.15	-3.17E-04	-346.67	4393	0.063	-7.457	-0.0033	-1961.01	-1.75E-04	-323.27	4535	0.027	-6.686	-0.0032	-1378.08	-1.08E-03	-597.17	4398	0.375	-7.422	-0.0022	-1373.09	-6.60E-04	-555.85
4393	0.063	-7.457	-0.0043	-1803.20	-3.18E-04	-347.64	4396	0.249	-7.478	-0.0033	-1958.69	-1.75E-04	-323.72	4526	0.437	-6.691	-0.0032	-1371.80	-1.09E-03	-600.19	4393	0.063	-7.457	-0.0022	-1366.32	-6.54E-04	-553.11
4396	0.249	-7.478	-0.0043	-1800.85	-3.19E-04	-348.04	4369	0.063	-7.527	-0.0033	-1953.86	-1.77E-04	-324.99	4431	0.468	-6.742	-0.0032	-1357.40	-1.08E-03	-598.68	4396	0.249	-7.478	-0.0022	-1360.19	-6.54E-04	-552.79
4369	0.063	-7.527	-0.0043	-1796.15	-3.20E-04	-349.25	4399	0.182	-7.542	-0.0033	-1952.29	-1.77E-04	-325.32	4529	0.251	-6.748	-0.0032	-1359.76	-1.07E-03	-595.62	4369	0.063	-7.527	-0.0022	-1348.45	-6.48E-04	-550.03
4399	0.182	-7.542	-0.0043	-1794.58	-3.21E-04	-349.55	4397	0.375	-7.562	-0.0033	-1949.89	-1.77E-04	-325.71	4532	0.318	-6.829	-0.0031	-1336.96	-1.06E-03	-592.56	4399	0.182	-7.542	-0.0022	-1344.51	-6.47E-04	-549.73
4397	0.375	-7.562	-0.0043	-1792.08	-3.21E-04	-349.88	4789	0.032	-7.569	-0.0033	-1949.62	-1.78E-04	-326.04	4439	0.345	-6.872	-0.0031	-1325.19	-1.06E-03	-590.70	4397	0.375	-7.562	-0.0022	-1337.77	-6.47E-04	-549.67
4789	0.032	-7.569	-0.0043	-1791.99	-3.22E-04	-350.23	4401	0.473	-7.593	-0.0033	-1946.43	-1.78E-04	-326.41	4438	0.473	-6.874	-0.0031	-1321.81	-1.06E-03	-591.88	4789	0.032	-7.569	-0.0022	-1338.17	-6.44E-04	-548.33
4401	0.473	-7.593	-0.0043	-1788.59	-3.22E-04	-350.52	0.182	-7.601	-0.0033	-1946.31	-1.78E-04	-326.78	4528	0.125	-6.886	-0.0031	-1324.29	-1.05E-03	-588.84	4401	0.473	-7.593	-0.0021	-1328.58	-6.45E-04	-548.76	
0.182	-7.601	-0.0043	-1788.69	-3.23E-04	-350.91	4400	0.345	-7.650	-0.0032	-1941.01	-1.79E-04	-327.93	0.027	-6.945	-0.0030	-1309.27	-1.04E-03	-585.89	0.182	-7.601	-0.0021	-1329.72	-6.41E-04	-547.11			
4400	0.345	-7.650	-0.0042	-1783.38	-3.24E-04	-351.96	4379	0.345	-7.709	-0.0032	-1935.08	-1.81E-04	-329.41	4434	0.375	-6.947	-0.0030	-1304.86	-1.05E-03	-587.18	4400	0.345	-7.650	-0.0021	-1316.09	-6.37E-04	-545.33
4379	0.345	-7.709	-0.0042	-1777.57	-3.25E-04	-353.35	4394	0.468	-7.727	-0.0032	-1932.96	-1.81E-04	-329.75	4531	0.155	-7.008	-0.0030	-1292.35	-1.04E-03	-583.01	4379	0.345	-7.709	-0.0021	-1310.61	-6.31E-04	-542.52
4394	0.468	-7.727	-0.0042	-1775.37	-3.26E-04	-353.64	4375	0.182	-7.744	-0.0032	-1931.96	-1.82E-04	-330.36	0.182	-7.051	-0.0030	-1281.28	-1.03E-03	-580.98	4394	0.468	-7.727	-0.0021	-1295.74	-6.30E-04	-542.11	
4375	0.182	-7.744	-0.0042	-1774.60	-3.27E-04	-354.27	4372	0.249	-7.755	-0.0032	-1930.75	-1.82E-04	-330.61	4437	0.473	-7.055	-0.0029	-1274.83	-1.03E-03	-582.07	4375	0.182	-7.744	-0.0021	-1294.51	-6.26E-04	-540.39
4372	0.249	-7.755	-0.0042	-1773.39	-3.27E-04	-354.49	0.155	-7.779	-0.0032	-1928.45	-1.83E-04	-331.27	4432	0.249	-7.086	-0.0029	-1271.63	-1.03E-03	-579.35	4372	0.249	-7.755	-0.0021	-1291.33	-6.26E-04	-539.95	
0.155	-7.779	-0.0042	-1771.18	-3.28E-04	-355.12	4371	0.468	-7.797	-0.0032	-1925.95	-1.82E-04	-331.51	4433	0.375	-7.087	-0.0029	-1269.00	-1.03E-03	-579.81	0.155	-7.779	-0.0021	-1285.90	-6.23E-04	-538.55		
4371	0.468	-7.797	-0.0042	-1768.50	-3.28E-04	-355.29	4795	0.027	-7.808	-0.0032	-1925.69	-1.83E-04	-332.02	4525	0.032	-7.136	-0.0029	-1260.57	-1.02E-03	-576.16	4371	0.468	-7.797	-0.0020	-1278.54	-6.22E-04	-538.47
4795	0.027	-7.808	-0.0042	-1768.51	-3.29E-04	-355.84	4374	0.375	-7.839	-0.0032	-1922.10	-1.84E-04	-332.64	4429	0.063	-7.186	-0.0029	-1247.81	-1.01E-03	-573.30	4795	0.027	-7.808	-0.0020	-1279.25	-6.19E-04	-537.03
4374	0.375	-7.839	-0.0042	-1764.84	-3.29E-04	-356.38	4792	0.125	-7.921	-0.0032	-1914.40	-1.86E-04	-334.89	4430	0.468	-7.192	-0.0028	-1240.77	-1.01E-03	-574.11	4374	0.375	-7.839	-0.0020	-1269.81	-6.17E-04	-536.10
4792	0.125	-7.921	-0.0042	-1757.46	-3.33E-04	-358.54	4378	0.473	-7.938	-0.0032	-1911.98	-1.86E-04	-335.05	4435	0.182	-7.193	-0.0029	-1245.26	-1.01E-03	-573.12	4792	0.125	-7.921	-0.0020	-1251.52	-6.06E-04	-531.20
4378	0.473	-7.938	-0.0042	-1754.86	-3.32E-04	-358.63	4373	0.375	-7.979	-0.0032	-1908.26	-1.87E-04	-336.20	4436	0.345	-7.196	-0.0029	-1242.51	-1.01E-03	-573.60	4378	0.473	-7.938	-0.0020	-1244.96	-6.07E-04	-531.26
4373	0.375	-7.979	-0.0041	-1751.33	-3.34E-04	-359.74	4376	0.345	-8.033	-0.0032	-1899.56	-1.89E-04	-337.64	0.182	-7.253	-0.0028	-1230.74	-9.97E-04	-569.84	4373	0.375	-7.979	-0.0020	-1236.28	-6.01E-04	-528.71	
4376	0.345	-8.033	-0.0041	-1746.21	-3.36E-04	-361.11	4799	0.318	-8.069	-0.0032	-1892.95	-1.90E-04	-338.58	4427	0.345	-7.255	-0.0028	-1227.93	-9.98E-04	-570.10	4376	0.345	-8.033	-0.0019	-1223.52	-5.94E-04	-525.58
4799	0.318	-8.069	-0.0041	-1742.92	-3.37E-04	-362.00	4377	0.473	-8.119	-0.0031	-1894.20	-1.90E-04	-339.68	4417	0.063	-7.256	-0.0028	-1230.57	-9.96E-04	-569.49	4799	0.318	-8.069	-0.0019	-1215.31	-5.89E-04	-523.49
4377	0.473	-8.119	-0.0041	-1737.59	-3.38E-04	-363.01	4796	0.027	-8.134	-0.0031	-1893.57	-1.91E-04	-340.41	4419	0.468	-7.262	-0.0028	-1223.65	-9.99E-04	-570.31	4377	0.473	-8.119	-0.0019	-1202.62	-5.85E-04	-521.34
4796	0.027	-8.134	-0.0041	-1737.23	-3.40E-04	-363.76	4794	0.251	-8.145	-0.0031	-1892.29	-1.92E-04	-340.63	4717	0.032	-7.305	-0.0028	-1218.69	-9.88E-04	-566.56	4796	0.027	-8.134	-0.0019	-1200.64	-5.80E-04	-519.41
4794	0.251	-8.145	-0.0041	-1735.91	-3.40E-04	-363.96	4793	0.125	-8.173	-0.0031	-1889.70	-1.92E-04	-341.42	4420	0.249	-7.362	-0.0027	-1203.30	-9.78E-04	-563.46	4794	0.251	-8.145	-0.0019	-1197.65	-5.79E-04	-519.02
4793	0.125	-8.173	-0.0041	-1733.46	-3.41E-04	-364.72	4370	0.468	-8.248	-0.0031	-1881.74	-1.94E-04	-343.03	4422	0.375	-7.364	-0.0027	-1200.97	-9.79E-04	-563.75	4793	0.125	-8.173	-0.0019	-1191.24	-5.75E-04	-517.22
4370	0.468	-8.248	-0.0041	-1725.54	-3.42E-04	-366.20	4791	0.437	-8.290	-0.0031	-1877.81	-1.95E-04	-344.21	4423	0.182	-7.395	-0.0027	-1196.10	-9.72E-04	-561.31	4370	0.468	-8.248	-0.0018	-1173.01	-5.67E-04	-513.54
4791	0.437	-8.290	-0.0041	-1721.78	-3.44E-04	-367.33	4798	0.318	-8.326	-0.0031	-1874.65	-1.96E-04	-345.34	4426	0.473	-7.400	-0.0027	-1190.60	-9.74E-04	-562.06	4791	0.437	-8.290	-0.0018	-1163.47	-5.62E-04	-510.92
4798	0.318	-8.326	-0.0040	-1718.83	-3.46E-04	-368.43	4797	0.155	-8.362	-0.0031	-1871.28	-1.97E-04	-346.30	0.155	-7.436	-0.0027	-1186.58	-9.64E-04	-558.82	4798	0.318	-8.326	-0.0018	-1155.28	-5.56E-04	-508.50	
4797	0.155	-8.362	-0.0040	-1715.66	-3.47E-04	-369.35	4790	0.032	-8.380	-0.0031	-1869.46	-1.97E-04	-346.60	4723	0.027	-7.492	-0.0027	-1173.99	-9.54E-04	-555.28	4797	0.155	-8.362	-0.0018	-1146.62	-5.50E-04	-505.95
4790	0.032	-8.380	-0.0040	-1713.92	-3.47E-04	-369.64	4347	0.468	-8.381	-0.0031	-1869.00	-1.97E-04	-346.61	4421	0.375	-7.504	-0.0026	-1167.88	-9.53E-04	-555.10	4790	0.032	-8.380	-0.0018	-1142.16	-5.47E-04	-504.53
4347	0.468	-8.381	-0.0040	-1713.26	-3.47E-04	-369.62	4355	0.345	-8.403	-0.0031	-1867.23	-1.98E-04	-347.35	4720	0.125	-7.555	-0.0026	-1159.01	-9.42E-04	-551.41	4347	0.468	-8.381	-0.0018	-1142.34	-5.49E-04	-504.93
4355	0.345	-8.403	-0.0040	-1711.67	-3.48E-04	-370.35	4355	0.345	-8.403	-0.0031	-1867.23	-1.98E-04	-347.35	4424	0.345	-7.579	-0.0026	-1151.19	-9.39E-04	-550.32	4355	0.345	-8.403	-0.0018	-1137.94	-5.46E-04	-504.10
0.182	-8.439	-0.0040	-1708.42	-3.49E-04	-371.18	4345	0.063	-8.47																			

	0.182	-9.278	-0.0037	-1614.29	-3.48E-04	-373.37		0.182	-9.278	-0.0029	-1765.42	-1.98E-04	-350.86	4382	0.468	-8.282	-0.0022	-998.01	-7.89E-04	-501.07		0.182	-9.278	-0.0014	-948.48	-3.97E-04	-430.79
4420	0.249	-9.312	-0.0038	-1619.06	-3.72E-04	-382.49	4420	0.249	-9.312	-0.0029	-1770.10	-2.15E-04	-360.10	4875	0.437	-8.344	-0.0021	-985.75	-7.74E-04	-496.42	4420	0.249	-9.312	-0.0014	-931.84	-4.00E-04	-432.60
4421	0.375	-9.312	-0.0038	-1628.86	-3.91E-04	-392.95	4421	0.375	-9.312	-0.0029	-1780.05	-2.29E-04	-370.68	4878	0.251	-8.361	-0.0021	-983.27	-7.70E-04	-495.22	4421	0.375	-9.312	-0.0014	-924.11	-4.07E-04	-438.35
4813	0.032	-9.352	-0.0038	-1614.71	-3.89E-04	-381.54	4813	0.032	-9.352	-0.0029	-1765.38	-2.27E-04	-359.22	4347	0.468	-8.401	-0.0021	-974.34	-7.61E-04	-492.29	4813	0.032	-9.352	-0.0014	-943.21	-4.07E-04	-431.93
4417	0.063	-9.415	-0.0038	-1621.80	-4.37E-04	-395.56	4417	0.063	-9.415	-0.0029	-1772.15	-2.60E-04	-373.12	4882	0.318	-8.453	-0.0021	-964.37	-7.48E-04	-488.28	4417	0.063	-9.415	-0.0014	-931.14	-4.18E-04	-435.99
4418	0.468	-9.415	-0.0038	-1640.12	-4.81E-04	-419.06	4418	0.468	-9.415	-0.0029	-1790.96	-2.92E-04	-397.20	4877	0.125	-8.468	-0.0021	-961.06	-7.43E-04	-486.72	4418	0.468	-9.415	-0.0013	-846.96	-4.12E-04	-437.07
4423	0.182	-9.420	-0.0038	-1620.34	-4.32E-04	-394.75	4423	0.182	-9.420	-0.0029	-1770.64	-2.57E-04	-372.28	4355	0.345	-8.501	-0.0021	-955.27	-7.38E-04	-485.04	4423	0.182	-9.420	-0.0014	-932.53	-4.16E-04	-435.48
4424	0.345	-9.420	-0.0038	-1609.96	-4.06E-04	-385.92	4424	0.345	-9.420	-0.0029	-1760.31	-2.39E-04	-363.52	4880	0.027	-8.505	-0.0021	-953.27	-7.34E-04	-483.59	4424	0.345	-9.420	-0.0014	-909.13	-3.93E-04	-423.48
4643	0.345	-9.480	-0.0038	-1627.66	-4.96E-04	-410.14	4643	0.345	-9.480	-0.0029	-1777.76	-3.02E-04	-387.86	4354	0.473	-8.534	-0.0020	-948.99	-7.32E-04	-482.72	4643	0.345	-9.480	-0.0014	-894.52	-4.24E-04	-434.40
	0.182	-9.480	-0.0038	-1617.09	-4.63E-04	-397.96		0.182	-9.480	-0.0029	-1767.03	-2.79E-04	-375.49	4350	0.375	-8.584	-0.0020	-938.50	-7.18E-04	-478.40		0.182	-9.480	-0.0014	-922.11	-4.21E-04	-432.95
4633	0.063	-9.486	-0.0038	-1615.52	-4.58E-04	-396.95	4633	0.063	-9.486	-0.0029	-1765.40	-2.75E-04	-374.49	4881	0.155	-8.592	-0.0020	-935.51	-7.12E-04	-476.74	4633	0.063	-9.486	-0.0014	-920.66	-4.18E-04	-431.84
4635	0.468	-9.486	-0.0038	-1600.04	-4.43E-04	-386.64	4635	0.468	-9.486	-0.0029	-1750.22	-2.65E-04	-364.64		0.182	-8.640	-0.0020	-925.98	-7.00E-04	-473.00	4635	0.468	-9.486	-0.0012	-824.38	-3.58E-04	-397.05
4945	0.032	-9.549	-0.0038	-1623.35	-5.08E-04	-411.56	4945	0.032	-9.549	-0.0029	-1772.94	-3.10E-04	-389.22	4874	0.032	-8.690	-0.0019	-914.61	-6.84E-04	-467.77	4945	0.032	-9.549	-0.0014	-909.31	-4.31E-04	-436.74
4636	0.249	-9.592	-0.0038	-1619.96	-5.35E-04	-413.84	4636	0.249	-9.592	-0.0030	-1769.40	-3.29E-04	-391.65	4348	0.249	-8.691	-0.0020	-915.65	-6.87E-04	-468.81	4636	0.249	-9.592	-0.0013	-882.17	-4.25E-04	-429.88
4638	0.375	-9.592	-0.0038	-1610.81	-5.22E-04	-405.32	4638	0.375	-9.592	-0.0029	-1760.27	-3.20E-04	-383.12	4353	0.473	-8.715	-0.0019	-915.06	-6.88E-04	-469.59	4638	0.375	-9.592	-0.0013	-871.79	-4.13E-04	-421.87
4639	0.182	-9.627	-0.0039	-1624.28	-5.56E-04	-421.24	4639	0.182	-9.627	-0.0030	-1773.47	-3.43E-04	-399.01	4349	0.375	-8.724	-0.0019	-911.39	-6.83E-04	-467.76	4639	0.182	-9.627	-0.0013	-888.90	-4.37E-04	-436.26
4642	0.473	-9.627	-0.0038	-1628.45	-4.73E-04	-380.97	4642	0.473	-9.627	-0.0029	-1731.62	-2.86E-04	-358.67	4345	0.063	-8.746	-0.0019	-902.96	-6.68E-04	-462.64	4642	0.473	-9.627	-0.0013	-859.19	-3.79E-04	-400.75
	0.155	-9.680	-0.0038	-1615.79	-5.58E-04	-418.37		0.155	-9.680	-0.0029	-1764.63	-3.45E-04	-396.14	4351	0.182	-8.783	-0.0019	-896.52	-6.61E-04	-460.51		0.155	-9.680	-0.0013	-880.46	-4.30E-04	-431.01
4637	0.375	-9.737	-0.0038	-1597.29	-5.35E-04	-406.21	4637	0.375	-9.737	-0.0029	-1745.85	-3.29E-04	-384.01	4695	0.032	-8.821	-0.0019	-887.19	-6.46E-04	-455.56	4637	0.375	-9.737	-0.0013	-858.92	-4.03E-04	-415.42
4951	0.027	-9.791	-0.0038	-1608.42	-5.75E-04	-422.42	4951	0.027	-9.791	-0.0029	-1756.54	-3.57E-04	-400.22	4352	0.345	-8.825	-0.0019	-890.92	-6.57E-04	-459.25	4951	0.027	-9.791	-0.0013	-867.80	-4.25E-04	-428.44
4640	0.345	-9.814	-0.0038	-1589.71	-5.38E-04	-406.18	4640	0.345	-9.814	-0.0029	-1737.69	-3.31E-04	-383.90	4702	0.155	-8.845	-0.0019	-882.87	-6.41E-04	-453.97	4640	0.345	-9.814	-0.0013	-862.70	-4.02E-04	-415.57
4641	0.473	-9.814	-0.0037	-1578.91	-5.05E-04	-394.96	4641	0.473	-9.814	-0.0029	-1726.94	-3.08E-04	-372.62	4346	0.468	-8.851	-0.0019	-886.98	-6.53E-04	-457.46	4641	0.473	-9.814	-0.0013	-863.00	-3.85E-04	-407.01
4948	0.125	-9.842	-0.0038	-1600.81	-5.72E-04	-420.15	4948	0.125	-9.842	-0.0029	-1748.58	-3.55E-04	-397.94	4701	0.318	-8.887	-0.0018	-877.76	-6.40E-04	-453.71	4948	0.125	-9.842	-0.0013	-861.42	-4.18E-04	-424.43
4955	0.318	-9.867	-0.0038	-1589.16	-5.49E-04	-411.24	4955	0.318	-9.867	-0.0029	-1736.79	-3.39E-04	-389.01	4694	0.437	-8.926	-0.0018	-875.51	-6.42E-04	-454.32	4955	0.318	-9.867	-0.0012	-855.31	-4.02E-04	-416.03
4634	0.468	-9.949	-0.0037	-1572.51	-5.25E-04	-403.02	4634	0.468	-9.949	-0.0029	-1719.58	-3.22E-04	-380.75	4371	0.468	-8.969	-0.0018	-864.00	-6.21E-04	-448.94	4634	0.468	-9.949	-0.0012	-853.00	-3.84E-04	-407.34
4950	0.251	-9.986	-0.0037	-1579.26	-5.53E-04	-413.32	4950	0.251	-9.986	-0.0029	-1726.03	-3.41E-04	-391.06	4698	0.125	-8.985	-0.0018	-855.49	-5.98E-04	-439.68	4950	0.251	-9.986	-0.0012	-848.50	-3.96E-04	-414.10
4947	0.437	-10.012	-0.0037	-1569.15	-5.32E-04	-405.76	4947	0.437	-10.012	-0.0029	-1715.77	-3.27E-04	-383.43	4703	0.027	-9.005	-0.0018	-852.79	-5.90E-04	-437.06	4947	0.437	-10.012	-0.0012	-850.97	-3.84E-04	-408.12
4623	0.468	-10.085	-0.0037	-1564.22	-5.36E-04	-408.14	4623	0.468	-10.085	-0.0028	-1710.38	-3.30E-04	-385.81	4697	0.251	-9.017	-0.0018	-848.82	-5.94E-04	-438.70	4623	0.468	-10.085	-0.0012	-845.48	-3.80E-04	-407.22
4949	0.125	-10.094	-0.0037	-1569.68	-5.54E-04	-414.60	4949	0.125	-10.094	-0.0029	-1715.66	-3.42E-04	-392.32	4700	0.318	-9.081	-0.0017	-836.89	-5.79E-04	-434.42	4949	0.125	-10.094	-0.0012	-842.96	-3.91E-04	-412.44
4952	0.027	-10.117	-0.0037	-1568.12	-5.57E-04	-415.33	4952	0.027	-10.117	-0.0029	-1713.93	-3.44E-04	-393.05	4378	0.473	-9.100	-0.0018	-846.87	-6.16E-04	-448.64	4952	0.027	-10.117	-0.0012	-841.57	-3.91E-04	-412.37
4954	0.318	-10.124	-0.0037	-1563.65	-5.45E-04	-411.55	4954	0.318	-10.124	-0.0028	-1709.45	-3.36E-04	-389.24	4379	0.345	-9.117	-0.0017	-833.81	-5.81E-04	-435.85	4954	0.318	-10.124	-0.0012	-842.43	-3.84E-04	-409.12
4631	0.345	-10.185	-0.0037	-1557.38	-5.43E-04	-411.43	4631	0.345	-10.185	-0.0028	-1702.74	-3.34E-04	-389.10	4696	0.125	-9.174	-0.0017	-825.52	-5.49E-04	-421.64	4631	0.345	-10.185	-0.0012	-839.15	-3.79E-04	-407.44
4630	0.473	-10.222	-0.0037	-1553.58	-5.42E-04	-411.36	4630	0.473	-10.222	-0.0028	-1698.73	-3.33E-04	-389.02	4374	0.375	-9.188	-0.0017	-816.17	-5.65E-04	-429.45	4630	0.473	-10.222	-0.0012	-837.71	-3.75E-04	-405.83
4953	0.155	-10.264	-0.0037	-1552.06	-5.48E-04	-414.06	4953	0.155	-10.264	-0.0028	-1696.80	-3.38E-04	-391.76		0.027	-9.251	-0.0017	-817.51	-5.38E-04	-416.13	4953	0.155	-10.264	-0.0012	-833.66	-3.78E-04	-407.76
4626	0.375	-10.271	-0.0037	-1549.53	-5.43E-04	-412.25	4626	0.375	-10.271	-0.0028	-1694.28	-3.34E-04	-389.91	4377	0.473	-9.281	-0.0016	-791.99	-5.78E-04	-434.94	4626	0.375	-10.271	-0.0012	-834.50	-3.74E-04	-405.82
	0.182	-10.325	-0.0036	-1545.70	-5.46E-04	-413.78		0.182	-10.325	-0.0028	-1690.00	-3.36E-04	-391.48	4699	0.155	-9.284	-0.0017	-810.90	-5.39E-04	-415.58		0.182	-10.325	-0.0012	-830.86	-3.74E-04	-406.26
4946	0.032	-10.360	-0.0036	-1542.77	-5.46E-04	-414.39	4946	0.032	-10.360	-0.0028	-1686.79	-3.37E-04	-392.09		0.182	-9.320	-0.0017	-807.28	-5.31E-04	-410.70	4946	0.032	-10.360	-0.0012	-828.74	-3.73E-04	-406.10
4624	0.249	-10.379	-0.0036	-1540.06	-5.44E-04	-413.58	4624	0.249	-10.379	-0.0028	-1683.96	-3.35E-04	-391.26	4373	0.375	-9.328	-0.0016	-787.77	-5.36E-04	-415.16	4624	0.249	-10.379	-0.0012	-824.20	-3.70E-04	-404.85
4629	0.473	-10.408	-0.0036	-1537.46	-5.44E-04	-413.97	4629	0.473	-10.408	-0.0028	-1681.20	-3.35E-04	-391.58	4372	0.249	-9.345	-0.0017	-794.17	-5.32E-04	-411.49	4629	0.473	-10.408	-0.0012	-827.04	-3.67E-04	-403.43
4625	0.375	-10.415	-0.0036	-1536.51	-5.43E-04	-413.67	4625	0.375	-10.415	-0.0028	-1680.17	-3.34E-04	-391.32	4370	0.468	-9.419	-0.0015	-725.32	-5.27E-04	-407.70	4625	0.375	-10.415	-0.0012	-826.55	-3.67E-04	-403.68
4621	0.063	-10.432	-0.0036	-1535.30	-5.44E-04	-414.10	4621	0.063																			

4691	0.345	-11.283	-0.0034	-1453.54	-5.29E-04	-416.73	4691	0.345	-11.283	-0.0026	-1590.15	-3.25E-04	-394.43	4699	0.468	-10.072	-0.0014	-728.06	-4.95E-04	-387.92	7499	0.345	-11.283	-0.0011	-783.99	-3.33E-04	-394.74
4651	0.182	-11.316	-0.0034	-1450.25	-5.28E-04	-416.50	4651	0.182	-11.316	-0.0026	-1586.56	-3.24E-04	-394.25	4667	0.345	-10.125	-0.0014	-725.13	-4.97E-04	-389.02	7451	0.182	-11.316	-0.0011	-782.75	-3.33E-04	-394.77
4933	0.032	-11.333	-0.0034	-1448.54	-5.27E-04	-416.42	4933	0.032	-11.333	-0.0026	-1584.69	-3.23E-04	-394.16	5073	0.155	-10.144	-0.0014	-722.93	-5.02E-04	-390.80	4933	0.032	-11.333	-0.0011	-782.05	-3.33E-04	-394.74
4690	0.473	-11.357	-0.0033	-1446.46	-5.28E-04	-416.96	4690	0.473	-11.357	-0.0026	-1582.51	-3.24E-04	-394.67	5066	0.032	-10.195	-0.0014	-720.95	-4.98E-04	-390.10	4690	0.473	-11.357	-0.0011	-780.42	-3.31E-04	-393.94
	0.182	-11.377	-0.0033	-1444.32	-5.26E-04	-416.51		0.182	-11.377	-0.0026	-1580.10	-3.23E-04	-394.25		0.182	-10.201	-0.0014	-720.79	-4.96E-04	-389.40		0.182	-11.377	-0.0011	-780.02	-3.31E-04	-394.37
4645	0.063	-11.378	-0.0033	-1444.16	-5.26E-04	-416.44	4645	0.063	-11.378	-0.0026	-1579.91	-3.23E-04	-394.19	4666	0.473	-10.211	-0.0014	-721.94	-4.88E-04	-386.95	4645	0.063	-11.378	-0.0011	-780.02	-3.31E-04	-394.45
4686	0.375	-11.378	-0.0033	-1444.31	-5.27E-04	-416.77	4686	0.375	-11.378	-0.0026	-1580.12	-3.23E-04	-394.49	4662	0.375	-10.222	-0.0014	-721.00	-4.90E-04	-387.45	4686	0.375	-11.378	-0.0011	-779.69	-3.30E-04	-394.05
4681	0.063	-11.450	-0.0033	-1437.09	-5.24E-04	-416.41	4681	0.063	-11.450	-0.0026	-1572.22	-3.21E-04	-394.18	4657	0.063	-10.262	-0.0014	-718.27	-4.92E-04	-388.64	4681	0.063	-11.450	-0.0011	-776.81	-3.29E-04	-393.99
4684	0.249	-11.450	-0.0033	-1437.17	-5.24E-04	-416.56	4684	0.249	-11.450	-0.0026	-1572.31	-3.22E-04	-394.30	4660	0.249	-10.281	-0.0014	-717.86	-4.88E-04	-387.45	4684	0.249	-11.450	-0.0011	-776.67	-3.29E-04	-393.83
4685	0.375	-11.522	-0.0033	-1430.18	-5.23E-04	-416.68	4685	0.375	-11.522	-0.0025	-1564.74	-3.21E-04	-394.44	5042	0.032	-10.323	-0.0014	-715.86	-4.88E-04	-387.56	4685	0.375	-11.522	-0.0011	-773.31	-3.26E-04	-393.20
4687	0.182	-11.523	-0.0033	-1429.92	-5.22E-04	-416.42	4687	0.182	-11.523	-0.0025	-1564.41	-3.20E-04	-394.20	4663	0.182	-10.348	-0.0014	-715.20	-4.84E-04	-386.74	4687	0.182	-11.523	-0.0011	-773.50	-3.27E-04	-393.49
4971	0.032	-11.531	-0.0033	-1429.13	-5.22E-04	-416.34	4971	0.032	-11.531	-0.0025	-1563.54	-3.20E-04	-394.12	4661	0.375	-10.366	-0.0014	-714.77	-4.81E-04	-385.68	4971	0.032	-11.531	-0.0011	-773.24	-3.27E-04	-393.53
4689	0.473	-11.543	-0.0033	-1428.19	-5.23E-04	-416.84	4689	0.473	-11.543	-0.0025	-1562.61	-3.20E-04	-394.61	4665	0.473	-10.398	-0.0014	-713.63	-4.78E-04	-385.05	4689	0.473	-11.543	-0.0011	-772.19	-3.25E-04	-392.86
4978	0.155	-11.592	-0.0033	-1423.19	-5.20E-04	-416.32	4978	0.155	-11.592	-0.0025	-1557.08	-3.19E-04	-394.12	5048	0.155	-10.399	-0.0014	-713.11	-4.81E-04	-386.12	4978	0.155	-11.592	-0.0011	-770.54	-3.25E-04	-393.15
4688	0.345	-11.617	-0.0033	-1420.83	-5.20E-04	-416.49	4688	0.345	-11.617	-0.0025	-1554.56	-3.19E-04	-394.30	4664	0.345	-10.458	-0.0014	-711.07	-4.76E-04	-384.83	4688	0.345	-11.617	-0.0011	-769.25	-3.23E-04	-392.77
4682	0.468	-11.682	-0.0033	-1414.54	-5.18E-04	-416.60	4682	0.468	-11.682	-0.0025	-1547.72	-3.18E-04	-394.41	5049	0.027	-10.499	-0.0014	-709.23	-4.75E-04	-384.95	4682	0.468	-11.682	-0.0011	-766.24	-3.21E-04	-392.22
4977	0.318	-11.685	-0.0033	-1410.08	-5.18E-04	-416.34	4977	0.318	-11.685	-0.0025	-1547.19	-3.17E-04	-394.17	5047	0.318	-10.509	-0.0014	-709.00	-4.73E-04	-384.30	4977	0.318	-11.685	-0.0011	-766.35	-3.22E-04	-392.50
4970	0.437	-11.763	-0.0032	-1406.49	-5.16E-04	-416.38	4970	0.437	-11.763	-0.0025	-1538.95	-3.16E-04	-394.23	5045	0.125	-10.521	-0.0014	-708.44	-4.74E-04	-384.60	4970	0.437	-11.763	-0.0011	-762.85	-3.19E-04	-391.95
4974	0.125	-11.771	-0.0032	-1405.57	-5.14E-04	-415.98	4974	0.125	-11.771	-0.0025	-1537.86	-3.15E-04	-393.85	4658	0.468	-10.536	-0.0014	-707.85	-4.70E-04	-383.62	4974	0.125	-11.771	-0.0011	-762.89	-3.20E-04	-392.36
4979	0.027	-11.776	-0.0032	-1405.05	-5.14E-04	-415.93	4979	0.027	-11.776	-0.0025	-1537.28	-3.15E-04	-393.80	5041	0.437	-10.596	-0.0014	-705.46	-4.67E-04	-383.10	4979	0.027	-11.776	-0.0011	-762.71	-3.20E-04	-392.37
4695	0.468	-11.817	-0.0032	-1401.18	-5.14E-04	-416.31	4695	0.468	-11.817	-0.0025	-1533.16	-3.15E-04	-394.19	5044	0.251	-10.606	-0.0014	-705.24	-4.68E-04	-383.45	4695	0.468	-11.817	-0.0011	-760.51	-3.18E-04	-391.68
4973	0.251	-11.843	-0.0032	-1398.50	-5.12E-04	-415.91	4973	0.251	-11.843	-0.0025	-1530.16	-3.13E-04	-393.81	4731	0.468	-10.653	-0.0013	-703.11	-4.64E-04	-382.45	4973	0.251	-11.843	-0.0011	-759.76	-3.18E-04	-391.96
4976	0.318	-11.942	-0.0032	-1388.66	-5.09E-04	-415.71	4976	0.318	-11.942	-0.0025	-1519.43	-3.11E-04	-393.65		0.318	-10.696	-0.0013	-701.75	-4.63E-04	-382.46	4976	0.318	-11.942	-0.0011	-755.53	-3.15E-04	-391.54
4702	0.473	-11.951	-0.0032	-1387.91	-5.10E-04	-415.96	4702	0.473	-11.951	-0.0025	-1518.67	-3.12E-04	-393.90	5046	0.125	-10.704	-0.0013	-701.55	-4.63E-04	-382.69	4702	0.473	-11.951	-0.0011	-754.94	-3.14E-04	-391.24
4703	0.345	-11.988	-0.0032	-1384.15	-5.08E-04	-415.60	4703	0.345	-11.988	-0.0024	-1514.52	-3.10E-04	-393.56	5050	0.027	-10.736	-0.0013	-700.38	-4.62E-04	-382.44	4703	0.345	-11.988	-0.0011	-753.62	-3.14E-04	-391.37
4972	0.125	-12.023	-0.0032	-1380.58	-5.06E-04	-415.24	4972	0.125	-12.023	-0.0024	-1510.56	-3.09E-04	-393.22	4739	0.345	-10.744	-0.0013	-699.89	-4.60E-04	-381.97	4972	0.125	-12.023	-0.0011	-752.37	-3.14E-04	-391.50
4698	0.375	-12.056	-0.0031	-1377.39	-5.05E-04	-415.42	4698	0.375	-12.056	-0.0024	-1507.12	-3.09E-04	-393.41	4738	0.473	-10.791	-0.0013	-697.84	-4.57E-04	-381.23	4698	0.375	-12.056	-0.0011	-750.78	-3.12E-04	-391.14
	0.027	-12.102	-0.0031	-1372.75	-5.03E-04	-414.96		0.027	-12.102	-0.0024	-1501.99	-3.07E-04	-392.98	5051	0.155	-10.823	-0.0013	-697.13	-4.57E-04	-381.61		0.027	-12.102	-0.0011	-749.17	-3.12E-04	-391.35
4701	0.473	-12.137	-0.0031	-1369.45	-5.03E-04	-415.35	4701	0.473	-12.137	-0.0024	-1498.48	-3.07E-04	-393.38	4734	0.375	-10.832	-0.0013	-696.51	-4.55E-04	-381.16	4701	0.473	-12.137	-0.0011	-747.36	-3.10E-04	-390.78
4975	0.155	-12.175	-0.0031	-1365.48	-5.00E-04	-414.75	4975	0.155	-12.175	-0.0024	-1494.05	-3.06E-04	-392.80		0.182	-10.871	-0.0013	-695.33	-4.55E-04	-381.20	4975	0.155	-12.175	-0.0011	-746.16	-3.10E-04	-391.15
4697	0.375	-12.200	-0.0031	-1363.08	-5.00E-04	-414.88	4697	0.375	-12.200	-0.0024	-1491.47	-3.05E-04	-392.95	5043	0.032	-10.911	-0.0013	-693.91	-4.53E-04	-380.99	4697	0.375	-12.200	-0.0011	-744.96	-3.09E-04	-390.84
	0.182	-12.221	-0.0031	-1360.97	-4.99E-04	-414.59		0.182	-12.221	-0.0024	-1489.12	-3.04E-04	-392.67	4732	0.249	-10.930	-0.0013	-693.10	-4.51E-04	-380.66		0.182	-12.221	-0.0011	-744.31	-3.09E-04	-391.05
4696	0.249	-12.236	-0.0031	-1359.43	-4.98E-04	-414.57	4696	0.249	-12.236	-0.0024	-1487.43	-3.04E-04	-392.65	4729	0.063	-10.969	-0.0013	-691.84	-4.50E-04	-380.56	4696	0.249	-12.236	-0.0011	-743.64	-3.09E-04	-390.96
4694	0.468	-12.280	-0.0031	-1355.24	-4.98E-04	-414.72	4694	0.468	-12.280	-0.0024	-1482.90	-3.04E-04	-392.83	4733	0.375	-10.976	-0.0013	-691.23	-4.48E-04	-380.08	4694	0.468	-12.280	-0.0011	-741.68	-3.07E-04	-390.55
4700	0.345	-12.321	-0.0031	-1351.02	-4.96E-04	-414.31	4700	0.345	-12.321	-0.0024	-1478.27	-3.02E-04	-392.44	4737	0.473	-10.977	-0.0013	-690.98	-4.48E-04	-379.81	4700	0.345	-12.321	-0.0011	-740.20	-3.06E-04	-390.71
4969	0.032	-12.342	-0.0031	-1349.14	-4.95E-04	-414.25	4969	0.032	-12.342	-0.0024	-1476.12	-3.02E-04	-392.40	4735	0.182	-11.018	-0.0013	-690.02	-4.48E-04	-380.13	4969	0.032	-12.342	-0.0011	-739.59	-3.07E-04	-391.03
4671	0.468	-12.352	-0.0031	-1348.02	-4.95E-04	-414.35	4671	0.468	-12.352	-0.0024	-1474.96	-3.02E-04	-392.50	5006	0.032	-11.038	-0.0013	-689.36	-4.47E-04	-380.09	4671	0.468	-12.352	-0.0011	-738.83	-3.05E-04	-390.45
4699	0.182	-12.368	-0.0030	-1346.44	-4.94E-04	-414.05	4699	0.182	-12.368	-0.0024	-1473.19	-3.01E-04	-392.20	5012	0.155	-11.076	-0.0013	-688.95	-4.45E-04	-379.77	4699	0.182	-12.368	-0.0011	-738.50	-3.06E-04	-390.89
4679	0.345	-12.382	-0.0030	-1345.00	-4.93E-04	-414.05	4679	0.345	-12.382	-0.0024	-1471.65	-3.01E-04	-392.20	4736	0.345	-11.077	-0.0013	-687.68	-4.44E-04	-379.49	4679	0.345	-12.382	-0.0011	-737.82	-3.05E-04	-390.66
4693	0.063	-12.396	-0.0030	-1343.87	-4.93E-04	-414.11	4693	0.063	-12.396	-0.0024	-1470.33	-3.01E-04	-392.28	4730	0.468	-11.117	-0.0013	-686.05	-4.42E-04	-378.97	4693	0.063	-12.396	-0.0011	-73		

4391	0.473	-13.273	-0.0027	-1226.85	-3.80E-04	-379.17	4391	0.473	-13.273	-0.0021	-1344.76	-2.24E-04	-358.06	4994	0.032	-11.778	-0.0012	-664.70	-4.18E-04	-376.91	4391	0.473	-13.273	-0.0009	-696.63	-2.78E-04	-384.81
4385	0.249	-13.308	-0.0028	-1268.75	-4.73E-04	-424.25	4385	0.249	-13.308	-0.0022	-1386.30	-2.89E-04	-403.26	4756	0.249	-11.858	-0.0012	-662.11	-4.15E-04	-376.61	4385	0.249	-13.308	-0.0009	-707.48	-2.91E-04	-395.05
4386	0.375	-13.308	-0.0028	-1256.36	-4.50E-04	-411.79	4386	0.375	-13.308	-0.0021	-1373.89	-2.73E-04	-390.73	4758	0.375	-11.868	-0.0012	-661.65	-4.14E-04	-376.43	4386	0.375	-13.308	-0.0009	-704.00	-2.88E-04	-392.34
4957	0.032	-13.351	-0.0028	-1270.49	-4.62E-04	-430.11	4957	0.032	-13.351	-0.0021	-1387.74	-2.82E-04	-409.33	4759	0.182	-11.887	-0.0012	-661.26	-4.14E-04	-376.62	4957	0.032	-13.351	-0.0009	-708.50	-2.89E-04	-396.31
4382	0.063	-13.414	-0.0027	-1246.75	-3.99E-04	-412.34	4382	0.063	-13.414	-0.0021	-1363.45	-2.38E-04	-391.76	4762	0.473	-11.911	-0.0012	-660.18	-4.13E-04	-376.19	4382	0.063	-13.414	-0.0009	-702.10	-2.78E-04	-392.28
4383	0.468	-13.414	-0.0026	-1219.94	-3.47E-04	-384.79	4383	0.468	-13.414	-0.0021	-1336.18	-2.01E-04	-363.61	5000	0.155	-11.922	-0.0012	-660.19	-4.13E-04	-376.59	4383	0.468	-13.414	-0.0009	-691.03	-2.71E-04	-387.02
4389	0.182	-13.420	-0.0027	-1247.07	-4.03E-04	-413.19	4389	0.182	-13.420	-0.0021	-1363.76	-2.41E-04	-392.63	5001	0.027	-11.945	-0.0012	-659.54	-4.13E-04	-376.60	4389	0.182	-13.420	-0.0009	-702.22	-2.78E-04	-392.42
4390	0.345	-13.420	-0.0027	-1258.19	-4.36E-04	-423.89	4390	0.345	-13.420	-0.0021	-1374.74	-2.63E-04	-403.09	4757	0.375	-12.012	-0.0012	-657.27	-4.10E-04	-376.24	4390	0.345	-13.420	-0.0009	-703.88	-2.84E-04	-395.24
4091	0.345	-13.479	-0.0026	-1225.78	-3.30E-04	-397.22	4091	0.345	-13.479	-0.0020	-1341.81	-1.91E-04	-376.63	4997	0.125	-12.022	-0.0012	-657.18	-4.10E-04	-376.48	4091	0.345	-13.479	-0.0009	-695.16	-2.66E-04	-389.11
	0.182	-13.479	-0.0026	-1239.44	-3.68E-04	-411.13		0.182	-13.479	-0.0021	-1355.55	-2.17E-04	-390.67	4760	0.345	-12.087	-0.0012	-655.08	-4.08E-04	-376.22		0.182	-13.479	-0.0009	-699.89	-2.72E-04	-392.16
4081	0.063	-13.484	-0.0026	-1236.84	-3.63E-04	-409.03	4081	0.063	-13.484	-0.0020	-1352.88	-2.14E-04	-388.59	4761	0.473	-12.097	-0.0012	-654.61	-4.07E-04	-376.01	4081	0.063	-13.484	-0.0009	-699.22	-2.71E-04	-391.69
4083	0.468	-13.484	-0.0027	-1254.34	-3.93E-04	-424.91	4083	0.468	-13.484	-0.0021	-1369.78	-2.33E-04	-403.58	4999	0.318	-12.122	-0.0012	-654.07	-4.07E-04	-376.23	4083	0.468	-13.484	-0.0009	-699.28	-2.78E-04	-396.78
4069	0.063	-13.552	-0.0025	-1209.46	-2.87E-04	-388.10	4069	0.063	-13.552	-0.0020	-1324.87	-1.61E-04	-367.80	5002	0.027	-12.173	-0.0012	-652.71	-4.06E-04	-376.42	4069	0.063	-13.552	-0.0008	-691.70	-2.59E-04	-386.95
4084	0.249	-13.584	-0.0025	-1214.25	-2.86E-04	-395.59	4084	0.249	-13.584	-0.0020	-1329.12	-1.60E-04	-375.09	4996	0.251	-12.176	-0.0012	-652.51	-4.06E-04	-376.28	4084	0.249	-13.584	-0.0008	-691.76	-2.59E-04	-389.45
4086	0.375	-13.584	-0.0025	-1224.75	-3.02E-04	-406.04	4086	0.375	-13.584	-0.0020	-1339.54	-1.71E-04	-385.42	4998	0.125	-12.199	-0.0012	-651.94	-4.05E-04	-376.38	4086	0.375	-13.584	-0.0008	-693.98	-2.62E-04	-392.07
4357	0.032	-13.591	-0.0025	-1212.79	-2.82E-04	-394.94	4357	0.032	-13.591	-0.0020	-1327.69	-1.57E-04	-374.60	4754	0.468	-12.232	-0.0012	-650.66	-4.03E-04	-375.98	4357	0.032	-13.591	-0.0008	-692.15	-2.58E-04	-389.17
4087	0.182	-13.617	-0.0025	-1202.84	-2.62E-04	-387.50	4087	0.182	-13.617	-0.0020	-1317.49	-1.43E-04	-367.21	4993	0.437	-12.274	-0.0012	-649.50	-4.02E-04	-376.03	4087	0.182	-13.617	-0.0008	-689.24	-2.55E-04	-387.50
4090	0.473	-13.617	-0.0026	-1253.03	-3.64E-04	-437.29	4090	0.473	-13.617	-0.0020	-1367.35	-2.13E-04	-416.50		0.318	-12.302	-0.0012	-648.82	-4.02E-04	-376.21	4090	0.473	-13.617	-0.0008	-700.68	-2.73E-04	-399.80
	0.182	-13.675	-0.0025	-1203.33	-2.57E-04	-393.24		0.182	-13.675	-0.0019	-1317.29	-1.40E-04	-372.92	5003	0.155	-12.331	-0.0011	-648.12	-4.02E-04	-376.40		0.182	-13.675	-0.0008	-688.90	-2.55E-04	-389.50
4085	0.375	-13.720	-0.0025	-1214.89	-2.87E-04	-409.06	4085	0.375	-13.720	-0.0019	-1328.29	-1.61E-04	-388.65	4995	0.032	-12.346	-0.0011	-647.76	-4.02E-04	-376.50	4085	0.375	-13.720	-0.0008	-691.02	-2.60E-04	-393.46
4088	0.345	-13.793	-0.0025	-1210.02	-2.83E-04	-411.19	4088	0.345	-13.793	-0.0019	-1322.76	-1.59E-04	-391.02	4707	0.468	-12.349	-0.0011	-647.32	-4.00E-04	-375.99	4088	0.345	-13.793	-0.0008	-690.14	-2.59E-04	-394.34
4089	0.473	-13.793	-0.0025	-1224.85	-3.27E-04	-426.22	4089	0.473	-13.793	-0.0020	-1337.61	-1.89E-04	-406.02	4715	0.345	-12.365	-0.0011	-647.00	-4.00E-04	-376.20	4089	0.473	-13.793	-0.0008	-693.75	-2.66E-04	-397.47
4075	0.182	-13.813	-0.0024	-1196.00	-2.55E-04	-398.93	4075	0.182	-13.813	-0.0019	-1308.56	-1.39E-04	-378.87		0.182	-12.394	-0.0011	-646.34	-4.00E-04	-376.45	4075	0.182	-13.813	-0.0008	-686.61	-2.55E-04	-391.63
	0.155	-13.846	-0.0024	-1190.84	-2.48E-04	-396.86		0.155	-13.846	-0.0019	-1303.07	-1.34E-04	-376.86	4705	0.063	-12.420	-0.0011	-645.62	-4.00E-04	-376.54		0.155	-13.846	-0.0008	-685.20	-2.54E-04	-391.34
4079	0.345	-13.851	-0.0025	-1205.49	-2.77E-04	-409.02	4079	0.345	-13.851	-0.0019	-1314.68	-1.54E-04	-388.99	4970	0.032	-12.469	-0.0011	-644.37	-3.99E-04	-376.72	4079	0.345	-13.851	-0.0008	-687.99	-2.58E-04	-392.66
4072	0.249	-13.853	-0.0024	-1192.50	-2.59E-04	-402.21	4072	0.249	-13.853	-0.0019	-1307.65	-1.42E-04	-382.19	4710	0.375	-12.472	-0.0011	-643.92	-3.98E-04	-376.20	4072	0.249	-13.853	-0.0008	-686.27	-2.55E-04	-392.62
4363	0.027	-13.866	-0.0024	-1187.81	-2.45E-04	-395.69	4363	0.027	-13.866	-0.0019	-1299.83	-1.32E-04	-375.74	4714	0.473	-12.489	-0.0011	-643.37	-3.97E-04	-376.07	4363	0.027	-13.866	-0.0008	-684.42	-2.53E-04	-391.22
4082	0.468	-13.921	-0.0025	-1205.99	-3.02E-04	-419.34	4082	0.468	-13.921	-0.0019	-1317.59	-1.72E-04	-399.51	4708	0.249	-12.494	-0.0011	-643.47	-3.98E-04	-376.47	4082	0.468	-13.921	-0.0008	-688.75	-2.62E-04	-396.52
4071	0.468	-13.989	-0.0024	-1198.37	-2.96E-04	-418.22	4071	0.468	-13.989	-0.0019	-1309.27	-1.68E-04	-398.55	4711	0.182	-12.541	-0.0011	-642.34	-3.97E-04	-376.74	4071	0.468	-13.989	-0.0008	-686.81	-2.61E-04	-396.63
4074	0.375	-13.989	-0.0024	-1192.40	-2.79E-04	-412.03	4074	0.375	-13.989	-0.0019	-1303.25	-1.57E-04	-392.33	4976	0.155	-12.582	-0.0011	-641.27	-3.97E-04	-376.90	4074	0.375	-13.989	-0.0008	-685.23	-2.58E-04	-395.39
4360	0.125	-14.007	-0.0024	-1180.15	-2.49E-04	-401.23	4360	0.125	-14.007	-0.0019	-1290.76	-1.35E-04	-381.57	4709	0.375	-12.616	-0.0011	-639.89	-3.94E-04	-376.33	4360	0.125	-14.007	-0.0008	-682.11	-2.54E-04	-393.27
4073	0.375	-14.125	-0.0024	-1180.56	-2.77E-04	-412.90	4073	0.375	-14.125	-0.0019	-1290.08	-1.56E-04	-393.55	4977	0.027	-12.635	-0.0011	-640.14	-3.97E-04	-377.33	4073	0.375	-14.125	-0.0008	-682.05	-2.58E-04	-396.30
4078	0.473	-14.128	-0.0024	-1183.88	-2.87E-04	-416.65	4078	0.473	-14.128	-0.0019	-1293.43	-1.63E-04	-397.33	4713	0.473	-12.676	-0.0011	-638.03	-3.92E-04	-376.06	4078	0.473	-14.128	-0.0008	-682.94	-2.59E-04	-396.97
4076	0.345	-14.165	-0.0024	-1176.30	-2.74E-04	-412.31	4076	0.345	-14.165	-0.0019	-1285.41	-1.54E-04	-393.05	4973	0.125	-12.687	-0.0011	-638.74	-3.96E-04	-377.46	4076	0.345	-14.165	-0.0008	-680.91	-2.57E-04	-396.44
4367	0.318	-14.198	-0.0024	-1174.16	-2.75E-04	-413.18	4367	0.318	-14.198	-0.0018	-1282.94	-1.54E-04	-394.00	4712	0.345	-12.698	-0.0011	-637.66	-3.93E-04	-376.54	4367	0.318	-14.198	-0.0008	-680.34	-2.57E-04	-396.85
4364	0.027	-14.244	-0.0023	-1166.67	-2.63E-04	-409.79	4364	0.027	-14.244	-0.0018	-1274.95	-1.46E-04	-390.72	4975	0.318	-12.739	-0.0011	-636.72	-3.92E-04	-376.82	4364	0.027	-14.244	-0.0008	-678.40	-2.55E-04	-396.49
4362	0.251	-14.279	-0.0023	-1167.37	-2.75E-04	-413.89	4362	0.251	-14.279	-0.0018	-1275.33	-1.55E-04	-394.92	4972	0.251	-12.809	-0.0011	-635.36	-3.93E-04	-377.56	4362	0.251	-14.279	-0.0008	-678.56	-2.57E-04	-397.51
4361	0.125	-14.299	-0.0023	-1164.24	-2.70E-04	-412.52	4361	0.125	-14.299	-0.0018	-1271.98	-1.51E-04	-393.60	4706	0.468	-12.812	-0.0011	-633.88	-3.88E-04	-375.86	4361	0.125	-14.299	-0.0008	-677.75	-2.56E-04	-397.38
4077	0.473	-14.304	-0.0023	-1166.54	-2.79E-04	-415.58	4077	0.473	-14.304	-0.0018	-1274.35	-1.58E-04	-396.70	4978	0.027	-12.859	-0.0011	-635.56	-3.96E-04	-379.23	4077	0.473	-14.304	-0.0008	-678.31	-2.57E-04	-397.71
4070	0.468	-14.427	-0.0023	-1155.20	-2.76E-04	-415.53	4070	0.468	-14.427	-0.0018	-1261.78	-1.56E-04	-396.97	4974	0.125	-12.861	-0.0011	-635.21	-3.95E-04	-378.94	4070	0.468	-14.427	-0.0008			

4324	0.125	-15.121	-0.0021	-1101.26	-2.78E-04	-424.81	4324	0.125	-15.121	-0.0017	-1200.59	-1.61E-04	-408.06	4796	0.027	-13.533	-0.0010	-616.21	-3.46E-04	-377.42	4324	0.125	-15.121	-0.0007	-661.45	-2.57E-04	-405.42
4054	0.473	-15.211	-0.0021	-1094.03	-2.78E-04	-425.87	4054	0.473	-15.211	-0.0017	-1192.49	-1.62E-04	-409.36	4091	0.345	-13.575	-0.0010	-612.32	-3.36E-04	-376.09	4054	0.473	-15.211	-0.0007	-659.52	-2.56E-04	-406.10
4049	0.375	-15.223	-0.0021	-1093.23	-2.79E-04	-426.16	4049	0.375	-15.223	-0.0016	-1191.52	-1.62E-04	-409.68	4797	0.155	-13.627	-0.0010	-611.17	-3.34E-04	-375.68	4049	0.375	-15.223	-0.0007	-659.37	-2.57E-04	-406.36
4052	0.345	-15.268	-0.0021	-1089.91	-2.79E-04	-426.86	4052	0.345	-15.268	-0.0016	-1187.70	-1.63E-04	-410.49	4090	0.473	-13.634	-0.0010	-623.02	-3.60E-04	-387.87	4052	0.345	-15.268	-0.0007	-658.55	-2.57E-04	-406.89
4331	0.318	-15.300	-0.0021	-1087.54	-2.80E-04	-427.37	4331	0.318	-15.300	-0.0016	-1184.98	-1.63E-04	-411.08	4086	0.375	-13.662	-0.0010	-614.68	-3.41E-04	-380.50	4331	0.318	-15.300	-0.0007	-657.96	-2.57E-04	-407.27
4328	0.027	-15.336	-0.0021	-1085.06	-2.80E-04	-428.03	4328	0.027	-15.336	-0.0016	-1182.06	-1.64E-04	-411.83	4328	0.182	-13.676	-0.0010	-611.66	-3.34E-04	-377.37	4328	0.027	-15.336	-0.0007	-657.40	-2.57E-04	-407.81
4326	0.251	-15.373	-0.0021	-1082.14	-2.81E-04	-428.53	4326	0.251	-15.373	-0.0016	-1178.76	-1.64E-04	-412.42	4790	0.032	-13.697	-0.0010	-611.27	-3.33E-04	-377.38	4326	0.251	-15.373	-0.0007	-656.64	-2.57E-04	-408.15
4053	0.473	-15.387	-0.0021	-1080.83	-2.80E-04	-428.55	4053	0.473	-15.387	-0.0016	-1177.38	-1.64E-04	-412.48	4084	0.249	-13.740	-0.0010	-610.43	-3.33E-04	-378.29	4053	0.473	-15.387	-0.0007	-656.23	-2.57E-04	-408.09
4325	0.125	-15.389	-0.0021	-1081.07	-2.81E-04	-428.82	4325	0.125	-15.389	-0.0016	-1177.51	-1.65E-04	-412.76	4081	0.063	-13.754	-0.0010	-607.38	-3.26E-04	-375.47	4325	0.125	-15.389	-0.0007	-656.40	-2.57E-04	-408.39
4046	0.468	-15.510	-0.0020	-1071.66	-2.82E-04	-430.49	4046	0.468	-15.510	-0.0016	-1166.86	-1.66E-04	-414.74	4085	0.375	-13.798	-0.0010	-612.68	-3.40E-04	-381.75	4046	0.468	-15.510	-0.0007	-653.97	-2.57E-04	-409.54
4323	0.437	-15.548	-0.0020	-1068.91	-2.82E-04	-431.13	4323	0.437	-15.548	-0.0016	-1163.67	-1.66E-04	-415.48	4089	0.473	-13.810	-0.0010	-616.29	-3.48E-04	-384.87	4323	0.437	-15.548	-0.0007	-653.31	-2.58E-04	-410.03
4330	0.318	-15.573	-0.0020	-1067.21	-2.83E-04	-431.63	4330	0.318	-15.573	-0.0016	-1161.65	-1.67E-04	-416.04	4087	0.182	-13.814	-0.0010	-608.13	-3.29E-04	-377.58	4330	0.318	-15.573	-0.0007	-652.94	-2.58E-04	-410.45
4329	0.155	-15.593	-0.0020	-1065.86	-2.83E-04	-432.03	4329	0.155	-15.593	-0.0016	-1160.05	-1.67E-04	-416.49	4069	0.063	-13.822	-0.0010	-607.45	-3.28E-04	-377.19	4329	0.155	-15.593	-0.0007	-652.65	-2.58E-04	-410.79
4322	0.032	-15.598	-0.0020	-1065.56	-2.83E-04	-432.13	4322	0.032	-15.598	-0.0016	-1159.68	-1.67E-04	-416.60	4898	0.032	-13.850	-0.0010	-607.91	-3.29E-04	-378.28	4322	0.032	-15.598	-0.0007	-652.58	-2.58E-04	-410.88
4035	0.468	-15.645	-0.0020	-1061.70	-2.83E-04	-432.67	4035	0.468	-15.645	-0.0016	-1155.39	-1.67E-04	-417.26		0.182	-13.872	-0.0010	-608.62	-3.32E-04	-379.55	4035	0.468	-15.645	-0.0007	-651.53	-2.58E-04	-411.17
4043	0.345	-15.655	-0.0020	-1061.15	-2.84E-04	-432.93	4043	0.345	-15.655	-0.0016	-1154.68	-1.68E-04	-417.55	4088	0.345	-13.889	-0.0010	-612.04	-3.40E-04	-382.93	4043	0.345	-15.655	-0.0007	-651.45	-2.58E-04	-411.43
	0.182	-15.675	-0.0020	-1059.82	-2.84E-04	-433.35		0.182	-15.675	-0.0016	-1153.09	-1.68E-04	-418.01	4082	0.468	-13.941	-0.0010	-612.57	-3.43E-04	-384.32		0.182	-15.675	-0.0007	-651.17	-2.59E-04	-411.79
4033	0.063	-15.695	-0.0020	-1058.40	-2.85E-04	-433.71	4033	0.063	-15.695	-0.0016	-1151.44	-1.69E-04	-418.42	4079	0.345	-13.947	-0.0010	-610.51	-3.39E-04	-382.79	4033	0.063	-15.695	-0.0007	-650.84	-2.59E-04	-412.07
4038	0.375	-15.757	-0.0020	-1053.63	-2.85E-04	-434.59	4038	0.375	-15.757	-0.0016	-1146.03	-1.69E-04	-419.46	4905	0.027	-14.006	-0.0010	-607.35	-3.33E-04	-381.34	4038	0.375	-15.757	-0.0007	-649.61	-2.59E-04	-412.67
4803	0.032	-15.760	-0.0020	-1053.62	-2.86E-04	-434.78	4803	0.032	-15.760	-0.0016	-1145.92	-1.70E-04	-419.66	4072	0.249	-14.008	-0.0010	-608.53	-3.36E-04	-382.43	4803	0.032	-15.760	-0.0007	-649.68	-2.59E-04	-412.89
4036	0.249	-15.772	-0.0020	-1052.62	-2.86E-04	-434.93	4036	0.249	-15.772	-0.0015	-1144.81	-1.70E-04	-419.83	4071	0.468	-14.009	-0.0010	-610.97	-3.41E-04	-384.38	4036	0.249	-15.772	-0.0007	-649.41	-2.59E-04	-412.96
4042	0.473	-15.778	-0.0020	-1051.98	-2.85E-04	-434.85	4042	0.473	-15.778	-0.0015	-1144.18	-1.69E-04	-419.78	4075	0.182	-14.010	-0.0010	-608.06	-3.35E-04	-382.05	4042	0.473	-15.778	-0.0007	-649.17	-2.59E-04	-412.83
4039	0.182	-15.813	-0.0020	-1049.66	-2.86E-04	-435.64	4039	0.182	-15.813	-0.0015	-1141.37	-1.70E-04	-420.65	4904	0.155	-14.033	-0.0010	-607.53	-3.34E-04	-382.10	4039	0.182	-15.813	-0.0007	-648.71	-2.59E-04	-413.52
4810	0.155	-15.868	-0.0020	-1045.66	-2.87E-04	-436.57	4810	0.155	-15.868	-0.0015	-1136.74	-1.71E-04	-421.72	4074	0.375	-14.066	-0.0010	-609.04	-3.39E-04	-384.00	4810	0.155	-15.868	-0.0007	-647.75	-2.60E-04	-414.24
4037	0.375	-15.893	-0.0020	-1043.72	-2.87E-04	-436.87	4037	0.375	-15.893	-0.0015	-1134.58	-1.71E-04	-422.08	4901	0.125	-14.117	-0.0009	-606.81	-3.35E-04	-383.26	4037	0.375	-15.893	-0.0007	-647.22	-2.59E-04	-414.41
4041	0.473	-15.954	-0.0019	-1039.19	-2.88E-04	-437.82	4041	0.473	-15.954	-0.0015	-1129.39	-1.72E-04	-423.19	4078	0.473	-14.144	-0.0010	-608.31	-3.39E-04	-384.89	4041	0.473	-15.954	-0.0007	-646.10	-2.60E-04	-415.10
4040	0.345	-15.969	-0.0019	-1038.20	-2.88E-04	-438.20	4040	0.345	-15.969	-0.0015	-1128.17	-1.73E-04	-423.60	4073	0.375	-14.202	-0.0009	-607.00	-3.38E-04	-385.10	4040	0.345	-15.969	-0.0007	-645.91	-2.60E-04	-415.44
4811	0.027	-15.996	-0.0019	-1036.45	-2.89E-04	-438.77	4811	0.027	-15.996	-0.0015	-1126.06	-1.73E-04	-424.23	4906	0.027	-14.223	-0.0009	-605.77	-3.36E-04	-384.61	4811	0.027	-15.996	-0.0007	-645.56	-2.61E-04	-415.94
4809	0.318	-16.024	-0.0019	-1034.25	-2.89E-04	-439.16	4809	0.318	-16.024	-0.0015	-1123.57	-1.73E-04	-424.70	4076	0.345	-14.261	-0.0009	-606.08	-3.38E-04	-385.57	4809	0.318	-16.024	-0.0007	-644.98	-2.60E-04	-416.19
4806	0.125	-16.030	-0.0019	-1033.95	-2.90E-04	-439.35	4806	0.125	-16.030	-0.0015	-1123.17	-1.74E-04	-424.89	4902	0.125	-14.284	-0.0009	-605.29	-3.37E-04	-385.46	4806	0.125	-16.030	-0.0007	-644.96	-2.61E-04	-416.38
4034	0.468	-16.082	-0.0019	-1029.93	-2.90E-04	-440.05	4034	0.468	-16.082	-0.0015	-1118.64	-1.74E-04	-425.74	4903	0.318	-14.284	-0.0009	-605.79	-3.38E-04	-385.81	4034	0.468	-16.082	-0.0007	-643.89	-2.61E-04	-416.80
4802	0.437	-16.147	-0.0019	-1025.27	-2.91E-04	-441.22	4802	0.437	-16.147	-0.0015	-1113.20	-1.75E-04	-427.07	4900	0.251	-14.311	-0.0009	-605.29	-3.38E-04	-385.96	4802	0.437	-16.147	-0.0007	-642.81	-2.61E-04	-417.74
4805	0.251	-16.151	-0.0019	-1025.21	-2.92E-04	-441.40	4805	0.251	-16.151	-0.0015	-1113.04	-1.76E-04	-427.25	4077	0.473	-14.320	-0.0009	-605.38	-3.38E-04	-386.08	4805	0.251	-16.151	-0.0007	-642.86	-2.62E-04	-417.96
4023	0.468	-16.212	-0.0019	-1020.63	-2.92E-04	-442.33	4023	0.468	-16.212	-0.0015	-1107.83	-1.76E-04	-428.33	4899	0.032	-14.388	-0.0009	-604.16	-3.38E-04	-386.67	4023	0.468	-16.212	-0.0007	-641.69	-2.62E-04	-418.58
4808	0.318	-16.275	-0.0019	-1016.28	-2.94E-04	-443.57	4808	0.318	-16.275	-0.0015	-1102.67	-1.78E-04	-429.72	4907	0.155	-14.421	-0.0009	-603.88	-3.38E-04	-387.09	4808	0.318	-16.275	-0.0007	-640.74	-2.62E-04	-419.63
4804	0.125	-16.275	-0.0019	-1016.32	-2.94E-04	-443.66	4804	0.125	-16.275	-0.0015	-1102.66	-1.78E-04	-429.81	4070	0.468	-14.446	-0.0009	-603.58	-3.38E-04	-387.19	4804	0.125	-16.275	-0.0007	-640.80	-2.63E-04	-419.75
	0.027	-16.313	-0.0019	-1013.64	-2.95E-04	-444.35		0.027	-16.313	-0.0015	-1099.53	-1.78E-04	-430.59		0.318	-14.455	-0.0009	-603.58	-3.38E-04	-387.48		0.027	-16.313	-0.0007	-640.18	-2.63E-04	-420.30
4031	0.345	-16.329	-0.0019	-1012.41	-2.95E-04	-444.52	4031	0.345	-16.329	-0.0014	-1098.17	-1.79E-04	-430.81	4862	0.032	-14.471	-0.0009	-603.24	-3.38E-04	-387.61	4031	0.345	-16.329	-0.0007	-639.83	-2.63E-04	-420.37
4030	0.473	-16.340	-0.0018	-1011.48	-2.95E-04	-444.63	4030	0.473	-16.340	-0.0014	-1097.15	-1.79E-04	-430.95	4897	0.437	-14.473	-0.0009	-603.20	-3.38E-04	-387.47	4030	0.473	-16.340	-0.0007	-639.57	-2.63E-04	-420.40
4026	0.375	-16.404	-0.0018	-1007.00	-2.96E-04	-445.87	4026	0.375	-16.404	-0.0014	-1091.87	-1.80E-04	-432.34	4868	0.155	-14.491	-0.0009	-603.08	-3.38E-04	-387.86	4026	0.375	-16.4				

4010	0.468	-17.154	-0.0017	-954.25	-3.12E-04	-460.07	4010	0.468	-17.154	-0.0013	-1029.91	-1.94E-04	-448.33	4309	0.032	-15.150	-0.0009	-595.49	-3.41E-04	-395.32	4010	0.468	-17.154	-0.0006	-626.61	-2.72E-04	-432.95
4722	0.251	-17.156	-0.0017	-954.15	-3.12E-04	-460.25	4722	0.251	-17.156	-0.0013	-1029.71	-1.94E-04	-448.51	4050	0.375	-15.204	-0.0009	-594.76	-3.41E-04	-395.81	4722	0.251	-17.156	-0.0006	-626.67	-2.72E-04	-433.20
4719	0.437	-17.208	-0.0017	-950.53	-3.13E-04	-461.16	4719	0.437	-17.208	-0.0013	-1025.50	-1.95E-04	-449.54	4048	0.249	-15.206	-0.0009	-594.82	-3.41E-04	-395.94	4719	0.437	-17.208	-0.0006	-625.81	-2.72E-04	-433.88
4721	0.125	-17.234	-0.0016	-948.73	-3.14E-04	-461.83	4721	0.125	-17.234	-0.0013	-1023.28	-1.96E-04	-450.28	4054	0.473	-15.236	-0.0009	-594.35	-3.41E-04	-396.09	4721	0.125	-17.234	-0.0006	-625.51	-2.73E-04	-434.57
4724	0.027	-17.240	-0.0016	-948.32	-3.14E-04	-461.97	4724	0.027	-17.240	-0.0013	-1022.78	-1.96E-04	-450.42	4051	0.182	-15.240	-0.0009	-594.49	-3.42E-04	-396.40	4724	0.027	-17.240	-0.0006	-625.43	-2.73E-04	-434.69
3939	0.468	-17.279	-0.0016	-945.59	-3.15E-04	-462.55	3939	0.468	-17.279	-0.0013	-1019.67	-1.97E-04	-451.10		0.155	-15.275	-0.0009	-594.14	-3.42E-04	-396.85	3939	0.468	-17.279	-0.0006	-624.72	-2.73E-04	-435.04
4726	0.318	-17.290	-0.0016	-944.84	-3.15E-04	-462.87	4726	0.318	-17.290	-0.0013	-1018.72	-1.97E-04	-451.45	4315	0.027	-15.303	-0.0009	-594.14	-3.42E-04	-397.24	4726	0.318	-17.290	-0.0006	-624.62	-2.74E-04	-435.39
3947	0.345	-17.349	-0.0016	-940.68	-3.17E-04	-464.06	3947	0.345	-17.349	-0.0013	-1013.80	-1.98E-04	-452.77	4049	0.375	-15.340	-0.0009	-593.34	-3.42E-04	-397.52	3947	0.345	-17.349	-0.0006	-623.70	-2.74E-04	-436.39
4725	0.155	-17.391	-0.0016	-937.85	-3.18E-04	-464.96	4725	0.155	-17.391	-0.0013	-1010.39	-1.99E-04	-453.77	4312	0.125	-15.368	-0.0009	-593.19	-3.43E-04	-398.05	4725	0.155	-17.391	-0.0006	-623.14	-2.75E-04	-437.22
3946	0.473	-17.409	-0.0016	-936.54	-3.18E-04	-465.17	3946	0.473	-17.409	-0.0013	-1008.94	-2.00E-04	-454.03	4053	0.473	-15.412	-0.0009	-592.53	-3.43E-04	-398.33	3946	0.473	-17.409	-0.0006	-622.75	-2.75E-04	-437.26
3942	0.375	-17.436	-0.0016	-934.64	-3.19E-04	-465.80	3942	0.375	-17.436	-0.0013	-1006.65	-2.00E-04	-454.72	4052	0.345	-15.414	-0.0009	-592.63	-3.43E-04	-398.51	3942	0.375	-17.436	-0.0006	-622.39	-2.76E-04	-437.86
	0.182	-17.450	-0.0016	-933.69	-3.20E-04	-466.17		0.182	-17.450	-0.0012	-1005.47	-2.01E-04	-455.11	4319	0.318	-15.448	-0.0009	-592.30	-3.43E-04	-398.98		0.182	-17.450	-0.0006	-622.24	-2.76E-04	-438.25
4718	0.032	-17.458	-0.0016	-933.15	-3.20E-04	-466.35	4718	0.032	-17.458	-0.0012	-1004.81	-2.01E-04	-455.32	4314	0.251	-15.502	-0.0009	-591.80	-3.44E-04	-399.75	4718	0.032	-17.458	-0.0006	-622.14	-2.76E-04	-438.43
3940	0.249	-17.514	-0.0016	-929.24	-3.21E-04	-467.45	3940	0.249	-17.514	-0.0012	-1000.19	-2.02E-04	-456.55	4316	0.027	-15.512	-0.0009	-591.76	-3.44E-04	-399.96	3940	0.249	-17.514	-0.0006	-621.27	-2.77E-04	-439.33
3937	0.063	-17.529	-0.0016	-928.22	-3.22E-04	-467.80	3937	0.063	-17.529	-0.0012	-998.96	-2.03E-04	-456.92	4313	0.125	-15.530	-0.0009	-591.58	-3.45E-04	-400.18	3937	0.063	-17.529	-0.0006	-621.08	-2.77E-04	-439.67
3941	0.375	-17.572	-0.0016	-925.19	-3.22E-04	-468.58	3941	0.375	-17.572	-0.0012	-995.42	-2.03E-04	-457.81	4046	0.468	-15.540	-0.0009	-591.28	-3.44E-04	-400.04	3941	0.375	-17.572	-0.0006	-620.37	-2.78E-04	-440.26
3945	0.473	-17.585	-0.0016	-924.33	-3.22E-04	-468.76	3945	0.473	-17.585	-0.0012	-994.44	-2.03E-04	-458.03	4311	0.437	-15.581	-0.0009	-590.90	-3.44E-04	-400.63	3945	0.473	-17.585	-0.0006	-620.14	-2.78E-04	-440.36
3943	0.182	-17.589	-0.0016	-924.04	-3.23E-04	-469.01	3943	0.182	-17.589	-0.0012	-994.00	-2.04E-04	-458.27	4318	0.318	-15.613	-0.0009	-590.68	-3.45E-04	-401.19	3943	0.182	-17.589	-0.0006	-620.18	-2.78E-04	-440.70
4251	0.032	-17.600	-0.0016	-923.28	-3.23E-04	-469.26	4251	0.032	-17.600	-0.0012	-993.08	-2.04E-04	-458.55	4035	0.468	-15.648	-0.0009	-590.24	-3.45E-04	-401.52	4251	0.032	-17.600	-0.0006	-620.03	-2.79E-04	-440.95
4258	0.155	-17.649	-0.0016	-919.88	-3.25E-04	-470.25	4258	0.155	-17.649	-0.0012	-989.04	-2.05E-04	-459.66	4317	0.155	-15.649	-0.0009	-590.42	-3.46E-04	-401.78	4258	0.155	-17.649	-0.0006	-619.30	-2.79E-04	-441.79
3944	0.345	-17.664	-0.0016	-918.82	-3.25E-04	-470.49	3944	0.345	-17.664	-0.0012	-987.83	-2.05E-04	-459.93	4310	0.032	-15.669	-0.0009	-590.24	-3.46E-04	-402.10	3944	0.345	-17.664	-0.0006	-619.02	-2.79E-04	-441.94
3938	0.468	-17.716	-0.0015	-915.26	-3.26E-04	-471.48	3938	0.468	-17.716	-0.0012	-983.64	-2.06E-04	-461.05	4043	0.345	-15.670	-0.0009	-590.12	-3.46E-04	-401.94	3938	0.468	-17.716	-0.0006	-618.22	-2.80E-04	-442.73
4257	0.318	-17.724	-0.0015	-914.65	-3.26E-04	-471.75	4257	0.318	-17.724	-0.0012	-982.86	-2.07E-04	-461.33		0.182	-15.706	-0.0009	-589.87	-3.46E-04	-402.56	4257	0.318	-17.724	-0.0006	-618.16	-2.80E-04	-443.06
4250	0.437	-17.787	-0.0015	-910.30	-3.28E-04	-472.99	4250	0.437	-17.787	-0.0012	-977.71	-2.08E-04	-462.72	4033	0.063	-15.737	-0.0009	-589.60	-3.47E-04	-403.03	4250	0.437	-17.787	-0.0006	-617.20	-2.81E-04	-444.08
4254	0.125	-17.795	-0.0015	-909.69	-3.29E-04	-473.32	4254	0.125	-17.795	-0.0012	-976.91	-2.09E-04	-463.06	4038	0.375	-15.769	-0.0009	-589.18	-3.47E-04	-403.30	4254	0.125	-17.795	-0.0006	-617.16	-2.82E-04	-444.49
4259	0.027	-17.800	-0.0015	-909.36	-3.29E-04	-473.43	4259	0.027	-17.800	-0.0012	-976.50	-2.09E-04	-463.18	4042	0.473	-15.780	-0.0009	-588.99	-3.46E-04	-403.35	4259	0.027	-17.800	-0.0006	-617.10	-2.82E-04	-444.60
3987	0.468	-17.835	-0.0015	-906.93	-3.29E-04	-473.99	3987	0.468	-17.835	-0.0012	-973.71	-2.09E-04	-463.83	4285	0.032	-15.784	-0.0009	-589.17	-3.47E-04	-403.69	3987	0.468	-17.835	-0.0006	-616.48	-2.82E-04	-444.94
4253	0.251	-17.853	-0.0015	-905.66	-3.30E-04	-474.50	4253	0.251	-17.853	-0.0012	-972.12	-2.10E-04	-464.38	4036	0.249	-15.797	-0.0009	-589.00	-3.47E-04	-403.80	4253	0.251	-17.853	-0.0006	-616.30	-2.83E-04	-445.51
4256	0.318	-17.934	-0.0015	-900.03	-3.32E-04	-476.19	4256	0.318	-17.934	-0.0012	-965.42	-2.12E-04	-466.25	4039	0.182	-15.844	-0.0009	-588.59	-3.48E-04	-404.52	4256	0.318	-17.934	-0.0006	-615.11	-2.84E-04	-446.98
3994	0.473	-17.963	-0.0015	-898.08	-3.33E-04	-476.68	3994	0.473	-17.963	-0.0012	-963.13	-2.12E-04	-466.81		0.155	-15.884	-0.0009	-588.24	-3.49E-04	-405.09	3994	0.473	-17.963	-0.0006	-614.64	-2.84E-04	-447.34
3995	0.345	-17.975	-0.0015	-897.19	-3.33E-04	-477.04	3995	0.345	-17.975	-0.0012	-962.04	-2.13E-04	-467.20	4037	0.375	-15.905	-0.0008	-587.94	-3.48E-04	-405.25	3995	0.345	-17.975	-0.0006	-614.51	-2.85E-04	-447.73
4252	0.125	-18.002	-0.0015	-895.33	-3.34E-04	-477.69	4252	0.125	-18.002	-0.0011	-959.76	-2.13E-04	-467.90	4291	0.027	-15.935	-0.0008	-587.80	-3.49E-04	-405.87	4252	0.125	-18.002	-0.0006	-614.18	-2.85E-04	-448.39
3990	0.375	-18.045	-0.0015	-892.33	-3.35E-04	-478.52	3990	0.375	-18.045	-0.0011	-956.23	-2.14E-04	-468.83	4041	0.473	-15.956	-0.0008	-587.40	-3.49E-04	-405.88	3990	0.375	-18.045	-0.0006	-613.50	-2.86E-04	-449.04
	0.027	-18.067	-0.0015	-890.76	-3.36E-04	-479.10		0.027	-18.067	-0.0011	-954.29	-2.15E-04	-469.46	4288	0.125	-15.981	-0.0008	-587.39	-3.50E-04	-406.53		0.027	-18.067	-0.0006	-613.25	-2.87E-04	-449.67
4255	0.155	-18.126	-0.0015	-886.64	-3.38E-04	-480.36	4255	0.155	-18.126	-0.0011	-949.37	-2.16E-04	-470.85	4040	0.345	-15.984	-0.0008	-587.26	-3.50E-04	-406.44	4255	0.155	-18.126	-0.0006	-612.39	-2.88E-04	-450.79
3993	0.473	-18.139	-0.0014	-885.88	-3.38E-04	-480.47	3993	0.473	-18.139	-0.0011	-948.54	-2.16E-04	-470.99	4295	0.318	-16.024	-0.0008	-586.93	-3.50E-04	-407.04	3993	0.473	-18.139	-0.0006	-612.14	-2.87E-04	-450.74
	0.182	-18.167	-0.0014	-883.78	-3.39E-04	-481.24		0.182	-18.167	-0.0011	-945.95	-2.17E-04	-471.82	4034	0.468	-16.085	-0.0008	-586.29	-3.51E-04	-407.80		0.182	-18.167	-0.0006	-611.81	-2.88E-04	-451.58
3989	0.375	-18.181	-0.0014	-882.87	-3.39E-04	-481.46	3989	0.375	-18.181	-0.0011	-944.90	-2.17E-04	-472.08	4290	0.251	-16.089	-0.0008	-586.40	-3.51E-04	-408.07	3989	0.375	-18.181	-0.0006	-611.57	-2.88E-04	-451.70
3988	0.249	-18.193	-0.0014	-881.96	-3.40E-04	-481.79	3988	0.249	-18.193	-0.0011	-943.78	-2.18E-04	-472.43	4287	0.437	-16.132	-0.0008	-585.92	-3.51E-04	-408.55	3988	0.249	-18.193	-0.0006	-611.42	-2.89E-04	-452.06
4249	0.032	-18.263	-0.0014	-877.02	-3.42E-04	-483.36	4249	0.032	-18.263	-0.0011	-937.85	-2.20E-04	-474.16	4289	0.125	-16.140	-0.0008	-586.02	-3.52E-04	-408.90	4249	0.032	-18.263	-0.0006	-610.45	-2.90E-04	-453.55
3986	0.468	-18.273																									

4534	0.318	-18.897	-0.0013	-832.37	-3.61E-04	-497.53	4534	0.318	-18.897	-0.0010	-884.21	-2.36E-04	-489.75	4772	0.027	-16.758	-0.0008	-581.18	-3.63E-04	-418.88	4534	0.318	-18.897	-0.0006	-601.62	-3.04E-04	-466.80
3971	0.345	-18.952	-0.0013	-828.50	-3.63E-04	-498.78	3971	0.345	-18.952	-0.0010	-879.54	-2.37E-04	-491.13	4019	0.345	-16.801	-0.0008	-580.78	-3.64E-04	-419.46	3971	0.345	-18.952	-0.0006	-600.87	-3.05E-04	-467.99
4533	0.155	-18.982	-0.0013	-826.16	-3.64E-04	-499.56	4533	0.155	-18.982	-0.0010	-876.70	-2.38E-04	-491.98	4773	0.155	-16.845	-0.0008	-580.54	-3.65E-04	-420.35	4533	0.155	-18.982	-0.0006	-600.47	-3.06E-04	-468.83
3970	0.473	-19.024	-0.0013	-823.55	-3.65E-04	-500.35	3970	0.473	-19.024	-0.0010	-873.59	-2.39E-04	-492.85	4018	0.473	-16.868	-0.0008	-580.21	-3.65E-04	-420.46	3970	0.473	-19.024	-0.0006	-599.89	-3.06E-04	-469.43
	0.182	-19.037	-0.0012	-822.23	-3.66E-04	-500.83		0.182	-19.037	-0.0010	-871.96	-2.40E-04	-493.37	4014	0.375	-16.890	-0.0008	-580.13	-3.65E-04	-420.96		0.182	-19.037	-0.0006	-599.71	-3.08E-04	-470.06
4526	0.032	-19.039	-0.0012	-822.02	-3.66E-04	-500.91	4526	0.032	-19.039	-0.0010	-871.70	-2.40E-04	-493.46		0.182	-16.892	-0.0008	-580.20	-3.66E-04	-421.14	4526	0.032	-19.039	-0.0006	-599.69	-3.08E-04	-470.17
3966	0.375	-19.042	-0.0012	-822.08	-3.66E-04	-500.85	3966	0.375	-19.042	-0.0010	-871.80	-2.40E-04	-493.40	4766	0.032	-16.908	-0.0008	-580.11	-3.66E-04	-421.47	3966	0.375	-19.042	-0.0006	-599.64	-3.07E-04	-469.99
3961	0.063	-19.104	-0.0012	-817.33	-3.68E-04	-502.43	3961	0.063	-19.104	-0.0009	-866.04	-2.42E-04	-495.13	4012	0.249	-16.960	-0.0008	-579.71	-3.67E-04	-422.30	3961	0.063	-19.104	-0.0006	-598.80	-3.09E-04	-471.66
3964	0.249	-19.107	-0.0012	-817.18	-3.68E-04	-502.46	3964	0.249	-19.107	-0.0009	-865.87	-2.42E-04	-495.16	4009	0.063	-16.964	-0.0008	-579.73	-3.67E-04	-422.44	3964	0.249	-19.107	-0.0006	-598.75	-3.09E-04	-471.64
4707	0.032	-19.163	-0.0012	-812.98	-3.70E-04	-503.84	4707	0.032	-19.163	-0.0009	-860.79	-2.43E-04	-496.67	4539	0.032	-17.020	-0.0008	-579.35	-3.69E-04	-423.44	4707	0.032	-19.163	-0.0005	-597.98	-3.11E-04	-473.05
3967	0.182	-19.175	-0.0012	-812.18	-3.71E-04	-504.10	3967	0.182	-19.175	-0.0009	-859.83	-2.44E-04	-496.95	4013	0.375	-17.026	-0.0008	-579.20	-3.68E-04	-423.35	3967	0.182	-19.175	-0.0005	-597.82	-3.11E-04	-473.27
3965	0.375	-19.178	-0.0012	-812.24	-3.70E-04	-504.05	3965	0.375	-19.178	-0.0009	-859.93	-2.43E-04	-496.90	4015	0.182	-17.031	-0.0008	-579.25	-3.69E-04	-423.59	3965	0.375	-19.178	-0.0005	-597.78	-3.11E-04	-473.13
3969	0.473	-19.200	-0.0012	-810.85	-3.71E-04	-504.48	3969	0.473	-19.200	-0.0009	-858.26	-2.44E-04	-497.39	4017	0.473	-17.044	-0.0008	-579.01	-3.68E-04	-423.56	3969	0.473	-19.200	-0.0005	-597.49	-3.11E-04	-473.49
4714	0.155	-19.226	-0.0012	-808.49	-3.72E-04	-505.30	4714	0.155	-19.226	-0.0009	-855.37	-2.45E-04	-498.27	4546	0.155	-17.078	-0.0008	-578.94	-3.70E-04	-424.45	4714	0.155	-19.226	-0.0005	-597.12	-3.12E-04	-474.47
3968	0.345	-19.267	-0.0012	-805.73	-3.73E-04	-506.18	3968	0.345	-19.267	-0.0009	-852.05	-2.46E-04	-499.23	4016	0.345	-17.116	-0.0008	-578.62	-3.70E-04	-424.99	3968	0.345	-19.267	-0.0005	-596.57	-3.13E-04	-475.26
4713	0.318	-19.317	-0.0012	-802.00	-3.75E-04	-507.40	4713	0.318	-19.317	-0.0009	-847.54	-2.47E-04	-500.57	4545	0.318	-17.163	-0.0008	-578.32	-3.72E-04	-425.88	4713	0.318	-19.317	-0.0005	-595.88	-3.15E-04	-476.49
3962	0.468	-19.330	-0.0012	-801.33	-3.75E-04	-507.59	3962	0.468	-19.330	-0.0009	-846.76	-2.48E-04	-500.79	4547	0.027	-17.167	-0.0008	-578.38	-3.72E-04	-426.10	3962	0.468	-19.330	-0.0005	-595.71	-3.14E-04	-476.58
4715	0.027	-19.331	-0.0012	-800.73	-3.76E-04	-507.84	4715	0.027	-19.331	-0.0009	-845.99	-2.48E-04	-501.04	4010	0.468	-17.175	-0.0008	-578.15	-3.71E-04	-425.92	4715	0.027	-19.331	-0.0005	-595.69	-3.15E-04	-477.03
4710	0.125	-19.344	-0.0012	-799.81	-3.77E-04	-508.13	4710	0.125	-19.344	-0.0009	-844.89	-2.48E-04	-501.36	4542	0.125	-17.181	-0.0008	-578.27	-3.72E-04	-426.33	4710	0.125	-19.344	-0.0005	-595.51	-3.16E-04	-477.31
4706	0.437	-19.390	-0.0012	-796.84	-3.78E-04	-509.06	4706	0.437	-19.390	-0.0009	-841.33	-2.49E-04	-502.39	4538	0.437	-17.231	-0.0008	-577.82	-3.73E-04	-426.99	4706	0.437	-19.390	-0.0005	-594.88	-3.16E-04	-478.08
4709	0.251	-19.414	-0.0012	-794.72	-3.79E-04	-509.78	4709	0.251	-19.414	-0.0009	-838.75	-2.50E-04	-503.17	4541	0.251	-17.247	-0.0008	-577.82	-3.74E-04	-427.47	4709	0.251	-19.414	-0.0005	-594.55	-3.17E-04	-478.92
3951	0.468	-19.442	-0.0012	-793.09	-3.79E-04	-510.28	3951	0.468	-19.442	-0.0009	-836.80	-2.51E-04	-503.72	3939	0.468	-17.281	-0.0008	-577.47	-3.74E-04	-427.88	3951	0.468	-19.442	-0.0005	-594.17	-3.18E-04	-479.28
4712	0.318	-19.494	-0.0011	-788.90	-3.82E-04	-511.67	4712	0.318	-19.494	-0.0009	-831.71	-2.53E-04	-505.24	4544	0.318	-17.319	-0.0008	-577.33	-3.75E-04	-428.76	4712	0.318	-19.494	-0.0005	-593.45	-3.20E-04	-480.81
4708	0.125	-19.517	-0.0011	-786.92	-3.83E-04	-512.34	4708	0.125	-19.517	-0.0009	-829.31	-2.53E-04	-505.96	4540	0.125	-17.334	-0.0008	-577.31	-3.76E-04	-429.18	4708	0.125	-19.517	-0.0005	-593.13	-3.21E-04	-481.56
3959	0.345	-19.538	-0.0011	-785.69	-3.83E-04	-512.72	3959	0.345	-19.538	-0.0009	-827.83	-2.54E-04	-506.38	3947	0.345	-17.362	-0.0008	-577.06	-3.76E-04	-429.54	3959	0.345	-19.538	-0.0005	-592.85	-3.21E-04	-482.85
	0.027	-19.555	-0.0011	-784.01	-3.84E-04	-513.29		0.027	-19.555	-0.0009	-825.79	-2.55E-04	-507.00		0.027	-17.366	-0.0008	-577.13	-3.77E-04	-429.78		0.027	-19.555	-0.0005	-592.60	-3.22E-04	-483.55
3958	0.473	-19.571	-0.0011	-783.49	-3.84E-04	-513.42	3958	0.473	-19.571	-0.0009	-825.18	-2.54E-04	-507.15	3946	0.473	-17.411	-0.0008	-576.68	-3.77E-04	-430.32	3958	0.473	-19.571	-0.0005	-592.40	-3.21E-04	-482.46
3954	0.375	-19.618	-0.0011	-779.71	-3.86E-04	-514.67	3954	0.375	-19.618	-0.0009	-820.60	-2.56E-04	-508.51	4543	0.155	-17.432	-0.0008	-576.70	-3.79E-04	-431.02	3954	0.375	-19.618	-0.0005	-591.76	-3.23E-04	-483.83
4711	0.155	-19.627	-0.0011	-778.64	-3.87E-04	-515.03	4711	0.155	-19.627	-0.0008	-819.29	-2.57E-04	-508.91	3942	0.375	-17.446	-0.0008	-576.53	-3.78E-04	-431.11	4711	0.155	-19.627	-0.0005	-591.60	-3.24E-04	-484.31
	0.182	-19.671	-0.0011	-775.36	-3.88E-04	-516.10		0.182	-19.671	-0.0008	-815.33	-2.58E-04	-510.07		0.182	-17.475	-0.0008	-576.44	-3.80E-04	-431.82		0.182	-19.671	-0.0005	-591.00	-3.25E-04	-485.41
4705	0.032	-19.721	-0.0011	-771.30	-3.90E-04	-517.41	4705	0.032	-19.721	-0.0008	-810.43	-2.60E-04	-511.50	4537	0.032	-17.512	-0.0008	-576.24	-3.81E-04	-432.59	4705	0.032	-19.721	-0.0005	-590.26	-3.27E-04	-486.78
3952	0.249	-19.721	-0.0011	-771.60	-3.90E-04	-517.32	3952	0.249	-19.721	-0.0008	-810.79	-2.59E-04	-511.40	3940	0.249	-17.534	-0.0008	-576.07	-3.81E-04	-432.91	3952	0.249	-19.721	-0.0005	-590.31	-3.26E-04	-486.64
3957	0.473	-19.747	-0.0011	-770.16	-3.90E-04	-517.75	3957	0.473	-19.747	-0.0008	-809.05	-2.60E-04	-511.88	3937	0.063	-17.563	-0.0008	-575.95	-3.82E-04	-433.56	3957	0.473	-19.747	-0.0005	-589.96	-3.26E-04	-486.93
3953	0.375	-19.754	-0.0011	-769.36	-3.91E-04	-518.04	3953	0.375	-19.754	-0.0008	-808.08	-2.60E-04	-512.19	3941	0.375	-17.582	-0.0008	-575.73	-3.82E-04	-433.74	3953	0.375	-19.754	-0.0005	-589.87	-3.27E-04	-487.32
3949	0.063	-19.773	-0.0011	-767.20	-3.92E-04	-518.70	3949	0.063	-19.773	-0.0008	-805.47	-2.61E-04	-512.92	3945	0.473	-17.587	-0.0008	-575.64	-3.82E-04	-433.71	3949	0.063	-19.773	-0.0005	-589.48	-3.28E-04	-488.13
3955	0.182	-19.809	-0.0011	-764.60	-3.94E-04	-519.57	3955	0.182	-19.809	-0.0008	-802.32	-2.62E-04	-513.87	3943	0.182	-17.614	-0.0008	-575.63	-3.83E-04	-434.52	3955	0.182	-19.809	-0.0005	-589.01	-3.29E-04	-489.00
4179	0.032	-19.839	-0.0011	-761.86	-3.95E-04	-520.37	4179	0.032	-19.839	-0.0008	-799.04	-2.63E-04	-514.75	4155	0.032	-17.622	-0.0008	-575.60	-3.84E-04	-434.74	4179	0.032	-19.839	-0.0005	-588.47	-3.30E-04	-489.87
3956	0.345	-19.852	-0.0011	-761.76	-3.95E-04	-520.51	3956	0.345	-19.852	-0.0008	-798.88	-2.63E-04	-514.88	4162	0.155	-17.664	-0.0008	-575.35	-3.85E-04	-435.52	3956	0.345	-19.852	-0.0005	-588.51	-3.30E-04	-489.93
4186	0.155	-19.865	-0.0011	-760.10	-3.96E-04	-520.99	4186	0.155	-19.865	-0.0008	-796.89	-2.64E-04	-515.41	3944	0.345	-17.676	-0.0008	-575.21	-3.85E-04	-435.63	4186	0.155	-19.865	-0.0005	-588.17	-3.31E-04	-490.50
3950	0.468	-19.879	-0.0011	-760.14	-3.95E-04	-521.04	3950	0.468	-19.879	-0.0008	-796.91	-2.64E-04	-515.46	3938	0.468	-17.718	-0.0008	-574.91	-3.85E-04	-436.31	3950	0.468	-19.879	-0.0005	-588.20	-3.31E-04	-490.39
4185	0.318	-19.907	-0.0010	-7																							

3913	0.032	-20.494	-0.0008	-684.48	-4.22E-04	-538.49
4096	0.249	-20.575	-0.0008	-687.25	-4.26E-04	-540.29
4098	0.375	-20.585	-0.0009	-705.02	-4.23E-04	-539.44
4099	0.182	-20.603	-0.0008	-678.83	-4.28E-04	-541.51
4102	0.473	-20.626	-0.0009	-730.36	-4.22E-04	-539.30
3919	0.027	-20.632	-0.0007	-652.07	-4.29E-04	-542.28
	0.155	-20.632	-0.0008	-655.25	-4.28E-04	-541.74
3916	0.125	-20.710	-0.0007	-635.73	-4.31E-04	-544.11
4097	0.375	-20.721	-0.0008	-690.42	-4.27E-04	-542.69
4100	0.345	-20.792	-0.0007	-649.82	-4.27E-04	-544.05
4101	0.473	-20.802	-0.0011	-770.66	-4.31E-04	-545.33
3920	0.027	-20.820	-0.0007	-623.69	-4.36E-04	-547.45
3923	0.318	-20.820	-0.0007	-643.11	-4.30E-04	-545.45
3917	0.125	-20.856	-0.0007	-617.79	-4.37E-04	-548.47
3918	0.251	-20.856	-0.0007	-621.81	-4.32E-04	-546.72
4094	0.468	-20.929	-0.0011	-765.16	-4.39E-04	-550.36
3914	0.032	-20.963	-0.0008	-630.60	-4.37E-04	-550.49
3915	0.437	-20.963	-0.0009	-681.41	-4.34E-04	-548.61
3921	0.155	-20.969	-0.0008	-622.16	-4.38E-04	-551.42
3922	0.318	-20.969	-0.0008	-630.52	-4.34E-04	-548.77

3913	0.032	-20.494	-0.0006	-706.60	-2.87E-04	-535.16
4096	0.249	-20.575	-0.0006	-709.53	-2.89E-04	-536.92
4098	0.375	-20.585	-0.0007	-730.14	-2.86E-04	-535.42
4099	0.182	-20.603	-0.0006	-699.65	-2.91E-04	-538.43
4102	0.473	-20.626	-0.0007	-759.48	-2.83E-04	-534.46
3919	0.027	-20.632	-0.0005	-668.21	-2.92E-04	-539.68
	0.155	-20.632	-0.0006	-671.85	-2.91E-04	-538.95
3916	0.125	-20.710	-0.0005	-648.77	-2.94E-04	-541.82
4097	0.375	-20.721	-0.0006	-712.52	-2.88E-04	-538.91
4100	0.345	-20.792	-0.0005	-664.67	-2.90E-04	-540.92
4101	0.473	-20.802	-0.0008	-806.28	-2.88E-04	-540.22
3920	0.027	-20.820	-0.0005	-634.31	-2.97E-04	-545.47
3923	0.318	-20.820	-0.0005	-656.83	-2.92E-04	-542.65
3917	0.125	-20.856	-0.0005	-627.29	-2.98E-04	-546.67
3918	0.251	-20.856	-0.0005	-631.78	-2.94E-04	-544.39
4094	0.468	-20.929	-0.0008	-799.79	-2.95E-04	-546.06
3914	0.032	-20.963	-0.0006	-641.75	-2.96E-04	-548.22
3915	0.437	-20.963	-0.0007	-701.11	-2.92E-04	-544.99
3921	0.155	-20.969	-0.0006	-631.91	-2.97E-04	-549.53
3922	0.318	-20.969	-0.0006	-641.42	-2.93E-04	-546.02

4254	0.125	-18.349	-0.0007	-571.87	-4.06E-04	-449.93
4259	0.027	-18.359	-0.0007	-571.83	-4.06E-04	-450.16
3975	0.468	-18.366	-0.0007	-571.66	-4.06E-04	-449.96
4253	0.251	-18.383	-0.0007	-571.69	-4.07E-04	-450.60
4256	0.318	-18.437	-0.0007	-571.42	-4.09E-04	-451.74
3983	0.345	-18.473	-0.0007	-571.26	-4.10E-04	-452.52
3982	0.473	-18.495	-0.0007	-571.09	-4.10E-04	-452.85
4252	0.125	-18.497	-0.0007	-571.21	-4.11E-04	-453.25
	0.027	-18.550	-0.0007	-570.98	-4.13E-04	-454.48
3978	0.375	-18.551	-0.0007	-570.90	-4.13E-04	-454.26
4255	0.155	-18.584	-0.0007	-570.82	-4.14E-04	-455.23
	0.182	-18.620	-0.0007	-570.67	-4.16E-04	-456.04
3976	0.249	-18.665	-0.0007	-570.46	-4.17E-04	-457.03
3981	0.473	-18.671	-0.0007	-570.36	-4.17E-04	-456.90
3977	0.375	-18.687	-0.0007	-570.33	-4.18E-04	-457.41
4249	0.032	-18.690	-0.0007	-570.39	-4.18E-04	-457.74
3973	0.063	-18.733	-0.0007	-570.22	-4.20E-04	-458.74
3979	0.182	-18.759	-0.0007	-570.10	-4.21E-04	-459.30
3980	0.345	-18.787	-0.0007	-569.94	-4.22E-04	-459.82
3961	0.063	-18.801	-0.0007	-569.94	-4.23E-04	-460.35
3974	0.468	-18.803	-0.0007	-569.81	-4.22E-04	-460.01
	0.182	-18.816	-0.0007	-569.87	-4.23E-04	-460.67
4778	0.032	-18.832	-0.0007	-569.82	-4.24E-04	-461.10
3971	0.345	-18.845	-0.0007	-569.71	-4.24E-04	-461.19
3963	0.468	-18.871	-0.0007	-569.55	-4.24E-04	-461.65
3964	0.249	-18.934	-0.0007	-569.39	-4.28E-04	-463.45
3967	0.182	-18.955	-0.0007	-569.33	-4.29E-04	-464.03
3966	0.375	-18.956	-0.0007	-569.28	-4.28E-04	-463.84
4785	0.027	-18.968	-0.0007	-569.29	-4.29E-04	-464.41
4784	0.155	-18.981	-0.0007	-569.23	-4.30E-04	-464.68
3970	0.473	-19.006	-0.0007	-569.05	-4.30E-04	-464.91
4781	0.125	-19.056	-0.0007	-568.96	-4.33E-04	-466.55
3965	0.375	-19.092	-0.0007	-568.77	-4.34E-04	-467.21
4786	0.027	-19.156	-0.0007	-568.60	-4.37E-04	-469.10
3968	0.345	-19.159	-0.0007	-568.54	-4.37E-04	-468.96
3969	0.473	-19.181	-0.0007	-568.42	-4.37E-04	-469.32
4783	0.318	-19.185	-0.0007	-568.45	-4.38E-04	-469.65
4782	0.125	-19.201	-0.0007	-568.43	-4.39E-04	-470.22
4780	0.251	-19.214	-0.0007	-568.37	-4.39E-04	-470.45
4779	0.032	-19.299	-0.0007	-568.09	-4.44E-04	-472.78
3962	0.468	-19.309	-0.0007	-567.98	-4.43E-04	-472.59
4787	0.155	-19.317	-0.0007	-568.02	-4.44E-04	-473.20
	0.318	-19.333	-0.0007	-567.94	-4.45E-04	-473.47
4777	0.437	-19.339	-0.0007	-567.88	-4.44E-04	-473.44
4646	0.032	-19.371	-0.0007	-567.85	-4.47E-04	-474.67
4652	0.155	-19.378	-0.0007	-567.82	-4.47E-04	-474.80
4651	0.318	-19.394	-0.0007	-567.73	-4.47E-04	-475.06
4645	0.437	-19.412	-0.0007	-567.64	-4.47E-04	-475.33
3951	0.468	-19.449	-0.0007	-567.50	-4.49E-04	-476.26
4649	0.125	-19.486	-0.0007	-567.46	-4.52E-04	-477.69
4648	0.251	-19.498	-0.0007	-567.40	-4.52E-04	-477.93
4653	0.027	-19.510	-0.0007	-567.39	-4.53E-04	-478.39
	0.318	-19.540	-0.0007	-567.26	-4.54E-04	-478.96
3959	0.345	-19.571	-0.0007	-567.14	-4.55E-04	-479.77
3958	0.473	-19.577	-0.0007	-567.07	-4.55E-04	-479.69
4650	0.125	-19.628	-0.0007	-567.00	-4.59E-04	-481.58
3954	0.375	-19.645	-0.0007	-566.90	-4.59E-04	-481.75
4654	0.027	-19.695	-0.0007	-566.76	-4.62E-04	-483.48
4655	0.155	-19.708	-0.0007	-566.72	-4.63E-04	-483.78
	0.182	-19.739	-0.0007	-566.63	-4.64E-04	-484.64
3957	0.473	-19.753	-0.0007	-566.52	-4.64E-04	-484.55
3952	0.249	-19.775	-0.0007	-566.51	-4.66E-04	-485.59
3953	0.375	-19.781	-0.0007	-566.47	-4.66E-04	-485.55
4647	0.032	-19.830	-0.0007	-566.22	-4.69E-04	-487.34
3949	0.063	-19.867	-0.0007	-566.10	-4.71E-04	-488.39
3955	0.182	-19.878	-0.0007	-566.12	-4.72E-04	-488.60

3913	0.032	-20.494	-0.0005	-570.53	-3.58E-04	-510.32
4096	0.249	-20.575	-0.0005	-572.37	-3.58E-04	-511.65
4098	0.375	-20.585	-0.0005	-578.99	-3.56E-04	-510.49
4099	0.182	-20.603	-0.0005	-570.11	-3.61E-04	-513.33
4102	0.473	-20.626	-0.0005	-589.29	-3.54E-04	-510.09
3919	0.027	-20.632	-0.0005	-561.06	-3.65E-04	-515.64
	0.155	-20.632	-0.0005	-562.07	-3.63E-04	-515.13
3916	0.125	-20.710	-0.0004	-556.48	-3.68E-04	-518.50
4097	0.375	-20.721	-0.0005	-576.06	-3.61E-04	-514.78
4100	0.345	-20.792	-0.0005	-562.53	-3.66E-04	-518.64
4101	0.473	-20.802	-0.0005	-607.13	-3.57E-04	-513.48
3920	0.027	-20.820	-0.0005	-554.89	-3.72E-04	-522.97
3923	0.318	-20.820	-0.0005	-560.42	-3.68E-04	-519.90
3917	0.125	-20.856	-0.0004	-553.16	-3.74E-04	-524.15
3918	0.251	-20.856	-0.0004	-553.67	-3.71E-04	-522.44
4094	0.468	-20.929	-0.0005	-605.93	-3.59E-04	-516.76
3914	0.032	-20.963	-0.0005	-559.91	-3.71E-04	-526.00
3915	0.437	-20.963	-0.0005	-576.60	-3.65E-04	-521.26
3921	0.155	-20.969	-0.0005	-556.86	-3.74E-04	-527.09
3922	0.318	-20.969	-0.0005	-558.60	-3.70E-04	-524.52



3956	0.345	-19.885	-0.0007	-566.16	-4.71E-04	-488.59
3950	0.468	-19.886	-0.0007	-566.16	-4.71E-04	-488.33
3997	0.063	-19.935	-0.0007	-565.93	-4.75E-04	-490.33
	0.182	-19.935	-0.0007	-565.84	-4.75E-04	-490.33
4007	0.345	-19.943	-0.0007	-566.01	-4.74E-04	-490.25
3999	0.468	-19.954	-0.0007	-566.00	-4.74E-04	-490.29
4357	0.032	-19.968	-0.0007	-565.45	-4.77E-04	-491.48
4000	0.249	-20.044	-0.0007	-565.45	-4.80E-04	-493.42
4002	0.375	-20.050	-0.0007	-565.74	-4.80E-04	-493.27
4003	0.182	-20.074	-0.0007	-565.04	-4.83E-04	-494.53
4006	0.473	-20.088	-0.0007	-565.76	-4.81E-04	-494.18
4363	0.027	-20.100	-0.0007	-564.63	-4.85E-04	-495.58
	0.155	-20.102	-0.0007	-564.93	-4.85E-04	-495.45
4360	0.125	-20.177	-0.0007	-564.11	-4.90E-04	-497.96
4001	0.375	-20.186	-0.0007	-565.55	-4.87E-04	-497.36
4004	0.345	-20.257	-0.0007	-565.18	-4.92E-04	-499.66
4005	0.473	-20.263	-0.0007	-566.15	-4.90E-04	-499.23
4364	0.027	-20.282	-0.0007	-562.92	-4.97E-04	-501.72
4367	0.318	-20.286	-0.0007	-564.56	-4.94E-04	-500.73
4361	0.125	-20.317	-0.0007	-561.98	-5.00E-04	-502.94
4362	0.251	-20.319	-0.0007	-563.57	-4.98E-04	-502.29
3998	0.468	-20.391	-0.0007	-566.57	-4.96E-04	-502.48
4358	0.032	-20.419	-0.0007	-561.09	-5.07E-04	-506.71
4359	0.437	-20.425	-0.0007	-567.04	-4.99E-04	-503.84
4365	0.155	-20.426	-0.0007	-559.93	-5.08E-04	-506.99
4366	0.318	-20.429	-0.0007	-563.82	-5.04E-04	-505.52
	0.182	-20.485	-0.0006	-557.06	-5.14E-04	-509.71
4103	0.345	-20.487	-0.0007	-565.94	-5.05E-04	-506.68
4093	0.063	-20.489	-0.0006	-550.49	-5.19E-04	-511.58
4095	0.468	-20.494	-0.0007	-568.00	-5.01E-04	-505.10
3913	0.032	-20.523	-0.0006	-557.07	-5.19E-04	-511.27
4096	0.249	-20.592	-0.0006	-559.80	-5.17E-04	-512.05
4098	0.375	-20.593	-0.0007	-564.82	-5.11E-04	-510.10
4099	0.182	-20.624	-0.0006	-558.16	-5.21E-04	-514.06
4102	0.473	-20.628	-0.0007	-572.12	-5.07E-04	-508.82
3919	0.027	-20.652	-0.0006	-552.07	-5.29E-04	-517.13
	0.155	-20.652	-0.0006	-552.74	-5.26E-04	-516.59
3916	0.125	-20.726	-0.0006	-549.84	-5.33E-04	-520.17
4097	0.375	-20.729	-0.0007	-563.60	-5.20E-04	-514.90
4100	0.345	-20.802	-0.0006	-554.29	-5.31E-04	-520.09
4101	0.473	-20.804	-0.0007	-585.69	-5.07E-04	-511.00
3920	0.027	-20.830	-0.0006	-550.41	-5.37E-04	-524.28
3923	0.318	-20.830	-0.0006	-553.37	-5.33E-04	-521.44
3917	0.125	-20.864	-0.0006	-549.30	-5.40E-04	-525.62
3918	0.251	-20.864	-0.0006	-549.41	-5.38E-04	-524.27
4094	0.468	-20.932	-0.0007	-585.90	-5.10E-04	-514.61
3914	0.032	-20.966	-0.0007	-554.85	-5.35E-04	-527.00
3915	0.437	-20.966	-0.0007	-565.73	-5.24E-04	-521.73
3921	0.155	-20.971	-0.0007	-552.60	-5.39E-04	-528.26
3922	0.318	-20.971	-0.0007	-553.82	-5.33E-04	-526.10