

34492/09



R55

624.154

Bay

5-1

2009

TUGAS AKHIR - PS 1380

STUDI PERILAKU TIANG PANCANG KELOMPOK MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 3D FOUNDATION

Bayu Adi L.P.
3104 100 038
Edwin Julian P.
3104 100 132

DOSEN PEMBIMBING
Ir. Suwarno M.Eng
Musta'in Arif, ST., MT.

PERPUSTAKAAN I T S	
Tgl. Terima	19 - 2 - 2009
Terima Dari	FI
No. Agenda Prp.	168

JURKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2009



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - PS 1380

STUDY OF BEHAVIOUR OF PILE GROUPS USING PLAXIS 3D FOUNDATION

**Bayu Adi L.P.
3104 100 038
Edwin Julian P.
3104 100 132**

**COUNSELOR LECTURER
Ir. Surawno M.Eng
Musta'in Arif, ST., MT.**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2009**

**STUDI PEILAKU TIANG PANCANG KELOMPOK
MENGUNAKAN PROGRAM
PLAXIS 3D FOUNDATION**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Geoteknik
Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

BAYU ADI L.P.

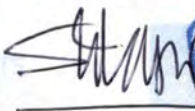
NRP. 3104.100.038

EDWIN JULIAN P.

NRP 3104.100.132

Disetujui Oleh

Dosen Pembimbing



Ir. Suwarno M.Eng
131570372



Dosen Pembimbing



Musta'in Arif ST., MT.
132310235

**SURABAYA
FEBRUARI, 2009**

STUDI PERILAKU TIANG PANCANG KELOMPOK MENGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 3D FOUNDATION

Nama Mahasiswa : Bayu Adi L.P.
3104 100 038
Edwin J.P.
3104 100 132

Dosen Pembimbing : Ir. Suwarno M.Eng
Musta'in Arif, ST., MT.

ABSTRAK

Konfigurasi tiang pancang yang pada umumnya digunakan adalah konfigurasi segiempat, padahal tidak menutup kemungkinan bentuk konfigurasi yang lain, seperti segitiga atau segilima, dapat menghasilkan efisiensi yang lebih baik dalam menahan beban aksial dan lateral. Perhitungan efisiensi dan daya dukung untuk konfigurasi segi-empat sangatlah mudah untuk diselesaikan, tetapi untuk bentuk konfigurasi yang lain, perhitungan manualnya sangatlah susah. Ditambah lagi dengan adanya tanah yang berlapis-lapis, menyebabkan reaksi tanah yang tidak linier. Oleh karena itu, program bantu sangatlah dibutuhkan

Dalam dunia Teknik Sipil khususnya geoteknik, dikenal program perhitungan Soil and Rock Mechanics yaitu Plaxis 3D Foundation. Program ini tentunya sangat membantu dalam proses perhitungan settlement, defleksi dan lainnya pada tiang pancang kelompok yang sangat rumit dan memerlukan proses iterasi yang sangat banyak.

Pengerjaan Tugas Akhir ini bertujuan untuk mengetahui perilaku tiang pancang kelompok, seperti settlement, deformasi, dan momen lentur maksimum akibat beban aksial dan lateral. Perilaku dapat diketahui melalui hasil perhitungan Plaxis 3D Foundation, dengan konfigurasi yang berbeda dengan variasi beban aksial dan lateral, kedalaman pemancangan, jenis tanah dan diameter tiang pancang.

Berdasarkan analisa hasil perhitungan menggunakan program Plaxis 3D Foundation adalah bahwa bentuk yang direkomendasikan untuk menahan beban aksial adalah 3x1, 2x2, 5S dan 6K dengan jarak 4D, sedangkan untuk beban lateral 3x1, 4S, 5S, dan 6K dengan jarak 4D. Sedangkan untuk penambahan kedalaman sangat berpengaruh pada settlement, dan penambahan jarak antar tiang sangat berpengaruh pada defleksi.

Kata kunci : Plaxis 3D Foundation, tiang pancang kelompok, penambahan jarak antar tiang dan kedalaman tiang, settlement, deformasi horisontal, gaya dalam.

STUDY OF BEHAVIOUR OF PILE GROUPS USING PLAXIS 3D FOUNDATION

Student Name : Bayu Adi L.P.
3104 100 038
Edwin J.P.
3104 100 132

Counsellor Lecturer : Ir. Suwarno M.Eng
Musta'in Arif, ST., MT.

ABSTRACT

Commonly used pile group configuration is square-shaped configuration. Though it is not impossible for another shape like triangle or pentagon, which is not commonly used, could produce a better efficiency and low settlement, in resisting an axial and lateral load. The calculation of efficiency and bearing capacity for square-shaped configuration can be done easily, but for the other shape configuration, it is hard to calculate it manually. In addition, more than one-layered soil, which is resulting a non-linear soil responds, making the calculation harder. Hence, a computer program is needed to solve the calculation.

In Geotechnical Engineering, there is a well-known software of Soil and Rock Mechanism called Plaxis 3D Foundation. This program is very helpfull in calculating settlement, deflection and many more in the complex pile group models and iterations.

The purpose of this final project is to know the behaviour of pile group, i.e. settlement, deformation, and maximum bending moment due to axial and lateral load. The behaviour can be concluded through the output produced from Plaxis 3D Foundation, with different pile group configuration with variable in axial and lateral loads, piling depth, soil type, and diameter of the piles.

Based on Plaxis 3D Foundation output analysis, the recommended configurations for axial load are 3x1, 2x1, 5S, and 6K with 4D pile spacing, and for lateral load the recommended configurations are 3x1, 4S, 5S, and 6K with 4D pile spacing. Then piling depth increment is giving more influence to settlement than deflection, in the other hand pile spacing is giving more influence to deflection than settlement

Keywords : PLAXIS 3D Foundation, pile group, piling space and depth increment, settlement, horizontal deformation, internal forces.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb,

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT atas segala ridlo, karunia serta hidayah-Nya, sehingga tugas akhir dengan judul “Studi Perilaku Tiang Pancang Kelompok Menggunakan Program Plaxis 3D Foundation” dapat kami selesaikan.

Kami menyadari bahwa keberhasilan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan dan dorongan dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, kami mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Ir. Suwarno, M.Eng, dan Bapak Musta'in Arif, ST., MT selaku dosen pembimbing yang tidak henti-hentinya memberikan pengarahan, dukungan, motivasi, dan ilmu yang tidak ternilai harganya
2. Bapak Dr. Ir. Djoko Untung, Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Wahyudi, serta Bapak Ir. Sudjanarko S, M.Eng sebagai pengukir tugas akhir kami.
3. Bapak Dr. Ir. Hidayat Sugihardjo M., MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS
4. Dosen Teknik Sipil ITS atas semua ilmu yang telah diberikan dan tidak lelah mendidik kami sebagai mahasiswa Teknik Sipil ITS

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat.

Surabaya, Februari 2009

(Penulis)

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i	
DAFTAR ISI	ii	
DAFTAR GAMBAR	v	
DAFTAR TABEL	xvi	
BAB I	PENDAHULUAN	1
1.1	LATAR BELAKANG	1
1.2	PERUMUSAN MASALAH	4
1.3	BATASAN MASALAH	5
1.4	TUJUAN TUGAS AKHIR	5
BAB II	TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1	PONDASI TIANG PANCANG	7
2.2	BEBAN AKSIAL	8
2.3	BEBAN LATERAL	10
2.3.1	Teori Winkler	10
2.3.2	Analisa <i>p-y Method</i>	10
2.3.3	Teori Elastisitas	11
2.3.4	Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Methode</i>)	11
2.4	PENURUNAN TIANG PANCANG TUNGGAL	12
2.5	DEFLEKSI HORIZONTAL TIANG PANCANG TUNGGAL	14
2.5.1	Tanah Pasir, Kepala Tiang Tidak Tertahan	15
2.5.2	Tanah Pasir, Kepala Tiang Tertahan	17
2.5.3	Tanah Lempung, Kepala Tiang Tidak Tertahan	19
2.5.4	Tanah Lempung, Kepala Tiang Tertahan	22
2.6	PLAXIS 3D FOUNDATION	24
2.6.1	Pemodelan Umum	25
2.6.2	Pemodelan Tanah	26
2.6.3	Kelebihan Plaxis 3D	30
2.6.4	Data Tanah Yang Dibutuhkan Plaxis 3D	30
2.6.4.1	Berat Volume Tanah (γ)	30
2.6.4.2	Sudut Geser Dalam Tanah (ϕ) dan Lekatan Tanah (c)	31
2.6.4.3	Modulus Young (E) dan Poisson Ratio (ν)	32
2.6.4.4	Angka Pori (e)	33

BAB III	METODOLOGI	35
3.1	BAGAN ALIR PENYELESAIAN TUGAS AKHIR	35
3.2	PENJELASAN BAGAN ALIR PENYELESAIAN TUGAS AKHIR	37
3.3	KONFIGURASI TIANG	40
3.4	OUTPUT	44
BAB IV	ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN MANUAL	45
4.1	UMUM	45
4.2	DATA TIANG PANCANG	45
4.3	DATA TANAH PASIR DAN TANAH LEMPUNG	45
4.4	PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH	48
4.4.1	Koreksi Terhadap Muka Air Tanah	48
4.4.2	Koreksi Terhadap <i>Overburden Pressure</i> Dari Tanah	49
4.4.3	Hasil Perhitungan N-Koreksi	49
4.4.4	Perhitungan Daya Dukung Metode Meyerhoff	52
4.4.5	Perhitungan Daya Dukung Metode Luciano DeCourt	55
4.4.6	Perbandingan Hasil Perhitungan Daya Dukung	57
4.5	PEMBAGIAN LAPISAN TANAH PASIR DAN TANAH LEMPUNG	62
4.6	PERHITUNGAN MANUAL PENURUNAN TIANG PANCANG TUNGGAL	63
4.6.1	Mencari Nilai Modulus Young (E)	65
4.7	PERHITUNGAN MANUAL DEFLEKSI TIANG PANCANG DAN BEBAN LATERAL ULTIMIT (H_u) TIANG PANCANG TUNGGAL	69
4.7.1	Menentukan Z_f	69
4.7.2	Menghitung Defleksi Lateral	70
4.7.3	Menghitung Beban Lateral Ultimit (H_u) dan Momen Maksimum (M.maks)	70
4.7.3.1	Tanah Pasir (Non Kohesif)	70
4.7.3.2	Tanah Lempung (Kohesif)	72
4.8	HASIL PERHITUNGAN DEFLEKSI TIANG PANCANG TUNGGAL PLAXIS 2D DAN PLAXIS 3D FOUNDATION	74
4.8.1	Rekapitulasi Perhitungan Tiang Pancang Tunggal (Grafik & Tabel)	75
BAB V	PERHITUNGAN MENGGUNAKAN PLAXIS 3D FOUNDATION	77
5.1	PEMODELAN PLAXIS 3D FOUNDATION	77
5.1.1	<i>General Settings</i>	77
5.1.2	<i>Workplanes</i>	78

5.1.3	Input Data	78
5.1.3.1	<i>Pile Geometry</i>	78
5.1.3.2	Geometri Model Konfigurasi Tiang Pancang Kelompok	81
5.1.3.3	<i>Borehole dan Soil Model</i>	85
5.1.3.4	<i>Load dan Mesh Generation</i>	87
5.2	PERHITUNGAN PROGRAM PLAXIS 3D FOUNDATION	88
5.2.1	<i>Calculation Stage (Phases)</i>	88
5.2.2	<i>Preview dan Select Point For Curves</i>	89
5.3	REKAPITULASI HASIL PERHITUNGAN	91
5.3.1	Beban Aksial	91
5.3.1.1	Kedalaman Pemancangan 10m	91
5.3.1.2	Kedalaman Pemancangan 20m	99
5.3.1.3	Kedalaman Pemancangan 30m	106
5.3.2	Beban Lateral	113
5.3.2.1	Kedalaman Pemancangan 10m	114
5.3.2.2	Kedalaman Pemancangan 20m	121
5.3.2.3	Kedalaman Pemancangan 30m	128
5.4	INTERPRETASI HASIL PERHITUNGAN	136
5.4.1	Perilaku Tiang Pancang Kelompok Dengan Perubahan Kedalaman Dan Jarak Antar Tiang	136
5.4.1.1	Pengaruh Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Settlement</i>	136
5.4.1.2	Pengaruh Jarak Antar Tiang Terhadap <i>Settlement</i>	137
5.4.1.3	Pengaruh Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Defleksi Horizontal</i>	138
5.4.1.4	Pengaruh Jarak Antar Tiang Terhadap <i>Defleksi Horizontal</i>	139
5.4.2	Rekapitulasi Gabungan <i>Settlement</i> Dan Defleksi Tiang Pancang Kelompok	140
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	153
6.1	UMUM	153
6.2	KESIMPULAN	153
6.2.1	Umum	153
6.2.2	Beban Aksial	153
6.2.3	Beban Lateral	154
6.2.4	Perilaku Tiang Pancang Kelompok Dengan Pengaruh Kedalaman Pemancangan	155
6.2.5	Perilaku Tiang Pancang Kelompok Dengan Jarak Antar Tiang Pancang	155
6.3	SARAN	156
	DAFTAR PUSTAKA	xix

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Hasil Perhitungan Bending Momen Sumber: H.K. Engin, October 2008	3
Gambar 1.2	Defleksi Dengan Variasi Kedalaman Pemancangan	4
Gambar 2.1	Jenis tiang pancang; (a) end-bearing pile, (b) friction pile	7
Gambar 2.2	Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah pasir, kepala tiang tidak tertahan	15
Gambar 2.3	Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah pasir, kepala tiang tidak tertahan	15
Gambar 2.4	Ketahan lateral ultimit dari tiang pendek, tanah pasir	16
Gambar 2.5	Ketahan lateral ultimit dari tiang panjang, tanah pasir	17
Gambar 2.6	Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah pasir, tertahan	17
Gambar 2.7	Mekanisme runtuh tiang menengah pada tanah pasir, kepala tiang tertahan	18
Gambar 2.8	Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah pasir, kepala tiang tertahan	18
Gambar 2.9	Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah lempung, kepala tidak tertahan	20
Gambar 2.10	Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah lempung, kepala tidak tertahan	20
Gambar 2.11	Ketahan lateral ultimit dari tiang pendek, tanah lempung	21
Gambar 2.12	Ketahan lateral ultimit dari tiang panjang, tanah lempung	22
Gambar 2.13	Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah lempung, kepala tiang tertahan	22

Gambar 2.14	Mekanisme runtuh tiang menengah pada tanah lempung, kepala tiang tertahan	23
Gambar 2.15	Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah lempung, kepala tiang tertahan	23
Gambar 2.16	Distribusi dari titik (\cdot) dan tegangan (x) di 15 titik suatu elemen	26
Gambar 3.1	Bagan alir penyelesaian Tugas Akhir	36
Gambar 3.2	Konfigurasi segi-empat (3 buah tiang)	40
Gambar 3.3	Konfigurasi segi-tiga (3 buah tiang)	41
Gambar 3.4	Konfigurasi segi-empat (4 buah tiang)	41
Gambar 3.5	Konfigurasi segi-tiga (4 buah tiang)	42
Gambar 3.6	Konfigurasi segi-lima (5 buah tiang)	42
Gambar 3.7	Konfigurasi cross (5 buah tiang)	43
Gambar 3.8	Konfigurasi segi-tiga (6 buah tiang)	43
Gambar 3.9	Konfigurasi segi-empat (6 buah tiang)	44
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 1	58
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 2	58
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 3	59
Gambar 4.4	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 5	59
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 1	60
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 2	60
Gambar 4.7	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 3	61
Gambar 4.8	Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 4	61
Gambar 4.9	Grafik Estimasi Modulus Young (E) Tanah Pasir	67

Gambar 4.10	Grafik Estimasi Modulus Young (E) Tanah Lempung	68
Gambar 4.11	Geometri Model Tiang Pancang Tunggal Plaxis 3D Foundation	74
Gambar 4.12	Defleksi Lateral Tiang Pancang Tunggal Plaxis 3D Foundation	75
Gambar 5.1	<i>Custom setting</i> untuk <i>Geometry Dimensions</i> dan <i>Grid</i>	77
Gambar 5.2	<i>Workplanes</i>	78
Gambar 5.3	<i>Pile Geometry</i>	79
Gambar 5.4	Aplikasi <i>Walls</i> (biru)	79
Gambar 5.5	Aplikasi <i>Floors</i> (hijau)	80
Gambar 5.6	Geometri model konfigurasi 3K	81
Gambar 5.7	Geometri model konfigurasi 3S	81
Gambar 5.8	Geometri model konfigurasi 4K	82
Gambar 5.9	Geometri model konfigurasi 4S	82
Gambar 5.10	Geometri model konfigurasi 5C	83
Gambar 5.11	Geometri model konfigurasi 5S	83
Gambar 5.12	Geometri model konfigurasi 6K	84
Gambar 5.13	Geometri model konfigurasi 6S	84
Gambar 5.14	<i>Borehole Model</i> untuk Tanah Pasir	86
Gambar 5.15	<i>Borehole Model</i> untuk Tanah Lempung	86
Gambar 5.16	<i>2D Mesh Generation</i>	87
Gambar 5.17	<i>3D Mesh Generation</i>	87
Gambar 5.18	Fase perhitungan (<i>Phase</i>)	88
Gambar 5.19	Parameter fase perhitungan	89
Gambar 5.20	Fitur <i>Preview</i>	90
Gambar 5.21	Fitur <i>Select Point For Curves</i>	90
Gambar 5.22	Grafik <i>Settlement</i> Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir	93
Gambar 5.23	Grafik <i>Settlement</i> Konfigurasi 3S, Tanah Pasir	94

Gambar 5.24	Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir	94
Gambar 5.25	Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Pasir	94
Gambar 5.26	Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Pasir	95
Gambar 5.27	Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Pasir	95
Gambar 5.28	Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Pasir	95
Gambar 5.29	Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Pasir	96
Gambar 5.30	Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung	96
Gambar 5.31	Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Lempung	96
Gambar 5.32	Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung	97
Gambar 5.33	Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Lempung	97
Gambar 5.34	Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Lempung	97
Gambar 5.35	Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Lempung	98
Gambar 5.36	Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Lempung	98
Gambar 5.37	Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Lempung	98
Gambar 5.38	Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir	101
Gambar 5.39	Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Pasir	101
Gambar 5.40	Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir	101

Gambar 5.41	Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Pasir	102
Gambar 5.42	Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Pasir	102
Gambar 5.43	Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Pasir	102
Gambar 5.44	Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Pasir	103
Gambar 5.45	Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Pasir	103
Gambar 5.46	Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung	103
Gambar 5.47	Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Lempung	104
Gambar 5.48	Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung	104
Gambar 5.49	Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Lempung	104
Gambar 5.50	Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Lempung	105
Gambar 5.51	Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Lempung	105
Gambar 5.52	Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Lempung	105
Gambar 5.53	Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Lempung	106
Gambar 5.54	Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir	108
Gambar 5.55	Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Pasir	108
Gambar 5.56	Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir	109
Gambar 5.57	Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Pasir	109

Gambar 5.58	Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Pasir	109
Gambar 5.59	Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Pasir	110
Gambar 5.60	Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Pasir	110
Gambar 5.61	Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Pasir	110
Gambar 5.62	Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung	111
Gambar 5.63	Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Lempung	111
Gambar 5.64	Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung	111
Gambar 5.65	Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Lempung	112
Gambar 5.66	Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Lempung	112
Gambar 5.67	Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Lempung	112
Gambar 5.68	Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Lempung	113
Gambar 5.69	Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Lempung	113
Gambar 5.70	Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir	116
Gambar 5.71	Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Pasir	116
Gambar 5.72	Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir	116
Gambar 5.73	Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Pasir	117
Gambar 5.74	Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Pasir	117

Gambar 5.75	Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Pasir	117
Gambar 5.76	Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Pasir	118
Gambar 5.77	Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Pasir	118
Gambar 5.78	Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung	118
Gambar 5.79	Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Lempung	119
Gambar 5.80	Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung	119
Gambar 5.81	Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Lempung	119
Gambar 5.82	Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Lempung	120
Gambar 5.83	Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Lempung	120
Gambar 5.84	Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Lempung	120
Gambar 5.85	Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Lempung	121
Gambar 5.86	Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir	123
Gambar 5.87	Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Pasir	123
Gambar 5.88	Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir	124
Gambar 5.89	Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Pasir	124
Gambar 5.90	Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Pasir	124
Gambar 5.91	Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Pasir	125

Gambar 5.92	Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Pasir	125
Gambar 5.93	Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Pasir	125
Gambar 5.94	Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung	126
Gambar 5.95	Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Lempung	126
Gambar 5.96	Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung	126
Gambar 5.97	Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Lempung	127
Gambar 5.98	Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Lempung	127
Gambar 5.99	Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Lempung	127
Gambar 5.100	Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Lempung	128
Gambar 5.101	Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Lempung	128
Gambar 5.102	Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir	130
Gambar 5.103	Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Pasir	131
Gambar 5.104	Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir	131
Gambar 5.105	Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Pasir	131
Gambar 5.106	Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Pasir	132
Gambar 5.107	Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Pasir	132
Gambar 5.108	Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Pasir	132

Gambar 5.109	Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Pasir	133
Gambar 5.110	Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung	133
Gambar 5.111	Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Lempung	133
Gambar 5.112	Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung	134
Gambar 5.113	Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Lempung	134
Gambar 5.114	Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Lempung	134
Gambar 5.115	Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Lempung	135
Gambar 5.116	Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Lempung	135
Gambar 5.117	Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Lempung	135
Gambar 5.118	Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Settlement</i>	136
Gambar 5.119	Pengaruh Penambahan Jarak Antar Tiang Terhadap <i>Settlement</i>	137
Gambar 5.120	Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Defleksi Horizontal</i>	138
Gambar 5.121	Pengaruh Penambahan Jarak Antar Tiang Terhadap <i>Defleksi Horizontal</i>	139
Gambar 5.122	Grafik <i>Settlement</i> Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir	141
Gambar 5.123	Grafik <i>Settlement</i> Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Pasir	142

Gambar 5.124	Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Pasir	143
Gambar 5.125	Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Lempung	144
Gambar 5.126	Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Lempung	145
Gambar 5.127	Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Lempung	146
Gambar 5.128	Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir	147
Gambar 5.129	Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Pasir	148
Gambar 5.130	Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Pasir	149
Gambar 5.131	Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Lempung	150
Gambar 5.132	Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Lempung	151
Gambar 5.133	Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Lempung	152

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jenis Tanah Yang Digunakan Pada ” <i>Single Pile Simulation and Analysis Subjected to Lateral Load</i> ”	3
Tabel 2.1	Nilai Koefisien C_p	13
Tabel 2.3	Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Nilai SPT	31
Tabel 2.4	Nilai Kohesi Tanah Berdasarkan Nilai SPT	32
Tabel 2.5	Nilai Modulus Young	32
Tabel 2.6	Nilai Poisson Ratio	33
Tabel 4.1	Data Tanah Pasir	45
Tabel 4.2	Data Tanah Lempung	47
Tabel 4.3	Nilai Koefisien Koreksi C_n	48
Tabel 4.4	Nilai N Koreksi Tanah Pasir	49
Tabel 4.5	Nilai N Koreksi Tanah Lempung	51
Tabel 4.6	Nilai Daya Dukung Tanah Pasir D40 (Meyerhoff)	52
Tabel 4.7	Nilai Daya Dukung Tanah Lempung D40 (Meyerhoff)	53
Tabel 4.6	Nilai Daya Dukung Tanah Pasir D40 (Luciano DeCourt)	55
Tabel 4.7	Nilai Daya Dukung Tanah Lempung D40 (Luciano DeCourt)	56
Tabel 4.8	Penggabungan N Asli Tanah Pasir	62
Tabel 4.9	Penggabungan N Asli Tanah Lempung	63
Tabel 4.10	Penurunan Tiang Pancang Tunggal Tanah Pasir Metode Empiris	63
Tabel 4.10	Penurunan Tiang Pancang Tunggal Tanah Lempung (Short Term) Metode Empiris	64

Tabel 4.11	Penurunan Tiang Pancang Tunggal Tanah Pasir Metode Semi Empiris	64
Tabel 4.12	Penurunan Tiang Pancang Tunggal Tanah Lempung (Short Term) Metode Semi Empiris	65
Tabel 4.13	Tabel Estimasi E Tanah Pasir	66
Tabel 4.14	Tabel Estimasi E Tanah Pasir	66
Tabel 4.15	Perbandingan Output Single Pile	75
Tabel 5.1	Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Pasir	91
Tabel 5.2	Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Lempung	92
Tabel 5.3	Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Pasir	99
Tabel 5.4	Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Lempung	100
Tabel 5.5	Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Pasir	106
Tabel 5.6	Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Lempung	107
Tabel 5.7	Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Pasir	114
Tabel 5.8	Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Lempung	115
Tabel 5.9	Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang	121

		Kelompok, Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Pasir	
Tabel	5.10	Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Lempung	122
Tabel	5.11	Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Pasir	128
Tabel	5.12	Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Lempung	129
Tabel	5.13	Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Settlement</i>	136
Tabel	5.14	Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Settlement</i>	137
Tabel	5.15	Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Defleksi Horisontal</i>	138
Tabel	5.16	Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap <i>Defleksi Horisontal</i>	139

The background of the page is a repeating pattern of the ITS (Institut Teknologi Sepuluh Nopember) logo. Each logo consists of a blue shield with a white emblem inside, and the letters 'ITS' in white to the right of the shield. The logos are arranged in a grid-like pattern across the entire page.

BAB I
PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Pada perencanaan pondasi tiang pancang kelompok, kemampuan menahan beban aksial dan beban lateral harus diperhitungkan dengan baik, terutama pada perencanaan struktur yang menahan beban aksial dan lateral yang besar seperti jembatan, menara pemancar, dan struktur-struktur papan reklame yang besar, agar dapat menghasilkan suatu struktur pondasi yang kuat dan efisien. Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi suatu tiang pancang kelompok dalam suatu konfigurasi adalah diameter tiang, jarak antar tiang (spacing) dan susunan tiang (konfigurasi). Selama ini, konfigurasi yang sering digunakan adalah konfigurasi segi-empat, padahal tidak menutup kemungkinan konfigurasi tiang yang lain, seperti segi-tiga atau segi-lima, dapat menghasilkan efisiensi yang lebih baik dalam menahan beban aksial dan lateral.

Untuk perencanaan pembebanan aksial saja dapat diselesaikan dengan mudah dengan menggunakan statika sederhana, namun bila beban aksial struktur tanah yang berlapis-lapis akan mengakibatkan respon tanah yang tidak linier, sehingga menambah kesulitan dalam merencanakan pembebanan aksial dan lateral pada tiang pancang kelompok.

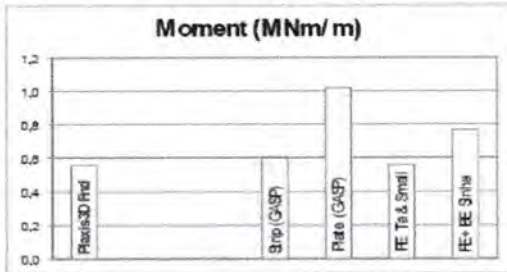
Hubungan yang tidak linier antara tanah dan struktur dalam perencanaan pembebanan aksial dan lateral menyebabkan metode analisa statika biasa sulit digunakan untuk dapat mewakili permasalahan yang sebenarnya. Metode lain harus diupayakan untuk dapat memecahkan masalah dalam pembebanan aksial dan lateral pada tiang pancang kelompok dengan cukup teliti dan memuaskan. Salah satu cara yang banyak digunakan pada perencanaan pembebanan aksial dan lateral pada tiang pancang adalah dengan menggunakan metode numerik, yaitu dengan membagi tiang menjadi segmen-segmen untuk kemudian dianalisa menurut gaya-gaya yang bekerja pada segmen tersebut

(*finite difference*) (PLAXIS 3D Foundation Manual, 2006), untuk itu diperlukan iterasi yang terkadang sulit untuk dikerjakan secara manual. Untuk mengatasi hal tersebut, akan lebih menguntungkan apabila analisa dilakukan dengan menggunakan komputer.

Perkembangan perangkat keras komputer mengalami perkembangan yang sangat berarti beberapa tahun belakangan ini. Peningkatan *hardware* ini tentu saja menimbulkan pengaruh yang sama terhadap perkembangan perangkat lunak komputer (*software*). Penggunaan *software* sendiri semakin lama menjadi suatu keharusan akan tuntutan kecepatan dan ketepatan suatu perhitungan.

Dalam dunia teknik sipil, khususnya geoteknik, dikenal program perhitungan *Soil and Rock Mechanics* yaitu PLAXIS 3D Foundation. Program ini berbasis metode elemen hingga (*finite element method*), sehingga pengguna program (*user*) harus memodelkan struktur yang ada menjadi pemodelan *finite element* sebelum dapat dianalisa. Dengan menggunakan program di atas, dapat dihasilkan *output* berupa model geometri secara 3D yang merepresentasikan besarnya daya dukung dan deformasi yang terjadi pada tiang pancang kelompok. Selain itu, *output* dapat juga ditampilkan dalam bentuk tabel-tabel yang menunjukkan besarnya daya dukung dan deformasi.

Pada penelitian terdahulu, yang juga menggunakan program Plaxis 3D Foundation, *Estimasi Perilaku Tiang Pancang Kelompok Menggunakan Embedded Pile*, H.K. Engin, E.G Septanika, R. B. J. Brinkgreve, 2008. menyimpulkan bahwa pada tiang pancang kelompok yang terdiri dari 9 tiang pancang, jarak antar tiang mempengaruhi besarnya defleksi dan settlement yang terjadi. Semakin jauh jarak antar tiang, settlement yang terjadi semakin kecil. Pada penelitian ini juga membuktikan bahwa, bending momen yang dihitung menggunakan program Plaxis 3D Foundation, akan lebih kecil jika dibandingkan dengan perhitungan *bending moment* manual.

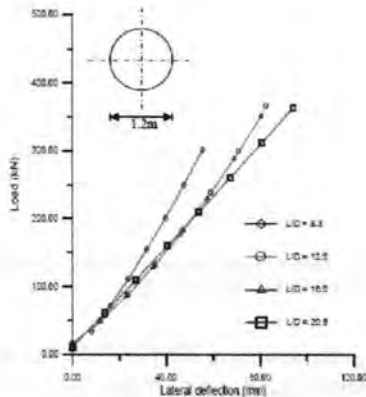


Gambar 1.1 Hasil Perhitungan Bending Momen
Sumber: H.K. Engin, October 2008

Pada penelitian yang lainnya, *Single Pile Simulation and Analysis Subjected to Lateral Load*, J.M. Abbas, dan Z.H. Chik Ph.D, dan M.R. Taha, Ph.D, 2007, menunjukkan hasil bahwa *Slenderness Ratio* (L/D) sangat mempengaruhi besarnya defleksi yang terjadi pada suatu tiang pancang. Dengan kata lain, kedalaman pemancangan sangat berpengaruh dalam menghasilkan besarnya defleksi yang terjadi. Oleh karena itu, dalam menentukan kedalaman pemancangan juga harus memperhatikan besarnya defleksi yang akan terjadi.

Tabel 1.1 Jenis Tanah Yang Digunakan Pada "Single Pile Simulation and Analysis Subjected to Lateral Load"

	Layer 1	Layer 2	Layer 3	Layer 4	Layer 5	Tiang Pancang	Satuan
γ_{unsat}	14	16	19	16	17	25	kN/m^3
γ_{sat}	16	18	19	18	20	-	kN/m^3
E	8500	10000	13000	10000	14000	2E+09	kPa
v	0.3	0.35	0.3	0.35	0.3	0.15	-
c	10	5	1	5	1	-	kPa
ϕ	21	25	45	25	31	-	-



*Gambar 1.1 Defleksi Dengan Variasi Kedalaman Pemancangan
Sumber: J.M. Abbas, 2007*

Dengan mengacu pada beberapa penelitian terdahulu, tugas akhir ini membandingkan beberapa bentuk konfigurasi dari tiang pancang kelompok, yang terdiri dari 3 sampai dengan 6 tiang pancang dalam satu konfigurasi, dalam menahan beban aksial dan lateral. Dari hasil tersebut dapat dibuat suatu grafik, sehingga dapat diketahui konfigurasi tiang pancang kelompok yang paling efisien untuk jenis tanah tertentu dan dengan beban kerja tertentu.

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Dari uraian di atas maka permasalahan yang timbul, untuk setiap jenis tanah dan konfigurasi tiang pancang kelompok, adalah:

1. Konfigurasi manakah yang paling baik dalam menahan beban aksial?
2. Konfigurasi manakah yang paling baik dalam menahan beban lateral?
3. Bagaimana perilaku tiang pancang kelompok dengan kedalaman pemancangan 10m, 20m, dan 30m?
4. Bagaimana perilaku tiang pancang kelompok dengan jarak antar tiang 2D, 3D dan 4D?

1.3 BATASAN MASALAH

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, maka untuk menghindari timbulnya penyimpangan pembahasan perlu dibuat pembatasan masalah. Batasan-batasan masalah yang perlu dipakai dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah:

1. Program yang digunakan adalah Plaxis 3D Foundation v1.1 SP3.
2. Variasi beban aksial dan beban lateral yang digunakan untuk setiap konfigurasi adalah sama.
3. Penampang tiang pancang yang digunakan adalah penampang lingkaran, dengan diameter 40 cm.
4. Jarak antar tiang yang digunakan adalah 2D, 3D dan 4D.
5. Jumlah tiang pancang dalam satu kelompok adalah 3 sampai dengan 6 tiang pancang.
6. Konfigurasi susunan tiang yang digunakan adalah segi-tiga, segi-empat, segi-lima, dan bentuk *cross*.
7. Tebal *pile cap* yang digunakan adalah 0.6 m.
8. Jarak antara titik pusat tiang pancang paling ujung dengan *pile cap* adalah 1 D.
9. Data tanah yang digunakan untuk menganalisa ada 2 macam yaitu tanah kohesif dan nonkohesif.
10. Kedalaman pemancangan yang digunakan adalah 10 , 20 dan 30 m.

1.3 TUJUAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengetahui konfigurasi tiang pancang yang paling baik menahan beban aksial untuk setiap jenis tanah dan jumlah tiang pancang dalam satu konfigurasi.
2. Mengetahui konfigurasi tiang pancang yang paling baik menahan beban lateral untuk setiap jenis tanah dan jumlah tiang pancang dalam satu konfigurasi.

3. Mengetahui perilaku tiang pancang kelompok dengan kedalaman pemancangan 10m, 20m, dan 30m untuk setiap jenis tanah yang ditinjau.
4. Mengetahui perilaku tiang pancang kelompok dengan jarak antar tiang 2D, 3D, dan 4D untuk setiap jenis tanah yang ditinjau.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

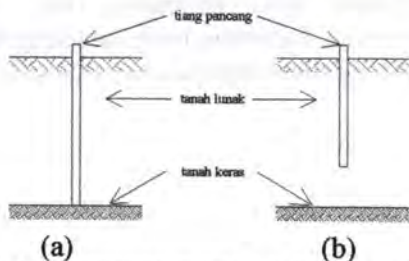
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PONDASI TIANG PANCANG

Pada dasarnya tiang pancang adalah bagian dari substruktur, berfungsi untuk menyalurkan beban dari struktur atas dan merupakan bagian dari substruktur yang menembus lapisan tanah yang lunak, air dan udara ke bagian tanah yang lebih dalam yang mempunyai nilai daya dukung yang cukup untuk menopang semua struktur dan beban yang diberikan kepadanya.

Tiang pancang digunakan jika lapisan tanah dibawah permukaan tanah tidak cukup memadai tidak ekonomis lagi untuk menggunakan pondasi dangkal. Pondasi tiang pancang ini dikategorikan sebagai pondasi dalam karena mempunyai rasio kedalaman terhadap diameter yang lebih besar dari sepuluh ($L/D \geq 10$). Namun, beberapa jenis tiang pancang dikategorikan sebagai pondasi semi-dalam karena mempunyai rasio kedalaman terhadap diameter antara empat sampai sepuluh ($4 \leq L/D < 10$). (Herman Wahjudi, 1999)

Daya dukung tiang pancang didapatkan dari gabungan antara gesekan (*skin friction*) dan daya dukung ujung tiang pancang (*end bearing*). Apabila daya dukung yang diperoleh dari *skin friction* lebih dominan maka tiang pancang tersebut dinamakan *friction pile*, sedangkan jika tiang pancang bertumpu pada lapisan tanah keras, maka tiang pancang dinamakan *end bearing pile*.



Gambar 2.1 Jenis tiang pancang; (a) end-bearing pile, (b) friction pile.



Distribusi muatan vertikal dibuat dengan menggunakan sebuah gesekan atau tiang pancang “apung”, sedangkan pemakaian beban secara langsung dibuat oleh sebuah titik ujung, atau tiang pancang berfungsi sebagai kombinasi tahanan samping (gesekan) dan dukungan ujung kecuali bila tiang pancang menembus tanah yang sangat lembek sampai ke lapisan tanah padat.

Bagian terpenting dari pondasi tiang pancang kelompok adalah *pile cap* dan tiang pancang itu sendiri. Material yang sering digunakan untuk pondasi jenis ini adalah kayu, baja, dan beton. (Herman Wahjudi, 1999). Beberapa cara pemasangan tiang pancang tunggal adalah pemasangan dengan cara dipancang, dibor atau ditekan, dan untuk menyatukan beberapa tiang maka digunakan *pile cap*. Fungsi tiang pancang:

- a) Untuk menyalurkan beban-beban dari struktur atas ke dalam tanah.
- b) Untuk menahan beban vertikal, lateral, dan gaya tarik ke atas.

2.2 BEBAN AKSIAL

Perencanaan tiang pancang kelompok harus mempertimbangkan kapasitas tiang pancang kelompok dalam menerima beban aksial dan penurunan tiang pancang kelompok itu sendiri. Di saat sebuah tiang merupakan bagian dari sebuah kelompok, daya dukungnya mengalami modifikasi, karena pengaruh dari tiang kelompok tersebut. Dalam kasus ini sebaiknya efisiensi tiang kelompok (G_e) dianggap sebagai perbandingan antara kapasitas tiang pancang kelompok ($(Q_u)_g$) dengan jumlah kapasitas tiang tunggal ($(Q_u)_s$). (Prakash, 1990)

Untuk menghitung daya dukung batas dari sebuah tiang pancang, digunakan beberapa rumus yang dikutip dari buku Daya Dukung Pondasi Dalam, Herman Wahjudi, 1999. Daya dukung batas untuk pasir dari Meyerhof yang terdiri dari gabungan antara *term titik (point)* dan *term lekatan (lateral friction)*.

1. Metode Meyerhof

$$Ql = Qp + Qs = (40 * N * Ap) + \left(\frac{\pi * B * D}{50} * N_{Av} \right) \quad (2.6)$$

Sumber: Meyerhof, 1956

WKA memodifikasi persamaan diatas menjadi:

$$Ql = Qp + Qs = (40 * N * Ap) + ((As * Nav) / 5) \quad (2.7)$$

Sumber: Daya Dukung Pondasi Dalam, 1999

2. Metode Luciano Decourt

$$Ql = Qp + Qs = ((Np * K) Ap) + (((Ns / 3) + 1) * As) \quad (2.8)$$

Sumber: Luciano Decourt, 1982

dimana:

- Qt = daya dukung tanah maksimum
- Qp = daya dukung akibat dasar pondasi
- Qf = daya dukung akibat lekatan lateral
- N = harga SPT di dasar pondasi
- Nav = harga N rata-rata di sepanjang tiang terbenam
- Np = harga rata-rata SPT di sekitar dasar pondasi (+4B)
- Ns = harga rata-rata sepanjang tiang terbenam (3 ≤ N ≤ 50)
- D = kedalaman tiang pancang
- Ap = luas dasar tiang pancang
- As = luas selimut tiang pancang
- B = diameter tiang pancang
- K = koefisien karakteristik tanah

12 t/m ²	= 117.7 kPa, untuk lempung
20 t/m ²	= 196 kPa, untuk lanau berlempung
25 t/m ²	= 245 kPa, untuk lanau berpasir
40 t/m ²	= 392 kPa, untuk pasir

2.3 BEBAN LATERAL

Perilaku tiang pancang yang berada pada kelompoknya berbeda dengan tiang pancang tunggal apabila dikenai beban lateral. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh dua hal berikut:

1. Rotasi yang terjadi pada hubungan *pile cap* dan tiang pancang.
2. Tambahan tahanan lateral yang disebabkan oleh *pile cap*.

Metode yang digunakan untuk memprediksikan defleksi lateral, rotasi dan tegangan di tiang pancang tunggal dapat dikelompokkan menjadi empat bagian (*R.L. Mokwa, 1999*):

1. Teori Winkler
2. Analisa *p-y Method*
3. Teori Elastisitas (*Elasticity Theory*)
4. Metode Elemen Hingga

2.3.1 Teori winkler

Teori winkler atau biasa disebut *subgrade reaction theory*, teori ini adalah metode tertua untuk memprediksikan defleksi dan momen lentur dari suatu tiang pancang. Teori ini menggunakan modulus Winkler dari reaksi tanah yang dimodelkan sebagai kekakuan yang linear (*R.L. Mokwa, 1999*).

2.3.2 Analisa *p-y Method*

Metode ini merupakan penyempurnaan dari model Winkler (*Hovath, 1984*) dimana *p* merupakan tekanan tanah persatuan panjang sepanjang tiang pancang dan *y* adalah defleksi dari tiang pancang tersebut. Metode ini termasuk semi-empiris, karena kurva *p-y* yang dihasilkan berdasarkan test pembebanan dilapangan. Reese (1997) telah membuat beberapa kurva empiris untuk bermacam-macam tipe tanah.

2.3.3 Teori Elastisitas (*Elasticity Theory*)

Teori ini menggunakan pendekatan secara sistematis unttuk menghitung perilaku tiang pancang dan tiang pancang grup yang dibebani secara lateral. Karena tanah digambarkan sebagai suatu rangkaian, maka cara ini dapat digunakan untuk menghitung *pile* atau *pile group* dengan berbagai macam bentuk dan ukuran. Cara ini juga dapat digunakan untuk mengetahui sifat-sifat tanah yang nonlinear dan menghitung *immediate movements* dan *final movements* dari sebuah tiang pancang. (Poulos, 1971)

Dengan menggunakan teori ini, maka tanah tersebut diasumsikan ideal, elastis, homogen, *isotropic semi-infinite mass*, mempunyai parameter E_s dan ν_s . Tiang pancang ini diasumsikan mempunyai kedalaman L , diameter D , dan mempunyai kekakuan $E_p I_p$. Tiang pancang ini dibagi sebanyak $n+1$ bagian dan tiap bagian dibebani beban horisontal yang sama sebesar p . Defleksi horisontal tiang pancang adalah sama dengan defleksi horisontal tanah. Kekurangan dari teori ini adalah sulitnya untuk menemukan *exact solution* untuk E_s , hal ini disebabkan oleh kompleksnya perhitungan.

2.3.4 Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method*)

Metode ini merupakan pengembangan dari teori elastisitas yang digunakan untuk memodelkan interaksi antara tiang pancang dan tanah, dengan memisalkan tanah sebagai suatu objek *3-dimensional quasi-elastic continuum*. Teknik ini telah digunakan untuk menganalisa beberapa pembebanan yang kompleks dalam proyek pembangunan dan penelitian.

Kelebihan dari metode ini adalah kemampuan untuk mengkombinasikan beban aksial, torsi, dan lateral secara bersamaan; kemampuan untuk menganalisa sifat tanah dan tiang pancang yang nonlinier; dan potensi untuk memodelkan interaksi antara tiang pancang – tanah – struktur atas. Kemudian kemampuan untuk menampilkan *output* yang berdasarkan fungsi

waktu, dan kombinasi yang cukup rumit dapat dimodelkan dengan metode ini.

Metode ini sangat cocok untuk perhitungan tiang pancang kelompok. Walaupun begitu, proses *input* dalam melakukan perhitungan ini cukup membutuhkan ketelitian dan pengetahuan teknik yang cukup banyak. Oleh karena itu, metode ini sering digunakan dalam berbagai macam penelitian, tetapi jarang untuk perencanaan. (*R.L. Mokwa, 1999*)

2.4 PENURUNAN TIANG PANCANG TUNGGAL

Karena penurunan dipengaruhi mekanisme pengalihan beban, maka penyelesaian untuk perhitungan penurunan hanya bersifat pendekatan. Untuk memperkirakan besarnya penurunan elastis atau penurunan seketika pada pondasi tiang tunggal, dapat digunakan dua metode yaitu metode semi-empiris dan metode empiris.

Untuk perencanaan pada tanah pasir, penurunan elastis pondasi tiang tunggal dapat dihitung dengan metode empiris dengan rumus sebagai berikut:

$$Se = Ss + Sp + Sps \quad (2.9)$$

Sumber: *Manual Pondasi Tiang, P.P. Rahardjo, 2005*

dimana:

Se = Penurunan elastis total pondasi tiang tunggal

Ss = Penurunan akibat deformasi aksial tiang tunggal

Sp = Penurunan dari ujung tiang

Sps = Penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang

$$Ss = \frac{(Qp + \alpha \cdot Qs) \cdot L}{Ap \cdot Ep} \quad (2.10)$$

Sumber: *Manual Pondasi Tiang, P.P. Rahardjo, 2005*

dimana:

- Q_p = Beban yang didukung ujung tiang (ton)
 Q_s = Beban yang didukung selimtu tiang (ton)
 L = Panjang tiang (m)
 A_p = Luas penampang tiang (m^2)
 E_p = Modulus elastisitas tiang (ton/m^2)
 α = Koefisien yang bergantung pada distribusi gesekan selimut sepanjang tiang (0.5 untuk distribusi seragam, 0.67 untuk distribusi segitiga)

$$S_p = \frac{C_p \cdot Q_p}{D \cdot q_p} \quad (2.11)$$

Sumber: Manual Pondasi Tiang, P.P. Rahardjo, 2005

dimana:

- C_p = Koefisien empiris
 Q_p = Perlawanan ujung dibawah beban kerja atau beban ujung yang diijinkan (ton)
 q_p = Tahanan ujung tiang (ton/m^2)

Tabel 2.1 Nilai koefisien C_p

Jenis Tanah	Tiang Pancang	Tiang Bor
Pasir	0.02 – 0.04	0.09 – 0.18
Lempung	0.02 – 0.03	0.03 – 0.06
Lanau	0.03 – 0.05	0.09 – 0.12

Sumber Vesic, 1977

$$S_{ps} = \left(\frac{Q_{ws}}{p \cdot L} \right) \cdot \frac{D}{E_s} \cdot (1 - v_s^2) \cdot I_{ws} \quad (2.12)$$

Sumber: Manual Pondasi Tiang, P.P. Rahardjo, 2005

dimana:

- S_{ps} = Penurunan akibat beban yang dialihkan sepanjang tiang
 $\frac{Q_{ws}}{p \cdot L}$ = Gesekan rata-rata sepanjang tiang

- p = Keliling tiang
 D = Diameter atau sisi tiang
 L = Panjang tiang tertanam
 E_s = Modulus elastisitas tanah
 ν_s = Angka Poisson tanah
 I_{ws} = Faktor pengaruh = $2+0.35.(L/D)^{0.5}$

Sedangkan untuk metode empiris dapat digunakan persamaan dibawah ini

$$S = \frac{D}{100} + \frac{Q \cdot L}{A_p \cdot E_p} \quad (2.13)$$

Sumber: *Manual Pondasi Tiang, P.P. Rahardjo, 2005*

dimana:

- S = Penurunan total dikepala tiang (inchi)
 D = Diameter atau sisi tiang (inchi)
 Q = Beban kerja (pon)
 A_p = Luas penampang tiang (inchi²)
 L = Panjang tiang (inchi)
 E_p = Modulus elastis tiang (psi)

2.5 DEFLEKSI HORIZONTAL TIANG PANCANG TUNGGAL

Perhitungan manual untuk menghitung beban lateral ultimit (H_u) yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil karya Broms, dengan dua jenis kondisi tiang yaitu:

1. Tiang Dengan Kepala Tidak Tertahan (*Free-Head Pile*)
2. Tiang Dengan Kepala Tertahan (*Fixed-Head Pile*)

Dan dengan kondisi tanah:

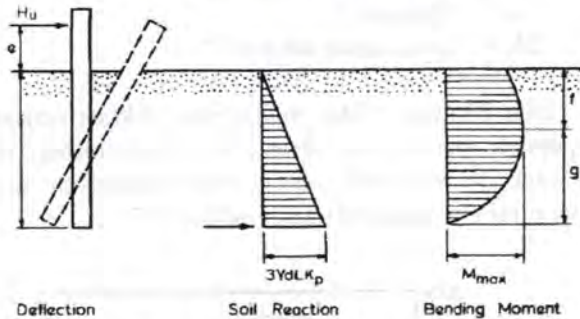
1. Jenis Tanah Non-Koesif (Pasir)
2. Jenis Tanah Koesif (Lempung)

Cara perhitungannya menggunakan asumsi bahwa nilai parameter – parameter tanah disepanjang kedalaman tiang adalah sama. Jika parameter tanah disepanjang tiang berbeda, dapat digunakan nilai rata – rata dari parameter tanah tersebut. Karena, kemampuan menahan lateral suatu tiang pancang sangat

ditentukan oleh lapisan permukaan tanah disekitar kepala tiang. Oleh karena itu, nilai rata – rata harus mencerminkan kondisi tersebut. (Broms, 1964).

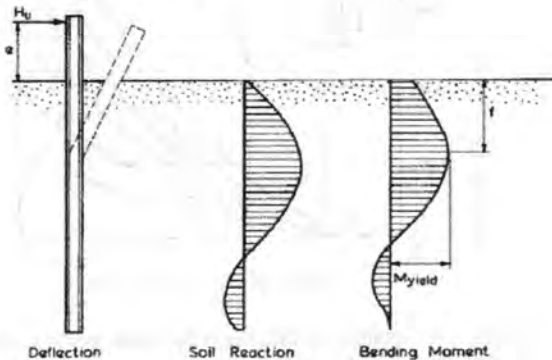
2.5.1 Tanah Pasir, Kepala Tiang Tidak Tertahan

Dalam kondisi ini, tiang bisa berada dalam kategori tiang pendek (tidak terjadi leleh dalam tiang), atau tiang panjang (terbentuk sendi dalam tiang). Secara umum mekanisme runtuhnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4 Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah pasir, kepala tiang tidak tertahan.

Sumber: Broms, 1964



Gambar 2.5 Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah pasir, kepala tiang tidak tertahan.

Sumber: Broms, 1964

$$f^2 = 0.82 \cdot \left[\frac{Hu}{\gamma_s \cdot B \cdot Kp} \right]^{1/2} \quad (2.14)$$

$$M.\max = Hu \cdot \left(e + \frac{2}{3} \cdot f \right) \quad (2.15)$$

dimana:

γ_s = Berat jenis tanah (kN/m^3)

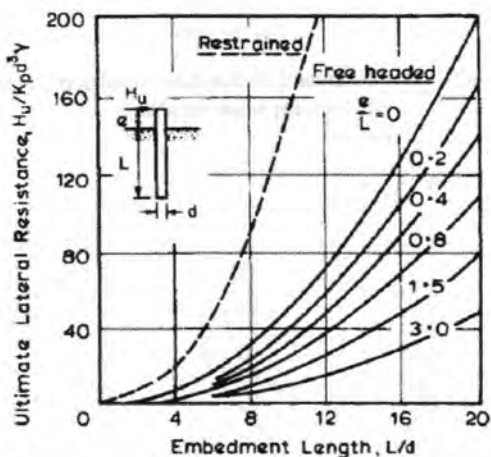
B = Diameter tiang pancang (m)

Kp = Tekanan tanah pasif

e = Eksentrisitas

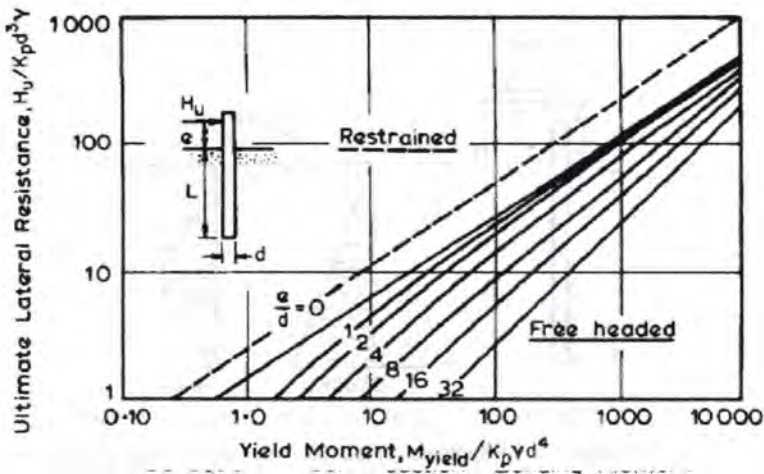
Hu = Beban ateral ultimit (kN)

Bila $M.\max < Mu$, maka tiang diklasifikasikan sebagai tiang pendek, dengan demikian Hu yang dihitung sudah tepat. Bila $M.\max \geq Mu$, maka tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang, nilai Hu diperoleh dari Gambar 2.7



Gambar 2.6 Ketahanan lateral ultimit dari tiang pendek, tanah pasir.

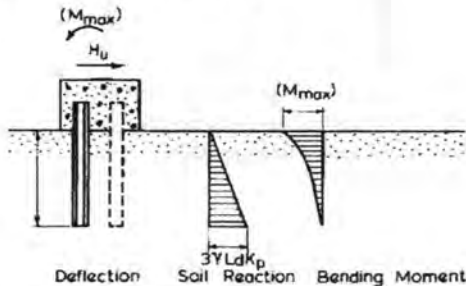
Sumber: Broms, 1964



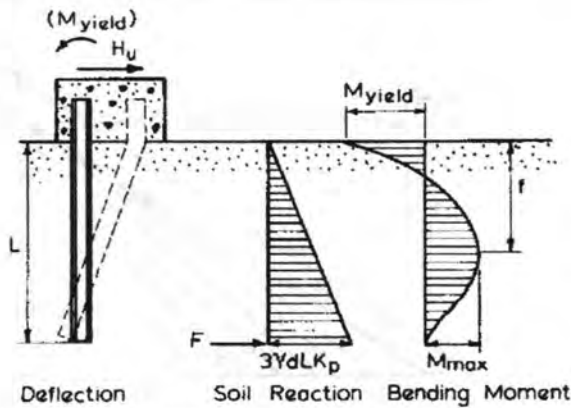
Gambar 2.7 Ketahanan lateral ultimit dari tiang panjang, tanah pasir.
 Sumber: Broms, 1964

2.5.2 Tanah Pasir, Kepala Tiang Tertahan

Dalam kondisi ini, tiang bisa berada dalam kategori tiang pendek (tidak terjadi leleh dalam tiang), tiang menengah (satu sendi dalam tiang pada elevasi tanah) atau tiang panjang (terbentuk dua sendi dalam tiang, satu pada elevasi tanah dan yang lain pada jarak f). Secara umum mekanisme runtuhnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

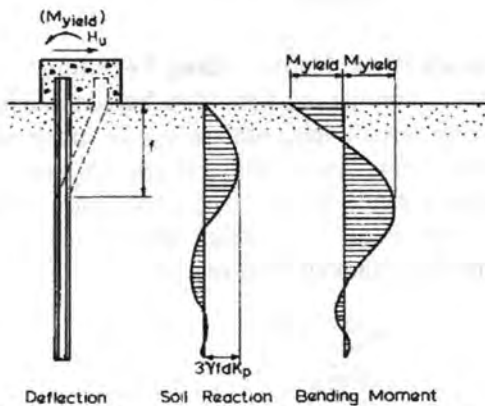


Gambar 2.8 Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah pasir, tertahan.
 Sumber: Broms, 1964



Gambar 2.9 Mekanisme runtuh tiang menengah pada tanah pasir, kepala tiang tertahan.

Sumber: Broms, 1964



Gambar 2.10 Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah pasir, kepala tiang tertahan.

Sumber: Broms, 1964

$$L_1 = \left[\frac{Mu}{K_p \cdot \gamma_s \cdot B} \right]^{1/3} \quad (2.15)$$

Bila $L < L_1$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang pendek, dan demikian nilai H_u diambil dari Gambar 2.6

$$f = \left[\frac{2 \cdot Mu}{K_p \cdot \gamma_s \cdot B} \right]^{1/3} \quad (2.16)$$

$$Hu = 1.5 \cdot K_p \cdot \gamma_s \cdot f^2 \cdot B \quad (2.17)$$

$$M \cdot \max = Hu \cdot f - Mu - 0.5 \cdot \gamma_s \cdot K_p \cdot B \cdot f^3 \quad (2.18)$$

$$Hu = 0.5 \cdot K_p \cdot \gamma_s \cdot L^2 \cdot B + \frac{Mu}{L} \quad (2.19)$$

dimana:

γ_s = Berat jenis tanah (kN/m^3)

B = Diameter tiang pancang (m)

K_p = Tekanan tanah pasif

L = Kedalaman pemancangan (m)

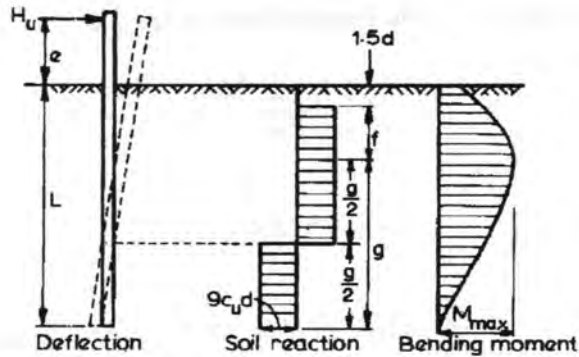
e = Eksentrisitas

H_u = Beban ateral ultimit (kN)

Bila $M \cdot \max \geq Mu$, maka tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang, nilai H_u diperoleh dari Gambar 2.7, bila $M \cdot \max < Mu$, maka tiang diklasifikasikan sebagai tiang menengah, dengan demikian H_u dihitung dengan rumus 2.19.

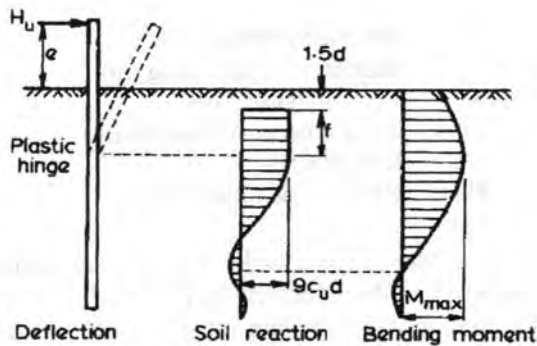
2.5.3 Tanah Lempung, Kepala Tiang Tidak Tertahan

Dalam kondisi ini, tiang bisa berada dalam kategori tiang pendek (tidak terjadi leleh dalam tiang) atau tiang panjang (terjadi leleh pada suatu titik). Secara umum mekanisme runtuhnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.11 Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah lempung, kepala tidak tertahan.

Sumber: Broms, 1964



Gambar 2.12 Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah lempung, kepala tidak tertahan.

Sumber: Broms, 1964

$$f_1 = -(e + 1.5 \cdot B) + \left[(e + 1.5 \cdot B)^2 + \frac{Mu}{4.5 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/2} \quad (2.20)$$

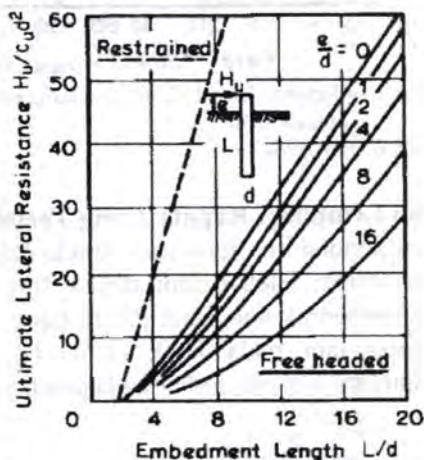
$$g_1 = \left[\frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/2} \quad (2.21)$$

$$L_1 = 1.5 \cdot B + f_1 + g_1 \quad (2.22)$$

dimana:

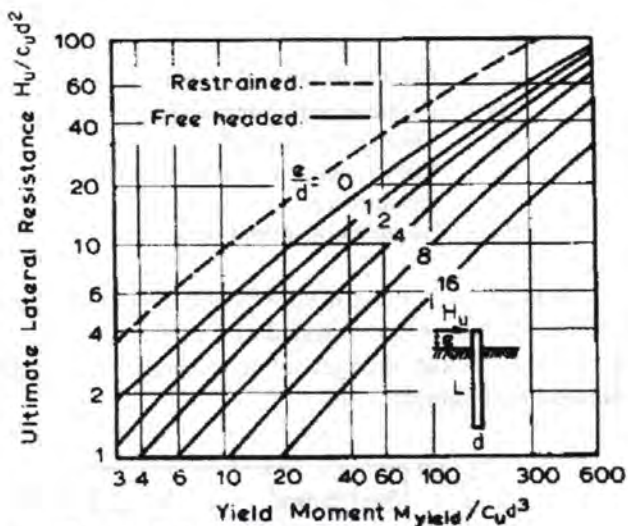
- γ_s = Berat jenis tanah (kN/m^3)
- B = Diameter tiang pancang (m)
- K_p = Tekanan tanah pasif
- L = Kedalaman pemancangan (m)
- e = Eksentrisitas
- H_u = Beban ateral ultimit (kN)

Bila $L < L_1$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang pendek, dan demikain nilai H_u diambil dari Gambar 2.13. Bila $L > L_1$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang, dan demikain nilai H_u diambil dari Gambar 1.14



Gambar 2.13 Ketahan lateral ultimit dari tiang pendek, tanah lempung.

Sumber: Broms, 1964

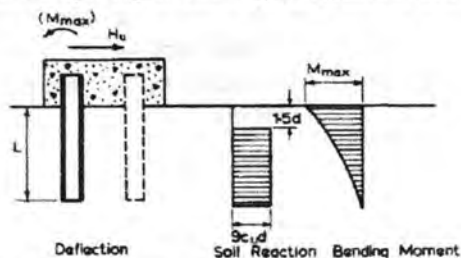


Gambar 2.14 Ketahanan lateral ultimit dari tiang panjang, tanah lempung.

Sumber: Broms, 1964

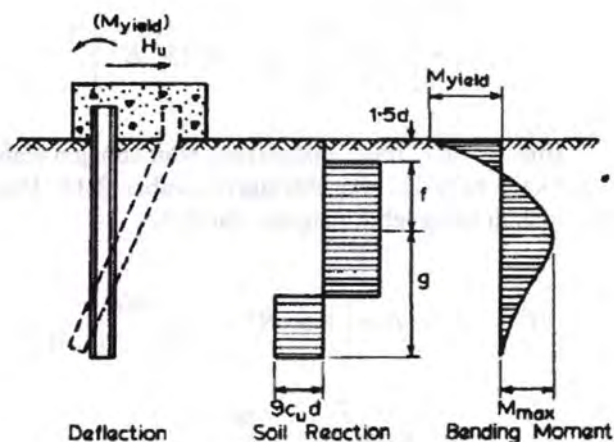
2.5.4 Tanah Lempung, Kepala Tiang Tertahan

Dalam kondisi ini, tiang bisa berada dalam kategori tiang pendek (tidak terjadi leleh dalam tiang), ting menengah atau tiang panjang (terbentuk dua sendi dalam tiang, satu pada elevasi tanah dan yang lain pada jarak $(1.5D+f)$). Secara umum mekanisme runtuhnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



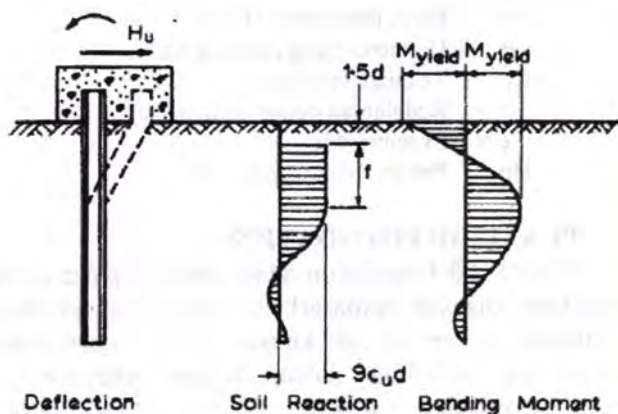
Gambar 2.15 Mekanisme runtuh tiang pendek pada tanah lempung, kepala tiang tertahan

Sumber: Broms, 1964



Gambar 2.16 Mekanisme runtuh tiang menengah pada tanah lempung, kepala tiang tertahan

Sumber: Broms, 1964



Gambar 2.17 Mekanisme runtuh tiang panjang pada tanah lempung, kepala tiang tertahan

Sumber: Broms, 1964



$$L_1 = \left[\frac{Mu}{4.5 \cdot Cu \cdot B} + 2.25 \cdot B^2 \right]^{1/3} \quad (2.23)$$

Bila $L < L_1$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang pendek, dan demikain nilai H_u diambil dari Gambar 2.13. Bila $L > L_1$, periksa apakah tiang lebih panjang dari L_2

$$f = -1.5 \cdot B + \left[1.5 \cdot B^2 + \frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/3} \quad (2.24)$$

$$g_2 = \left[\frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/3} \quad (2.25)$$

$$L_2 = 1.5 \cdot B + f_2 + g_2 \quad (2.26)$$

dimana:

- γ_s = Berat jenis tanah (kN/m^3)
- B = Diameter tiang pancang (m)
- K_p = Tekanan tanah pasif
- L = Kedalaman pemancangan (m)
- e = Eksentrisitas
- H_u = Beban ateral ultimit (kN)

2.6 PLAXIS 3D FOUNDATION

PLAXIS 3D Foundation adalah sebuah paket program tiga dimensi yang disusun berdasarkan metode elemen hingga yang telah dikembangkan secara khusus untuk melakukan analisa deformasi dan stabilitas dalam bidang rekayasa geoteknik. Prosedur pembuatan model secara grafis yang mudah memungkinkan pembuatan suatu model elemen hingga yang rumit dapat dilakukan dengan cepat, sedangkan berbagai fasilitas yang tersedia dapat digunakan untuk menampilkan hasil komputasi secara mendetil. Proses perhitungannya sendiri sepenuhnya berjalan secara otomatis dan didasarkan pada

prosedur numerik yang handal. Di dalam program ini dinyatakan tiga kordinat utama yaitu x , z , dan y . Koordinat x dan z menandakan area kerja secara horisontal dan koordinat y menandakan arah vertikal dari suatu pemodelan. (*PLAXIS 3D Foundation Manual, 2006*).

2.6.1 Pemodelan Umum

Untuk mengalinasa proyek secara tiga dimensi, maka hal utama adalah membuat suatu model geometri terdahulu. Model geometri mempresentasikan keadaan sebenarnya di lapangan dengan mendefinisikan area kerja dan lubang bor. Geometri model dapat menunjukkan beberapa lapisan tanah, struktur bangunan, tahapan konstruksi dan pembebanan. (*PLAXIS 3D Foundation Manual, 2006*)

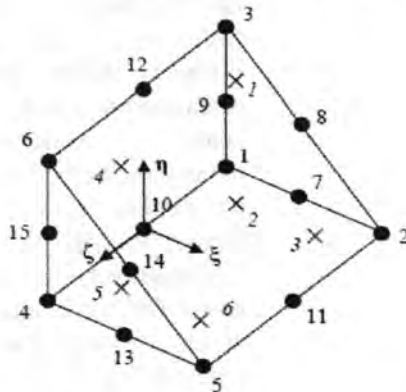
Komponen penting dalam pemodelan geometri adalah:

1. *Boreholes* : pemodelan yang mendefinisikan lapisan tanah per lapis dan dimana letak muka air tanah. Beberapa borholes dalam satu proyek dapat dimasukkan untuk mendeskripsikan suatu area yang memiliki lapisan tanah yang berbeda.
2. *Work Plane* : pemodelan secara horisontal atau tampak atas dari suatu geometri.
3. *Titik* : Berfungsi sebagai awal dan akhir dari garis. Titik-titik juga dapat digunakan untuk menempatkan jangkar, beban terpusat, jenis perletakan dan untuk penghalusan jaring elemen secara lokal atau setempat.
4. *Garis* : berfungsi untuk mendefinisikan batas fisik dari suatu geometri, perbatasan model dan diskontinuitas yang mungkin terdapat dalam model seperti dinding atau pelat, batas dari lapisan

5. *Klaster*

tanah yang berbeda atau batas dari tahapan-tahapan konstruksi. Sebuah garis dapat memiliki beberapa fungsi dan sifat yang berbeda sekaligus.

: merupakan suatu bidang yang dibatasi oleh beberapa garis dan membentuk suatu poligon tertutup. PLAXIS secara otomatis akan mengenali klaster berdasarkan posisi dari garis-garis geometri yang dibuat. Setelah sebuah model geometri terbentuk, maka suatu model elemen hingga dapat secara otomatis dibentuk dengan berdasarkan komposisi dari klaster-klaster dan garis-garis yang membentuk model geometri tersebut.



Gambar 2.4 Distribusi dari titik (•) dan tegangan (x) di 15 titik suatu elemen.

Sumber: PLAXIS 3D Foundation Manual, 2006

2.6.2 Pemodelan Tanah

Perilaku mekanis dari tanah dapat dimodelkan pada berbagai tingkat akurasi. Hukum Hooke yang linier dan isotropis-elastis, misalnya, dapat dianggap sebagai hubungan tegangan-

regangan yang paling sederhana saat ini. Karena model ini hanya terdiri dari dua buah parameter saja, yaitu modulus Young (E) dan angka Poisson (ν), maka umumnya model ini terlalu sederhana untuk dapat mencakup berbagai sifat penting dari perilaku tanah maupun batuan. Walaupun demikian, untuk memodelkan elemen struktural yang masif dan lapisan batuan dasar, model linier elastis dapat digunakan. Di bawah ini beberapa contoh pemodelan tanah yang disediakan oleh PLAXIS 3D Foundation (*PLAXIS 3D Foundation Manual, 2006*):

1. Model Mohr-Coulomb (MC)

Model Mohr-Coulomb adalah model elastis-plastis yang terdiri dari lima buah parameter, yaitu E dan ν untuk memodelkan elastisitas tanah; ϕ dan c untuk memodelkan plastisitas tanah dan ψ sebagai sudut dilatansi. Model Mohr-Coulomb merupakan suatu pendekatan "ordo pertama" dari perilaku tanah atau batuan. Model ini disarankan untuk digunakan dalam analisa awal dari masalah yang dihadapi. Setiap lapisan dimodelkan dengan sebuah nilai kekakuan rata-rata yang konstan. Karena kekakuan yang konstan, maka perhitungan cenderung cepat dan dapat diperoleh perkiraan awal dari bentuk deformasi dari model. Disamping kelima parameter dari model tersebut, kondisi tegangan awal dari tanah memegang peranan yang penting dalam hampir seluruh masalah deformasi tanah. Tegangan horisontal awal tanah harus ditentukan terlebih dahulu dengan menentukan nilai K_0 yang tepat.

2. Model Jointed-Rock (JR)

Model *Jointed-Rock* atau model batuan dengan kekar adalah sebuah model elastis-plastis anisotropis, yang dikembangkan khusus untuk memodelkan perilaku lapisan batuan yang mempunyai stratifikasi dan arah-arah kekar (*fault*) tertentu. Plastisitas hanya dapat terjadi dalam maksimum tiga buah arah geser (bidang geser). Masing-masing bidang geser mempunyai parameter

kekuatannya sendiri. Batuan yang masif dianggap berperilaku elastis penuh dengan parameter kekakuan E dan ν yang konstan. Reduksi sifat elastisitas dapat diberikan pada arah stratifikasi.

3. Model Hardening Soil (HS)

Model *Hardening Soil* merupakan model tingkat lanjut untuk memodelkan perilaku dari tanah. Seperti pada model Mohr-Coulomb, kondisi tegangan batas dideskripsikan oleh sudut geser, ϕ , kohesi, c dan sudut dilatasi, ψ . Namun demikian, kekakuan tanah dideskripsikan lebih akurat dengan menggunakan tiga kekakuan yang berbeda: kekakuan pembebanan triaksial, E_{50} , kekakuan pengurangan beban (*unloading*) triaksial, E_{ur} dan kekakuan pembebanan satu arah, E_{oed} . Untuk nilai tipikal dari berbagai jenis tanah, dapat digunakan $E_{ur} \approx 3 E_{50}$ dan $E_{oed} \approx E_{50}$, tetapi tanah yang sangat lunak dan tanah yang sangat kaku cenderung memberikan rasio E_{oed}/E_{50} yang berbeda. Berbeda dengan model Mohr-Coulomb, model *Hardening Soil* mengikutsertakan modulus kekakuan yang bergantung pada tegangan. Hal ini berarti bahwa kekakuan akan semakin meningkat terhadap tegangan. Karena itu, ketiga kekakuan merupakan nilai yang berhubungan dengan sebuah tegangan acuan, yang umumnya diambil sebesar 100 kPa (1 bar).

4. Model Soft Soil Creep (SSC)

Model *Hardening Soil* di atas dapat digunakan untuk semua jenis tanah, tetapi model tersebut tidak mengikutsertakan efek viskositas, yaitu rangkak (*creep*) dan relaksasi tegangan. Kenyataannya, semua jenis tanah mengalami rangkak dan kompresi primer yang diikuti dengan kompresi sekunder. Kompresi sekunder sangat dominan pada tanah-tanah lunak, yaitu lempung yang terkonsolidasi normal, tanah lanau serta gambut, sehingga model ini disebut sebagai model *Soft Soil Creep*. Perlu

diketahui bahwa model *Soft Soil Creep* merupakan model yang relatif baru yang telah dikembangkan untuk aplikasi masalah penurunan pada pondasi, timbunan, dan lain-lain. Untuk masalah pengurangan beban, yang umumnya dihadapi dalam masalah terowongan serta galian, model *Soft Soil Creep* tidak dapat menggantikan model Mohr-Coulomb yang sederhana. Seperti juga halnya pada model Mohr-Coulomb, kondisi awal tanah yang benar juga merupakan hal yang penting saat menggunakan model *Soft Soil Creep*. Untuk model *Hardening Soil* dan model *Soft Soil Creep*, penentuan kondisi awal tanah juga melibatkan data masukan berupa tekanan prakonsolidasi karena model-model ini telah mengikutsertakan efek dari konsolidasi yang berlebih.

5. Model Soft Soil (SS)

Model *Soft Soil* adalah jenis model Cam-Clay yang ditujukan khusus untuk analisa kompresi primer dari tanah lempungan yang terkonsolidasi normal. Meskipun kemampuan dari model ini berada di bawah model *Hardening Soil*, namun model *Soft Soil* tetap dipertahankan dalam versi ini karena beberapa pengguna PLAXIS mungkin masih terbiasa dengan model ini dan masih ingin menggunakannya.

6. Analisa dengan berbagai model yang berbeda

Disarankan untuk pertama kali menggunakan model Mohr-Coulomb untuk analisa yang relatif cepat dan sederhana dari masalah yang dihadapi. Saat tidak diperoleh data tanah yang memadai, maka tidak diperlukan untuk melanjutkan analisa dengan menggunakan model-model tingkat lanjut lainnya. Dalam banyak kasus, umumnya tersedia data yang baik dari lapisan tanah yang dominan, sehingga dapat digunakan model *Hardening Soil* untuk analisa lebih lanjut. Data dari hasil uji triaksial dan uji oedometer umumnya jarang diperoleh secara bersamaan, tetapi data dengan kualitas

yang baik dari salah satu uji tersebut dapat diperoleh dari korelasi dan/atau dari uji lapangan. Terakhir, analisa *Soft Soil Creep* dapat digunakan untuk memperkirakan rangkai, yaitu kompresi sekunder dari tanah yang sangat lunak. Ide untuk melakukan analisa masalah geoteknik dengan beberapa model tanah tampaknya mahal, namun cenderung akan sepadan. Pertama karena fakta bahwa analisa Mohr-Coulomb relatif cepat dan sederhana, dan kedua karena prosedur di atas cenderung mereduksi kesalahan.

2.6.3 Kelebihan PLAXIS 3D

Beberapa kelebihan PLAXIS 3D:

1. Program ini menggunakan sistem analisa *finite element*, sehingga keakuratan hasil analisa cukup tinggi.
2. Adanya fase kalkulasi sehingga dapat mensimulasikan pekerjaan dilapangan.

2.6.4 Data Tanah Yang Dibutuhkam PLAXIS 3D

Parameter tanah yang dibutuhkan Plaxis 3D Foundation untuk melakukan perhitungan, adalah sebagai berikut

2.6.4.1 Berat Volume Tanah (γ)

Berat volume adalah berat tanah per satuan volume. Para ahli tanah kadang – kadang menyebut berat volume sebagai berat volume basah (moist unit weight).

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V} = \frac{W_s \cdot (1 + w)}{V} \quad (2.27)$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} \quad (2.28)$$

Sumber: Mekanika Tanah Jilid 1, Braja M Das 1985

dimana:

- γ = berat volume tanah
- γ_d = berat volume kering
- W = berat tanah sampel
- V = volume tanah sampel
- W_s = berat *solid* (butiran padat) pada tanah sampel
- W_w = berat *water* (air) pada tanah sampel
- w = kadar air pada tanah sampel

Pada rumus 2.28, memperlihatkan hubungan antara berat volume, berat volume kering, dan kadar air

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + w} \quad (2.28)$$

Sumber: *Manual Pondasi Tiang, P.P. Rahardjo, 2005*

2.6.4.2 Sudut Geser Dalam Tanah (ϕ) dan Lekatan Tanah (c)

Pada tanah pasir, parameter tanah yang lebih dominan adalah sudut geser dalam tanah (ϕ), jika dibandingkan dengan lekatan tanah (c), sedangkan pada tanah lempung berlaku kebalikannya. Besarnya nilai sudut geser dalam tanah (ϕ) dan lekatan tanah (c) dapat dilihat pada Tabel 2.3 dan tabel 2.4

Tabel 2.3 Nilai Sudut Geser Tanah Berdasarkan Nilai SPT

N	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ϕ	25	26.17	27.33	28.5	29.67	30.33	32	28	28.42
N	13	14	15	16	17	18	19	20	21
ϕ	28.84	29.26	29.68	30.11	30.53	30.95	31.37	31.79	32.21
N	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ϕ	32.63	33.05	33.47	33.89	34.32	34.74	35.16	35.56	36
N	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ϕ	30	30.53	31.05	31.58	32.11	32.63	33.16	33.68	34.21
N	40	41	42	43	44	45	46	47	48
ϕ	34.74	35.26	35.79	36.32	36.84	37.37	37.89	38.42	38.95
N	49	50							
ϕ	39.47	40							

Tabel 2.4 Nilai Kohesi Tanah Berdasarkan Nilai SPT

N	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
θ	15	16.67	18.33	20	21.67	23.33	25	26.67	28.33	30

2.6.4.3 Modulus Young (E) dan Poisson Ratio (ν)

Nilai Modulus Young (E) dan Poisson Ratio (ν) setiap tanah berbeda - beda, bergantung pada sifat dan karakteristik tanah tersebut. Secara umum, nilai Modulus Young (E) tanah dapat dilihat pada Tabel 2.25 di bawah ini, dan untuk Poisson Ratio (ν) dapat dilihat pada tabel 2.26.

Tabel 2.5 Nilai Modulus Young

Soil	E_s , MPa
Clay	
Very soft	2-15
Soft	5-25
Medium	15-50
Hard	50-100
Sandy	25-250
Glacial till	
Loose	10-150
Dense	150-720
Very dense	500-1440
Loess	15-60
Sand	
Silty	5-20
Loose	10-25
Dense	50-81
Sand and gravel	
Loose	50-150
Dense	100-200
Shale	150-5000
Silt	2-20

Sumber: *Foundation Analysis and Design*, J.E. Bowles, 1997

Tabel 2.6 Nilai Poisson Ratio

Type of soil	μ
Clay, saturated	0.4-0.5
Clay, unsaturated	0.1-0.3
Sandy clay	0.2-0.3
Silt	0.3-0.35
Sand, gravelly sand commonly used	-0.1-1.00 0.3-0.4
Rock	0.1-0.4 (depends somewhat on type of rock)
Loess	0.1-0.3
Ice	0.36
Concrete	0.15
Steel	0.33

Sumber: *Foundation Analysis and Design*, J.E. Bowles, 1997

2.6.4.4 Angka Pori (e)

Angka pori tanah termasuk dalam data sekunder, atau data yang didapat setelah melakukan percobaan di dalam laboratorium. Angka pori (e) dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2.29 dibawah ini.

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad (2.29)$$

Sumber: *Mekanika Tanah Jilid 1*, Braja M Das, 1985

dimana:

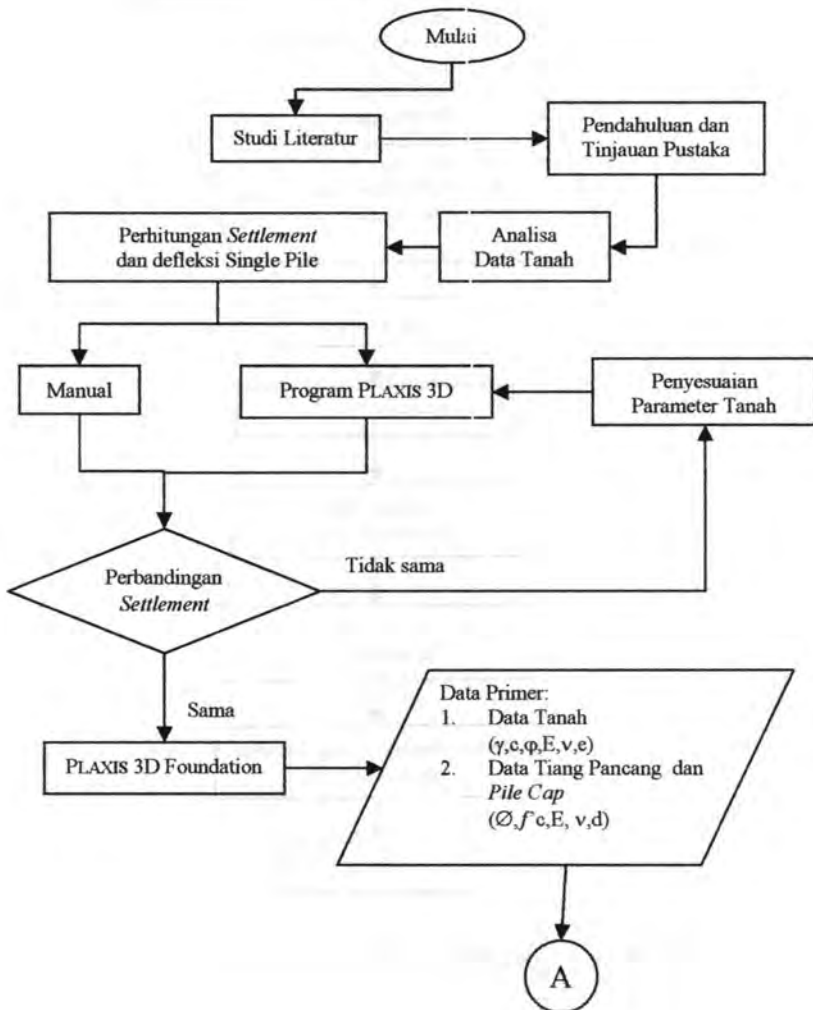
- e = angka pori
- V_v = Volume *void* (rongga) pada tanah sampel
- V_s = Volume *solid* (butiran padat) pada tanah sampel

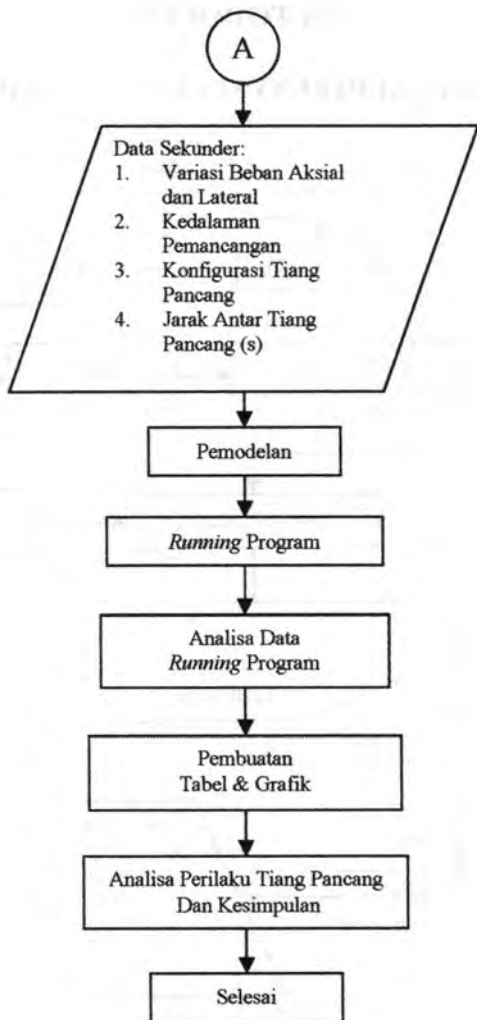
BAB III

METODOLOGI

BAB III METODOLOGI

3.1 BAGAN ALIR PENYELESAIAN TUGAS AKHIR





Gambar 3.1 Bagan alir penyelesaian Tugas Akhir.

WILEY

3.2 PENJELASAN BAGAN ALIR PENYELESAIAN TUGAS AKHIR

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah pengumpulan referensi yang dapat mempermudah dan membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Referensi yang didapat berasal dari diktat kuliah, buku-buku, jurnal-jurnal dan segala sesuatu yang berhubungan dengan penyelesaian tugas akhir ini. Referensi yang diperlukan dalam penyelesaian tugas akhir ini meliputi beberapa hal, antara lain:

- a. Referensi tentang pondasi tiang pancang.
- b. Referensi tentang perilaku tiang pancang apabila dikenai beban aksial dan lateral.
- c. Referensi tentang program PLAXIS 3D Foundation.

2. Analisa Data Tanah

Data yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah data primer yang didapat dari Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, antara lain:

- a. Gradasi tanah
Data yang tercantum meliputi jenis tanah dan kedalamannya.
- b. Konsistensi tanah
Data yang tercantum meliputi batas cair (LL), batas plastis (PL), dan indeks plastisitas (PI)
- c. Berat jenis
Data yang tercantum meliputi angka pori (e), specific gravity (G_s), derajat kejenuhan (S_r), porositas (n), kadar air (w_c), dan berat jenis tanah (γ).



Sedangkan data tanah dan parameter lainnya yang diperlukan, yang tidak dihasilkan dari hasil uji laboratorium antara lain:

- a. Data tanah pasir dan lempung (γ, c, ϕ, E, v, e)
- b. Spesifikasi Tiang Pancang WIKA ($\emptyset, f'c, E, v, d$)

Data data yang diperoleh inilah yang nantinya akan diolah dan dijadikan parameter-parameter lainnya. Dalam tahap ini, beberapa data tanah dikoreksi terlebih dahulu. Koreksi pertama adalah koreksi SPT (N) terhadap muka air tanah dan koreksi terhadap tekanan overburden. Dari ketiga nilai SPT ($N_{\text{asli}}, N_{1.1}, N_{1.2}$) dipilih nilai SPT yang terkritis (terkecil).

Setelah didapatkan nilai N yang terkritis, maka nilai N terkoreksi digunakan untuk menghitung daya dukung tanah tersebut. Perhitungan daya dukung tanah menggunakan dua metode yaitu Meyerhoff dan Luciano DeCourt. Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya beban yang mampu dipikul oleh tanah.

3. Perhitungan *Settlement* Tiang Pancang Tunggal

Setelah melakukan pengoreksian data tanah, maka daya dukung tanah dapat dihitung. Setelah itu *settlement* tiang pancang tunggal dapat dihitung menggunakan dua cara, yaitu cara manual dan dengan menggunakan program bantu PLAXIS 3D Foundation.

- a. Manual
Perhitungan manual *settlement* tiang pancang dihitung menggunakan dua metode, yaitu empiris dan semi empiris, dari kedua metode tersebut diambil nilai yang menentukan.
- b. Analisa dengan menggunakan program bantu
Analisa dari hasil perhitungan dengan menggunakan program bantu PLAXIS 3D Foundation.



4. Perbandingan

Membandingkan hasil dari output program dengan hitungan manual. Jika hasil perhitungan menggunakan program bantu sama dengan hasil perhitungan manual, maka proses pengerjaan dilanjutkan. Jika output yang dihasilkan tidak sama, maka parameter tanah pada program Plaxis 3D Foundation harus diubah agar output yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan perhitungan manual.

5. Input Program

Data yang digunakan sebagai input dari program Plaxis 3D Foundation ini terdiri dari:

a. Data Primer

Data Primer yang dipakai adalah data tanah, seperti berat volume (γ), kohesi (c), sudut geser (ϕ), modulus Young (E), angka Poisson (ν), angka pori (e), serta data tiang pancang dan *pile cap*, seperti diameter (\emptyset), mutu beton ($f'c$), modulus Young (E), angka Poisson (ν), kedalaman tiang (d).

b. Data Sekunder

Data Sekunder yang dipakai adalah:

- Variasi Beban Aksial dan Lateral
Beban aksial: 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000, 4000, 5000 kN. Beban lateral: 50, 100, 150, 200, 250, 300 kN.
- Kedalaman Pemancangan: 10, 20, 30 m.
- Konfigurasi Tiang Pancang
Konfigurasi tiang pancang yang dipakai adalah konfigurasi segi-empat, segi-tiga, segi-lima, segi-enam, dan *cross*.
- Jarak Antar Tiang Pancang (s)
Jarak antar tiang pancang yang dipakai adalah 2D, 3D, dan 4D.

6. Running Program

Setelah semua parameter tanah yang diinputkan kedalam program Plaxis 3D Foundation sudah tepat, maka perhitungan menggunakan program Plaxis 3D Foundation dapat dilakukan.

7. Analisa Data Running Pogram

Setelah didapatkan hasil perhitungan program, maka analisa data output dapat dilakukan. Output program disajikan dalam bentuk tabel sesuai dengan konfigurasi tiang pancang kelompok, jumlah kelompok, dan jenis tanah. Data hasil running program juga ditampilkan dalam bentuk grafik untuk mempermudah analisa data.

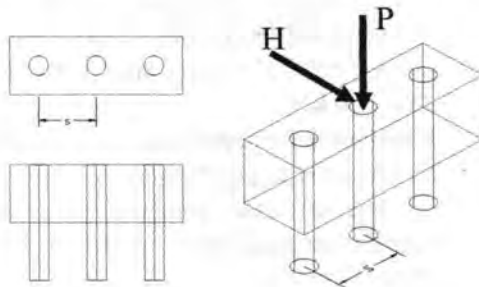
8. Analisa Perilaku Tiang Pancang dan Kesimpulan

Menganalisa perilaku tiang pancang akibat beban aksial dan beban lateral.

3.3 KONFIGURASI TIANG

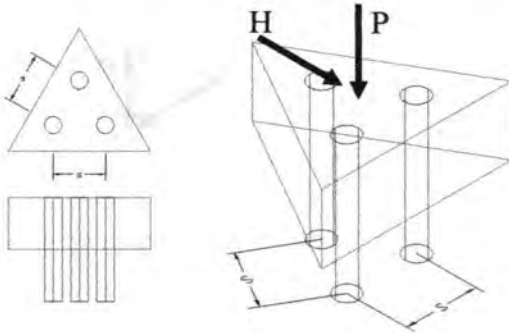
Dalam pengerjaan Tugas Akhir ini, konfigurasi tiang pancang kelompok yang dianalisa adalah sebagai berikut:

1. Tiga buah tiang pancang, *pile cap* segi-empat (3x1)



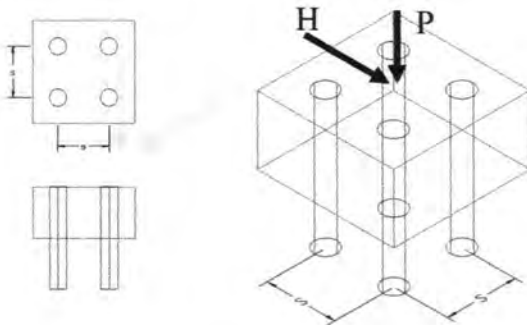
Gambar 3.2 Konfigurasi segi-empat (3 buah tiang).

2. Tiga buah tiang pancang, *pile cap* segi-tiga (3S)

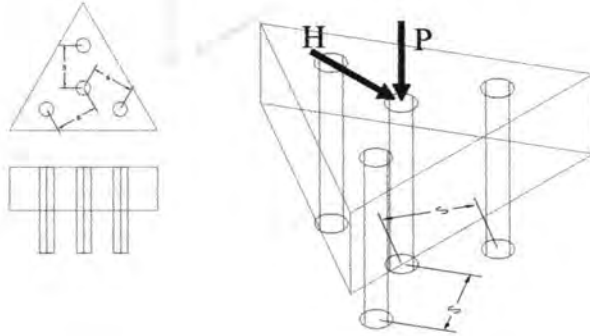


Gambar 3.3 Konfigurasi segi-tiga (3 buah tiang).

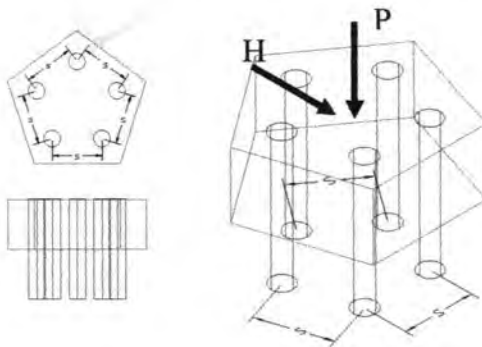
3. Empat buah tiang pancang, *pile cap* segi-empat (2x2)



Gambar 3.4 Konfigurasi segi-empat (4 buah tiang).

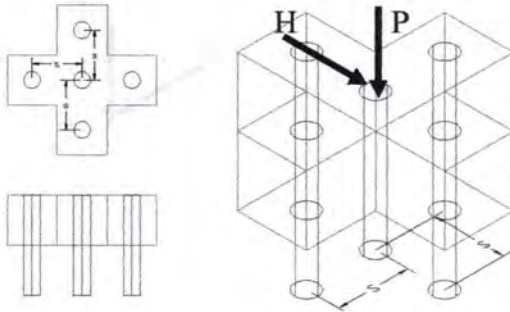
4. Empat buah tiang pancang, *pile cap* segi-tiga (4S)

Gambar 3.5 Konfigurasi segi-tiga (4 buah tiang).

5. Lima buah tiang pancang, *pile cap* segi-lima (5S)

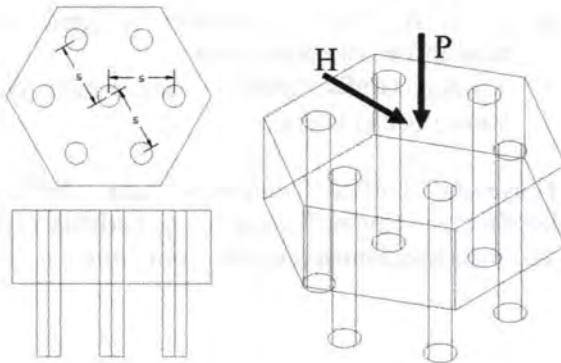
Gambar 3.6 Konfigurasi segi-lima (5 buah tiang).

6. Lima buah tiang pancang, *pile cap cross* (5C)



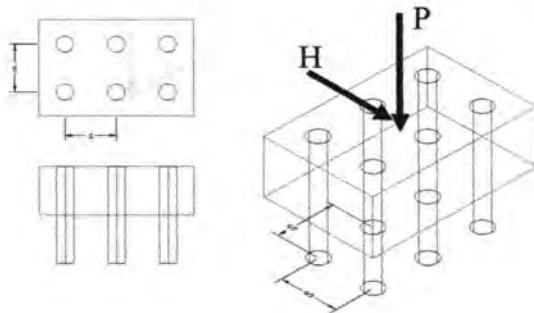
Gambar 3.7 Konfigurasi cross (5 buah tiang).

7. Enam buah tiang pancang, *pile cap segi-enam* (6S)



Gambar 3.8 Konfigurasi segi-tiga (6 buah tiang).

8. Enam buah tiang pancang, *pile cap* segi-empat (6K)



Gambar 3.9 Konfigurasi segi-empat (6 buah tiang).

3.4 OUTPUT

1. Pembuatan kurva sebagai berikut:
 - a. Tabel & Grafik *settlement* vs jarak antar tiang, dengan variasi beban aksial.
 - b. Tabel & Grafik defleksi vs jarak antar tiang, dengan variasi beban lateral.
2. Penyajian Grafik *settlement* dan defleksi semua konfigurasi dengan 3 jarak tiang berbeda (2D, 3D, dan 4D) pada kedalaman tertentu (10m, 20m, dan 30m)

BAB IV

ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN MANUAL

BAB IV

ANALISA DATA DAN PERHITUNGAN MANUAL

4.1 UMUM

Dalam bab ini, akan dijelaskan perhitungan langkah demi langkah untuk mendapatkan besarnya daya dukung tanah, dengan menggunakan 2 metode yaitu Meyerhoff dan Luciano DeCourt. Dalam bab ini juga akan dijelaskan perhitungan manual settlement dan defleksi tiang pancang tunggal, yang pada akhirnya nanti akan dibandingkan dengan hasil perhitungan program PLAXIS 3D FOUNDATION.

4.2 DATA TIANG PANCANG

Tiang pancang yang digunakan dalam tugas akhir ini mempunyai parameter – parameter sebagai berikut:

$$\begin{aligned} f'c &= 50 \text{ MPa} \\ E_{\text{pile}} &= 4700(f'c)^{0.5} = 3.32 \times 10^7 \\ I_{.40} &= 1.065 \times 10^{-3} \\ I_{.50} &= 2.331 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

4.3 DATA TANAH PASIR DAN TANAH LEMPUNG

Data tanah pasir dan lempung yang ditampilkan dibawah ini hanya data yang dibutuhkan dalam perhitungan daya dukung tanah dasar dari kedua jenis tanah tersebut, seperti kedalaman tanah dari permukaan, nilai N (SPT), dan berat volume tanah (γ_t), untuk data tanah selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.1 Data Tanah Pasir

Bore Hole	Kedalaman (m)	N (blows/feet)	γ_t (t/m ³)
1	0	-	-
	3	8	2.245
	6	14	1.768
	9	14	1.847
	12	15	1.812
	15	11	1.746

Tabel 4.1 Data Tanah Pasir (lanjutan)

	18	52	2.049
	21	60	2.077
	24	60	2.166
	27	45	1.865
	30	51	1.913
2	0	-	-
	3	5	1.602
	6	9	1.701
	9	12	1.773
	12	13	1.631
	15	14	1.657
	18	20	1.487
	21	60	1.686
	24	60	1.589
27	60	1.983	
3	0	-	-
	3	6	1.767
	6	27	1.931
	9	29	2.044
	12	28	1.890
	15	7	1.867
	18	41	1.807
	21	44	1.918
	24	45	1.912
	27	49	2.000
30	51	1.980	
5	0	-	-
	3	6	1.718
	6	19	1.874
	9	22	1.770
	12	38	1.870
	15	33	1.870
	18	37	1.928
	21	45	1.948
	24	60	1.883
27	60	1.959	

Tabel 4.2 Data Tanah Lempung

Bore Hole	Kedalaman (m)	N (blows/feet)	γ (t/m ³)
1	0	-	-
	3	6	1.677
	6	8	1.653
	9	12	1.709
	12	52	1.779
	15	55	1.744
	18	57	1.933
	21	53	2.008
	24	59	2.008
	27	53	1.995
	30	57	1.995
2	0	-	-
	3	9	1.728
	6	8	1.770
	9	19	1.664
	12	55	1.618
	15	55	2.032
	18	60	2.076
	21	53	2.076
	24	59	2.031
	27	63	2.119
	30	66	2.119
3	0	-	-
	3	14	1.696
	6	7	1.698
	9	10	1.888
	12	54	1.583
	15	53	1.744
	18	55	2.012
	21	50	2.012
	24	57	2.093
	27	55	2.059
	30	59	2.059
4	0	-	-
	3	8	1.718
	6	10	1.747
	9	17	1.704

Tabel 4.2 Data Tanah Lempung (lanjutan)

	12	56	1.837
	15	50	1.949
	18	53	1.738
	21	56	1.904
	24	59	1.904
	27	59	1.944
	30	60	1.944

4.4 PERHITUNGAN DAYA DUKUNG TANAH

Data SPT (Standard Penetration Test) dari lapangan tidak langsung dapat digunakan untuk perencanaan tiang pancang. Harus dilakukan koreksi dahulu terhadap data SPT asli, sebagai berikut:

4.4.1 Koreksi Terhadap Muka Air Tanah

Khusus untuk tanah pasir halus, pasir berlanau, dan pasir berlempung yang berada di bawah muka air tanah dan hanya bila $N > 15$:

$$N_1 = 15 + \frac{1}{2}(N - 15)$$

Terzaghi & Peck, 1960

$$N_1 = 0.6 \cdot N$$

Bazaraa, 1967

Dipilih harga N_1 yang terkecil dari kedua rumus diatas. Untuk jenis tanah lempung, lanau, dan pasir kasar dan bila $N \leq 15$, tidak ada koreksi. Jadi $N_1 = N$

$$N_1 = C_n \cdot N$$

Seed, dlk

Besarnya koefisien koreksi C_n ini tergantung dari harga tegangan vertical efektif tanah (σ'_v), yang dapat dilihat pada table di bawah ini

Tabel 4.3 Nilai Koefisien Koreksi C_n

σ'_v (kPa)	30	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
C_n	1.60	1.22	0.95	0.78	0.65	0.57	0.50	0.45	0.42	0.40	0.3

Koreksi dari *Seed* ini tidak dapat digabung dengan koreksi dari *Terzaghi & Peck*, oleh karena itu hanya dipakai salah satu nilai yang dianggap paling menentukan atau kritis, dalam hal ini diambil nilai N terkecil dari ketiga koreksi diatas

4.4.2 Koreksi Terhadap Overburden Pressure Dari Tanah

Hasil dari koreksi 1 (N_1) dikoreksi lagi untuk pengaruh tekanan vertikal efektif pada lapisan tanah dimana harga N tersebut didapatkan (tekanan vertikal efektif = overburden pressure).

$$N_2 = \frac{4 \cdot N_1}{1 + 0.4 \cdot p_o}; \text{ bila } p_o \leq 7.5 \text{ ton/m}^2$$

atau

$$N_2 = \frac{4 \cdot N_1}{3.25 + 0.1 \cdot p_o}; \text{ bila } p_o > 7.5 \text{ ton/m}^2$$

p_o = tekanan tanah vertikal efektif pada lapisan/kedalaman yang ditinjau.

Harga N_2 harus $\leq 2 N_1$, bila dari koreksi didapat $N_2 > 2 N_1$ dibuat $N_2 = 2 N_1$.

4.4.3 Hasil Perhitungan Nilai N-Koreksi

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan nilai N baru (N koreksi), yang kemudian nilai N koreksi inilah yang akan digunakan untuk perhitungan dalam menentukan besarnya daya dukung tanah dasar.

Tabel 4.4 Nilai N Koreksi Tanah Pasir

Bore Hole	Kedalaman (m)	N asli (blows/feet)	N koreksi Meyerhoff (blows/feet)	N koreksi Luciano (blows/feet)
1	0	-	-	-
	3	8	8.0	8.0
	6	14	14.0	14.0

Tabel 4.4 Nilai N Koreksi Tanah Pasir (lanjutan)

	9	14	14.0	14.0
	12	15	15.0	15.0
	15	11	11.0	10.4
	18	52	52.0	33.5
	21	60	36.0	37.5
	24	60	36.0	37.5
	27	45	27.0	27.2
	30	51	30.6	28.7
2	0	-	-	-
	3	5	5.0	5.0
	6	9	9.0	9.0
	9	12	12.0	12.0
	12	13	13.0	13.0
	15	14	14.0	13.9
	18	20	12.0	17.5
	21	60	36.0	37.5
	24	60	36.0	37.5
27	60	36.0	37.5	
3	0	-	-	-
	3	6	6.0	6.0
	6	27	16.2	21.0
	9	29	17.4	22.0
	12	28	16.8	21.5
	15	17	10.2	15.4
	18	41	24.6	28.0
	21	44	26.4	29.5
	24	45	27.0	29.8
	27	49	29.4	30.1
30	51	51.0	28.9	
5	0	-	-	-
	3	6	6.0	6.0
	6	19	11.4	17.0
	9	22	22.0	18.5
	12	38	38.0	26.5
	15	33	19.8	24.0
	18	37	22.2	26.0
	21	45	27.0	30.0
	24	60	36.0	37.5
27	60	36.0	37.5	

Tabel 4.5 Nilai N Koreksi Tanah Lempung

Bore Hole	Kedalaman (m)	N asli (blows/feet)	N koreksi Meyerhoff (blows/feet)	N koreksi Luciano (blows/feet)
1	0	-	-	-
	3	6	6.0	6.0
	6	8	8.0	8.0
	9	12	12.0	12.0
	12	52	52.0	33.5
	15	55	33.0	35.0
	18	57	34.2	36.0
	21	53	31.8	34.0
	24	59	35.4	37.0
	27	53	31.8	34.0
30	57	34.2	34.1	
2	0	-	-	--
	3	9	9.0	9.0
	6	8	8.0	8.0
	9	19	19.0	17.0
	12	55	33.0	35.0
	15	55	33.0	35.0
	18	60	36.0	37.5
	21	53	31.8	34.0
	24	59	35.4	37.0
	27	63	37.8	39.0
30	66	39.6	37.7	
3	0	-	-	-
	3	14	14.0	14.0
	6	7	7.0	7.0
	9	10	10.0	10.0
	12	54	54.0	34.5
	15	53	31.8	34.0
	18	55	33.0	35.0
	21	50	30.0	32.5
	24	57	34.2	36.0
	27	55	33.0	35.0
30	59	35.4	34.4	
4	0	-	-	-
	3	8	8.0	8.0
	6	10	10.0	10.0

Tabel 4.5 Nilai N Koreksi Tanah Lempung (lanjutan)

	9	17	17.0	16.0
	12	56	56.0	35.5
	15	50	30.0	32.5
	18	53	31.8	34.0
	21	56	33.6	35.5
	24	59	35.4	37.0
	27	59	35.4	37.0
	30	60	36.0	36.1

4.4.4 Perhitungan Daya Dukung Metode Meyerhoff

Daya dukung limit untuk pasir dari Meyerhoff terdiri dari gabungan antara daya dukung ujung tiang (*point bearing*) dan daya dukung lekatan (*lateral friction*).

$$Ql = Qp + Qs = 40 \cdot N \cdot Ap + \frac{(As \cdot N_{av})}{5}$$

Dengan menggunakan rumus diatas dan N yang telah dikoreksi, maka didapatkan besarnya daya dukung tanah pasir sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai Daya Dukung Tanah Pasir D40 (Meyerhoff)

Bore Hole	Kedalaman (m)	Q.ult (ton)
1	0	-
	3	96.91
	6	129.48
	9	160.95
	12	173.68
	15	213.86
	18	423.52
	21	496.98
	24	516.92
	27	494.83
2	30	497.98
	0	-
	3	61.24
	6	85.72

	9	132.63
	12	173.57
	15	198.38
	18	219.97
	21	373.87
	24	486.68
	27	514.47
3	0	-
	3	102.17
	6	143.20
	9	191.76
	12	199.63
	15	185.33
	18	255.61
	21	336.87
	24	369.42
	27	431.33
	30	610.36
5	0	-
	3	95.47
	6	127.89
	9	241.46
	12	367.58
	15	335.35
	18	346.53
	21	408.72
	24	499.09
	27	558.58
	30	-

Tabel 4.7 Nilai Daya Dukung Tanah Lempung D40
(Meyerhoff)

Bore Hole	Kedalaman (m)	Q.ult (ton)
1	0	-
	3	66.43
	6	91.82
	9	177.89
	12	408.72
	15	462.31
	18	482.67

	21	502.18
	24	535.30
	27	556.04
	30	577.23
2	0	-
	3	88.93
	6	111.92
	9	211.92
	12	353.49
	15	431.97
	18	470.90
	21	487.60
	24	520.13
	27	575.47
	30	620.16
3	0	-
	3	123.74
	6	117.96
	9	169.65
	12	482.99
	15	601.29
	18	524.74
	21	540.33
	24	575.79
	27	611.85
	30	642.55
4	0	-
	3	86.79
	6	118.96
	9	227.14
	12	461.34
	15	472.45
	18	477.51
	21	520.18
	24	562.54
	27	596.33
	30	625.57

4.4.5 Perhitungan Daya Dukung Metode Luciano DeCourt

Daya dukung limit dari tanah dasar dalam metode Luciano DeCourt terdiri dari daya dukung ujung tiang (*point bearing*) dan daya dukung lekatan (*lateral friction*).

$$Ql = Qp + Qs = \left[\left(\tilde{N}_p \cdot K \right) \cdot Ap \right] + \left[\left(\left(\frac{\tilde{N}_s}{3} + 1 \right) \cdot As \right) \right]$$

Dengan menggunakan rumus diatas dan N yang telah dikoreksi, maka didapatkan besarnya daya dukung tanah lempung sebagai berikut:

Tabel 4.6 Nilai Daya Dukung Tanah Pasir D40
(Luciano DeCourt)

Bore Hole	Kedalaman (m)	Q.ult (ton)
1	0	-
	3	62.1
	6	108.8
	9	135.2
	12	162.3
	15	112.5
	18	334.0
	21	542.0
	24	589.6
	27	487.7
2	0	-
	3	40.5
	6	74.7
	9	115.4
	12	145.8
	15	133.7
	18	192.2
	21	531.0
	24	595.6
	27	646.5
3	0	-
	3	68.8
	6	159.1

	9	203.8
	12	227.7
	15	150.1
	18	283.7
	21	433.5
	24	479.6
	27	524.2
	30	548.0
5	0	-
	3	58.9
	6	131.2
	9	178.7
	12	274.0
	15	216.1
	18	268.2
	21	443.6
	24	590.3
	27	646.5

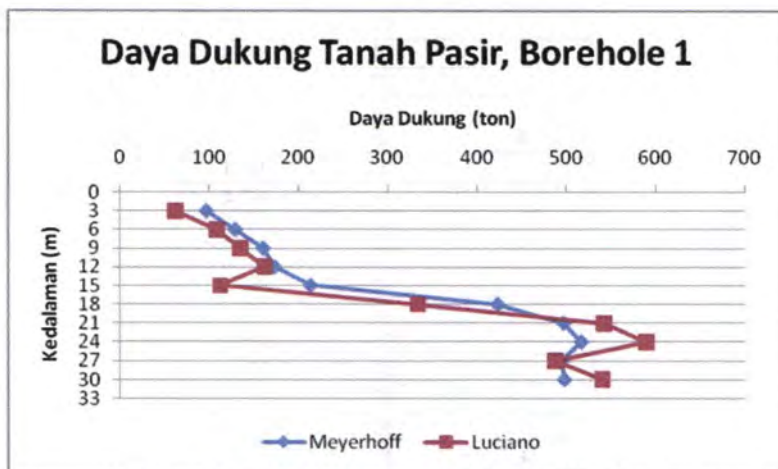
Tabel 4.7 Nilai Daya Dukung Tanah Lempung D40
(Luciano DeCourt)

Bore Hole	Kedalaman (m)	Q.ult (ton)
1	0	-
	3	44.1
	6	69.3
	9	131.7
	12	338.7
	15	304.6
	18	361.1
	21	499.9
	24	583.8
	27	592.5
	30	639.4
2	0	-
	3	59.0
	6	76.4
	9	169.2
	12	354.2
	15	305.4
	18	374.4

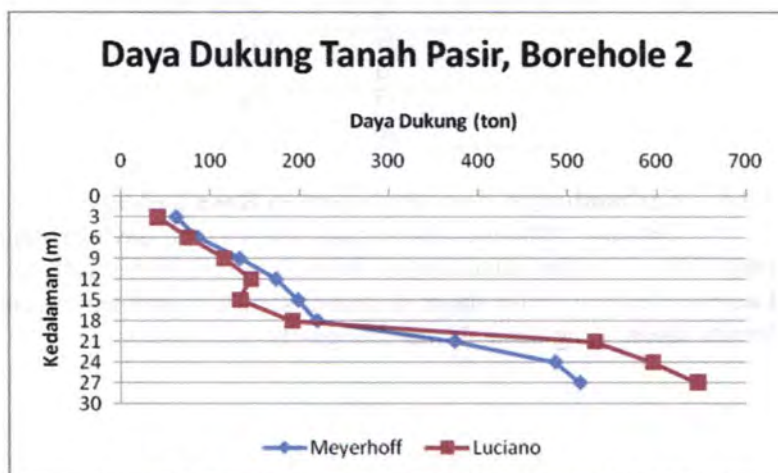
	21	500.9
	24	587.4
	27	669.3
	30	702.5
3	0	-
	3	82.4
	6	67.4
	9	118.4
	12	345.9
	15	297.0
	18	351.5
	21	479.8
	24	569.8
	27	605.6
	30	643.7
4	0	-
	3	56.7
	6	86.5
	9	162.8
	12	356.0
	15	285.5
	18	343.1
	21	517.1
	24	587.0
	27	638.7
	30	676.5

4.4.6 Perbandingan Hasil Perhitungan Daya Dukung

Dengan membandingkan hasil perhitungan daya dukung yang dihasilkan dari dua metode berbeda, yaitu Meyerhoff dan Luciano DeCourt, maka dapat diketahui secara umum pembagian lapisan tanah, yang dapat dilihat dari gambar dibawah ini:

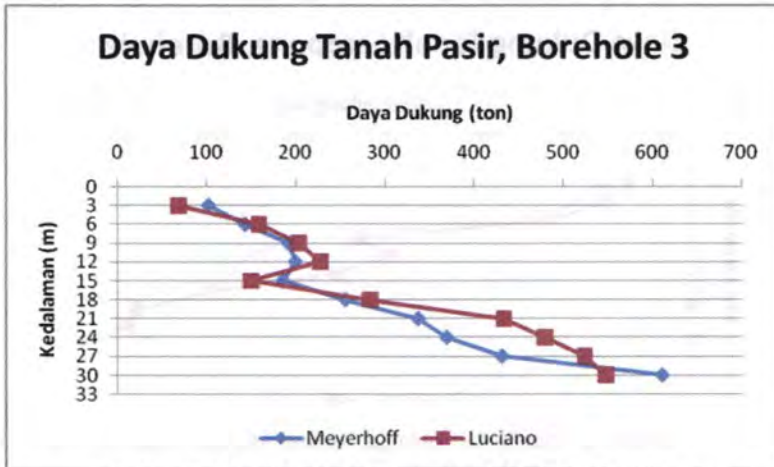


Gambar 2.1 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 1

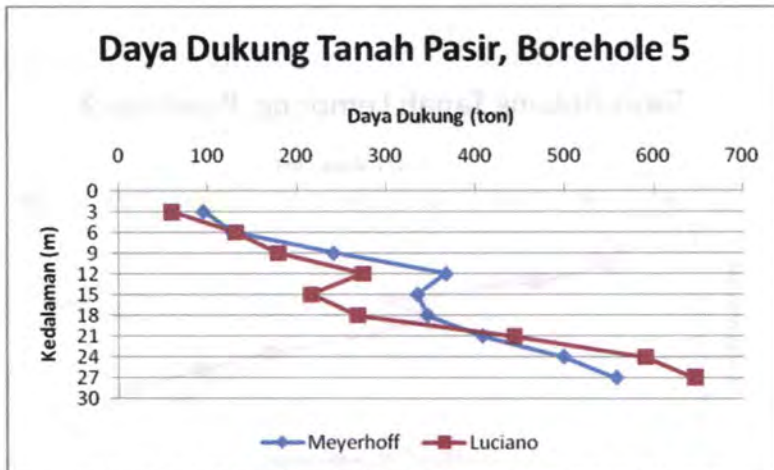


Gambar 2.2 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 2

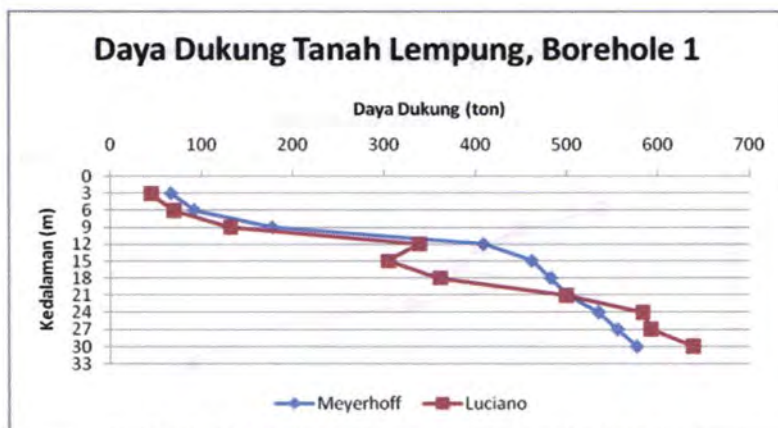




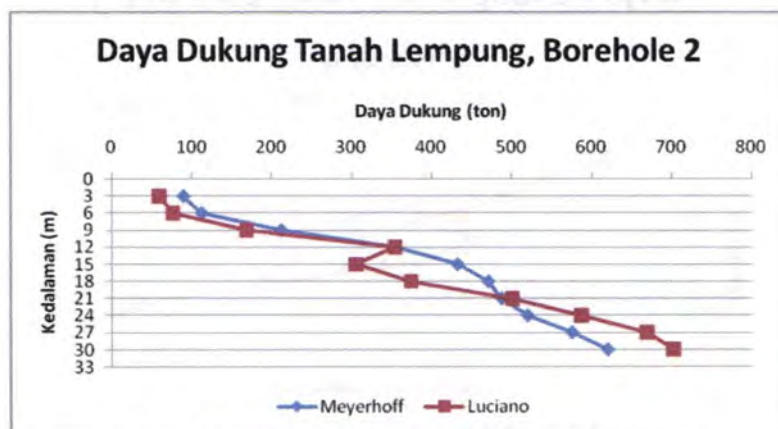
Gambar 2.3 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 3



Gambar 2.4 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Pasir, Borehole 5

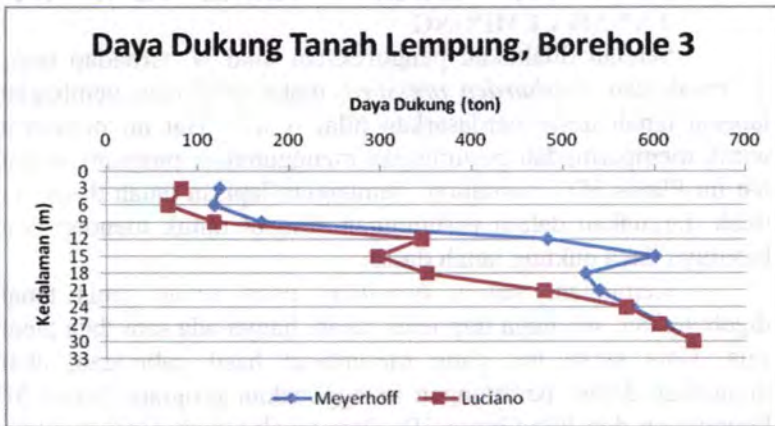


Gambar 2.5 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 1

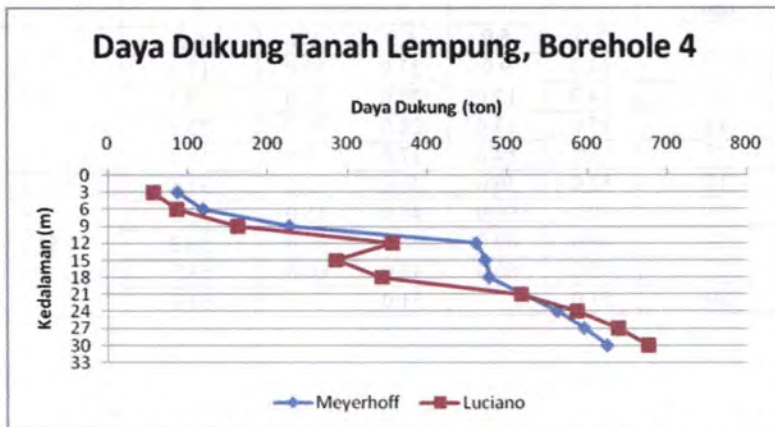


Gambar 2.6 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 2

STI



Gambar 2.7 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 3



Gambar 2.7 Grafik Perbandingan Metode Meyerhoff dan Luciano, Tanah Lempung, Borehole 4

4.5 PEMBAGIAN LAPISAN TANAH PASIR DAN TANAH LEMPUNG

Setelah dilakukan pengoreksian nilai N , terhadap muka air tanah dan *overburden pressure*, maka dilakukan pembagian lapisan tanah dasar berdasarkan nilai N asli. Hal ini dilakukan untuk mempermudah perhitungan menggunakan program, dalam hal ini Plaxis 3D Foundation. Pembagian lapisan tanah dasar ini tidak digunakan dalam perhitungan manual untuk mendapatkan besarnya daya dukung tanah dasar.

Kemudian, semua *borehole*, pada setiap jenis tanah digabungkan, sehingga tiap jenis tanah, hanya ada satu data tanah saja. Data tanah ini, yang merupakan hasil gabungan, akan digunakan dalam perhitungan menggunakan program Plaxis 3D Foundation dan Pile Group 3D. Data tanah tersebut dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.8 Penggabungan N asli Tanah Pasir

Kedalaman (m)	BH-1	BH-2	BH-3	BH-5	Gabungan	Rata-Rata
3	8.0	5.0	6.0	6.0	6.3	17
6	14.0	9.0	27.0	19.0	17.3	
9	14.0	12.0	29.0	22.0	19.3	
12	15.0	13.0	28.0	38.0	23.5	
15	11.0	14.0	17.0	33.0	18.8	
18	52.0	20.0	41.0	37.0	37.5	51
21	60.0	60.0	44.0	45.0	52.3	
24	60.0	60.0	45.0	60.0	56.3	
27	45.0	60.0	49.0	60.0	53.5	
30	51.0	-	51.0	-	51.0	

Tabel 4.9 Penggabungan N asli Tanah Lempung

Kedalaman (m)	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	Gabungan	Rata-Rata
3	6.0	9.0	14.0	8.0	9.3	11
6	8.0	8.0	7.0	10.0	8.3	
9	12.0	19.0	10.0	17.0	14.5	
12	52.0	55.0	54.0	56.0	54.3	57
15	55.0	55.0	53.0	50.0	53.3	
18	57.0	60.0	55.0	53.0	56.3	
21	53.0	53.0	50.0	56.0	53.0	
24	59.0	59.0	57.0	59.0	58.5	
27	53.0	63.0	55.0	59.0	57.5	
30	57.0	66.0	59.0	60.0	60.5	

4.6 PERHITUNGAN MANUAL PENURUNAN TIANG PANCANG TUNGGAL

Besarnya penurunan tiang pancang tunggal dapat dicari dengan menggunakan dua macam metode, yaitu metode empiris dan metode semi-empiris. Untuk metode empiris digunakan rumus 2.13. Dengan asumsi mutu beton (f'_c) sebesar 50 Mpa, maka didapatkan nilai Modulus Young (E) tiang pancang sebesar $3.32E+7$ kN/m² atau sebesar 47229771.9 psi.

Tabel 4.10 Penurunan Tiang Pacang Tunggal Tanah Pasir Metode Empiris

Kedalaman (m)	Q (ton)	Penurunan (m)
3	100	0.00335
6	100	0.00346
9	100	0.00359
12	100	0.00374
15	100	0.00405
18	100	0.00475
21	100	0.00516
24	100	0.00561
27	100	0.00602
30	100	0.00634

Tabel 4.10 Penurunan Tiang Pacang Tunggal Tanah Lempung (Short Term) Metode Empiris

Kedalaman Pemancangan (m)	Q (ton)	Penurunan (m)
3	100	0.00403
6	100	0.00408
9	100	0.00421
12	100	0.00476
15	100	0.00512
18	100	0.00556
21	100	0.00607
24	100	0.00665
27	100	0.00727
30	100	0.00472

Sedangkan untuk metode semi-empiris harus menentukan terlebih dahulu besarnya Modulus young (E) dari Tabel 2.5 dan dapat digunakan rumus 2.9, untuk hasil perhitungannya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Penurunan Tiang Pacang Tunggal Tanah Pasir Metode Semi Empiris

Kedalaman Pemancangan (m)	E.pile (kN/m)	Ss (m)	Sp (m)	E.soil (kN/m)	Sps (m)	Tota (m)
3	3.32E+07	0.00007	0.00314	2.5E+4	0.00014	0.003
6	3.32E+07	0.00016	0.00314	2.5E+4	0.00015	0.003
9	3.32E+07	0.00028	0.00314	2.5E+4	0.00017	0.003
12	3.32E+07	0.00042	0.00314	2.5E+4	0.00018	0.003
15	3.32E+07	0.00072	0.00314	2.5E+4	0.00019	0.004
18	3.32E+07	0.00150	0.00314	5.52E+4	0.00011	0.004
21	3.32E+07	0.00190	0.00314	5.52E+4	0.00011	0.005
24	3.32E+07	0.00235	0.00314	5.52E+4	0.00012	0.005
27	3.32E+07	0.00276	0.00314	5.52E+4	0.00012	0.006
30	3.32E+07	0.00309	0.00314	5.52E+4	0.00011	0.006

Tabel 4.11 Penurunan Tiang Pacang Tunggal
Tanah Lempung (Short Term) Metode Semi
Empiris

Kedalaman mancangan (m)	E.pile (kN/m)	Ss (m)	Sp (m)	E.soil (kN/m)	Sps (m)	Total (m)
3	3.32E+07	0.00002	0.00314	1.50E+04	0.00029	0.00346
6	3.32E+07	0.00006	0.00314	1.50E+04	0.00033	0.00354
9	3.32E+07	0.00017	0.00314	1.50E+04	0.00036	0.00367
12	3.32E+07	0.00057	0.00314	7.50E+04	0.00022	0.00393
15	3.32E+07	0.00083	0.00314	7.50E+04	0.00023	0.00420
18	3.32E+07	0.00114	0.00314	7.50E+04	0.00024	0.00452
21	3.32E+07	0.00150	0.00314	7.50E+04	0.00025	0.00489
24	3.32E+07	0.00190	0.00314	7.50E+04	0.00026	0.00530
27	3.32E+07	0.00234	0.00314	7.50E+04	0.00027	0.00574
30	3.32E+07	0.00265	0.00314	7.50E+04	0.00026	0.00605

4.6.1 Mencari Nilai Modulus Young (E)

Untuk mendapatkan nilai Modulus Young (E) pada tiap lapisan tanah yang ditinjau dilakukan dengan cara coba-coba. Yaitu dengan memasukkan nilai E perkiraan, yang didapatkan dari tabel 2.3, ke dalam Plaxis 3D Foundation, kemudian menyamakan hasil perhitungan manual dan dengan menggunakan program Plaxis 3D Foundation.

Untuk tanah pasir, layer pertama dengan N17, berada pada kedalaman 0 sampai dengan -15 m, kemudian dengan N51 berada pada kedalaman -15 sampai dengan -30m. Nilai E pada lapis pasir pertama diasumsikan $E_{1.p} = 2.5E+4$ kN/m dan pada lapis pasir kedua diasumsikan $E_{2.p} = 5.52E+4$ kN/m

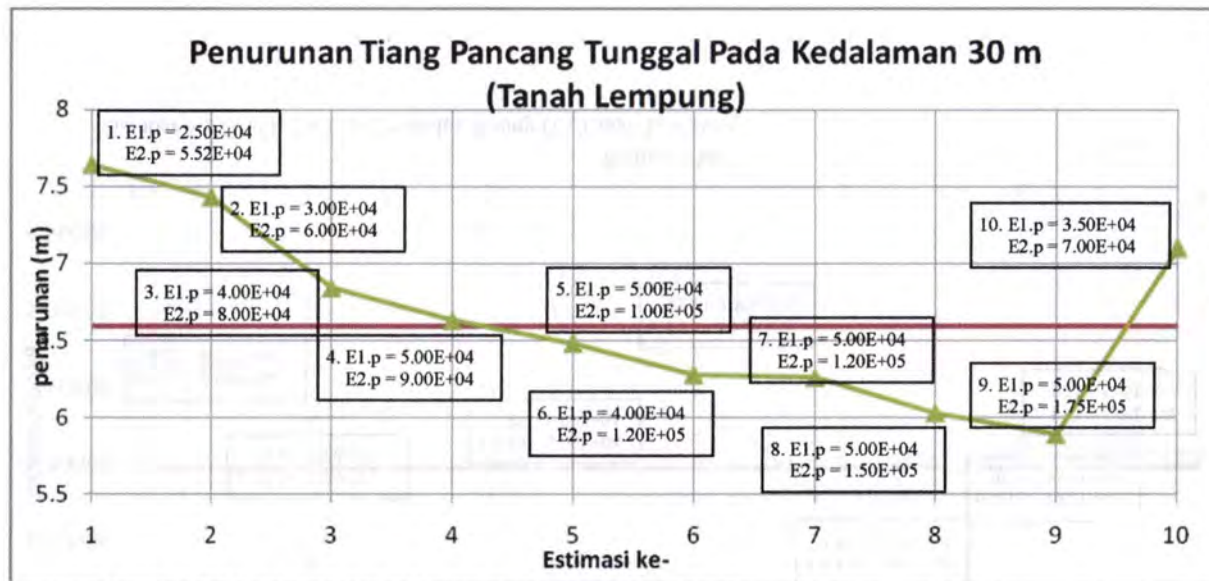
Untuk tanah lempung, layer pertama dengan N11, berada pada kedalaman 0 sampai dengan -9 m, kemudian dengan N57 berada pada kedalaman -9 sampai dengan -30m. Nilai E pada lapis lempung pertama diasumsikan $E_{1.l} = 1.5E+4$ kN/m dan pada lapis lempung kedua diasumsikan $E_{2.l} = 7.5E+4$ kN/m.

Tabel 4.12 Tabel Estimasi E Tanah Pasir

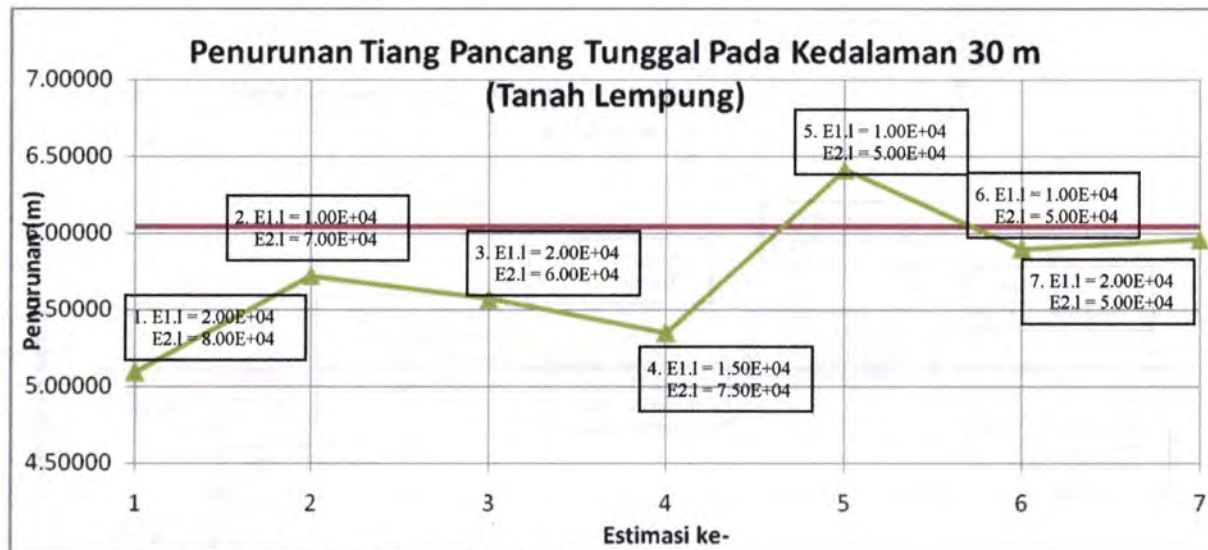
Percobaan	1	2	3	4	5
E1.p (kN/m)	2.50E+04	3.00E+04	4.00E+04	5.00E+04	5.00E+
E2.p (kN/m)	5.52E+04	6.00E+04	8.00E+04	9.00E+04	1.00E+
Settlement (m)	0.00764	0.00743	0.00684	0.00663	0.006
Perhitungan Manual (m)	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659	0.006
Percobaan	6	7	8	9	10
E1.p (kN/m)	4.00E+04	5.00E+04	5.00E+04	5.00E+04	3.50E+
E2.p (kN/m)	1.20E+05	1.20E+05	1.50E+05	1.75E+05	7.00E+
Settlement (m)	0.00628	0.00626	0.00603	0.00589	0.007
Perhitungan Manual (m)	0.00659	0.00659	0.00659	0.00659	0.006

Tabel 4.13 Tabel Estimasi E Tanah Lempung

Percobaan	1	2	3	4	5
E1.p (kN/m)	2.00E+04	1.00E+04	2.00E+04	1.50E+04	1.00E+
E2.p (kN/m)	8.00E+04	7.00E+04	6.00E+04	7.50E+04	5.00E+
Settlement (m)	0.00509	0.00572	0.00557	0.00535	0.006
Perhitungan Manual (m)	0.00604	0.00604	0.00604	0.00604	0.006
Percobaan	6	7			
E1.p (kN/m)	1.50E+04	2.00E+04			
E2.p (kN/m)	5.50E+04	5.00E+04			
Settlement (m)	0.00590	0.00596			
Perhitungan Manual (m)	0.00604	0.00604			



Gambar 4.1 Grafik Estimasi Modulus Young (E) Tanah Pasir



Gambar 4.2 Grafik Estimasi Modulus Young (E) Tanah Lempung

4.7 PERHITUNGAN MANUAL DEFLEKSI TIANG PANCANG DAN BEBAN LATERAL ULTIMIT (Hu) TIANG PANCANG TUNGGAL

4.7.1 Menentukan Zf

Sebelum menghitung besarnya Hu, terlebih dahulu harus diketahui letak titik jepit dari tiang pancang tersebut. Pada perhitungan manual ini, kedalaman pemancangannya hanya sampai pada kedalaman 10m, karena pada kedalaman tersebut, jenis tanah masih homogen, sehingga perhitungan manual lebih mudah untuk dilakukan. Untuk menghitung letak / kedalaman titik jepit (Zf) digunakan rumus dibawah ini

$$Z_f = T \cdot 1.8$$

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{nh}}$$

Untuk tanah pasir (non kohesif) nilai nh yang digunakan adalah $2.5 \times 10^3 \text{ kN/m}^3$, sedangkan untuk tanah lempung (kohesif) nilai nh yang digunakan adalah 400 kN/m^3 . Untuk nilai nh lengkap, dapat dilihat pada tabel 2.....

$$T_{.pasir} = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{nh}} = \sqrt[5]{\frac{3.32 \times 10^7 \cdot 1.065 \times 10^{-3}}{2.5 \times 10^3}} = 1.699$$

$$Z_f_{.pasir} = T \cdot 1.8 = 1.699 \cdot 1.8 = 3.058 \text{ m}$$

sedangkan untuk tanah lempung

$$T_{.lempung} = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{nh}} = \sqrt[5]{\frac{3.32 \times 10^7 \cdot 1.065 \times 10^{-3}}{400}} = 2.451$$

$$Z_f_{.lempung} = T \cdot 1.8 = 2.451 \cdot 1.8 = 4.412 \text{ m}$$

4.7.2 Menghitung Defleksi Lateral

Setelah mengetahui letak kedalaman titik jepit (Z_f), maka besarnya defleksi dan momen maximum dapat diketahui. Kondisi tiang pancang adalah free-headed, dengan $e=0.2m$, dan menahan beban lateral sebesar 10 kN.

$$Y_{pasir} = \frac{10 \cdot (0.2 + 3.058)^3}{3 \cdot 3.32 \times 10^7 \cdot 1.065 \times 10^{-3}} = \frac{345.822}{106074} = 3.26 \times 10^{-3} m$$

sedangkan untuk tanah lempung

$$Y_{lempung} = \frac{10 \cdot (0.2 + 4.412)^3}{3 \cdot 3.32 \times 10^7 \cdot 1.065 \times 10^{-3}} = \frac{980.997}{106074} = 9.25 \times 10^{-3} m$$

4.7.3 Menghitung Beban Lateral Ultimit (H_u) dan Momen Maximum (M_{max})

4.7.3.1 Tanah Pasir (Non Kohesif)

Untuk menghitung besarnya M_{max} suatu tiang pancang pada tanah pasir, nilai H_u dan X_o harus ditentukan terlebih dahulu.

$$H = 1.00 \text{ ton} = 10.0 \text{ kN}$$

$$M_{u.pile} = 8.25 \text{ ton} = 82.5 \text{ kN}$$

Untuk tanah pasir dengan kondisi tiang *free head*, Nilai H_u dapat diambil besarnya melalui grafik 2.6, dan besarnya X_o dapat dihitung menggunakan rumus, perhitungan H_u dan M_{max} adalah sebagai berikut:

$$\frac{M_u}{B^4 \cdot \gamma' \cdot K_p} = \frac{82.5}{0.4^4 \cdot 8.46 \cdot 3.065} = 124.28$$

Dari grafik 2...., didapat

$$\frac{H_u}{K_p \cdot B^3 \cdot \gamma'} = 50$$

$$\begin{aligned}
 Hu &= 50 \cdot Kp \cdot B^3 \cdot \gamma' \\
 &= 50 \cdot 3.065 \cdot 0.4^3 \cdot 8.46 \\
 &= 82.98 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Xo &= 0.82 \cdot \left(\frac{Hu}{\gamma' \cdot B \cdot Kp} \right)^{0.5} \\
 &= 0.82 \left(\frac{82.98}{8.46 \cdot 0.4 \cdot 3.065} \right)^{0.5} \\
 &= 2.32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M. \max &= H \cdot (e + 0.67 \cdot Xo) \\
 &= 10 \cdot (0.2 + 0.67 \cdot 2.32) \\
 &= 17.544 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Untuk tanah pasir dengan kondisi tiang *fixed head*, Nilai Hu dihitung menggunakan rumus 2.6, perhitungan Hu dan $M. \max$ adalah sebagai berikut:

$$L1 = \left[\frac{Mu}{Kp \cdot \gamma' \cdot B} \right]^{1/3} = \left[\frac{82.5}{3.065 \cdot 8.46 \cdot 0.4} \right]^{1/3} = 1.996$$

Karena $L > L1$, periksa apakah sendi kedua akan terbentuk

$$f = \left[\frac{2 \cdot Mu}{Kp \cdot \gamma' \cdot B} \right]^{1/3} = \left[\frac{2 \cdot 82.5}{3.065 \cdot 8.46 \cdot 0.4} \right]^{1/3} = 2.515$$

$$\begin{aligned}
 Ql &= 1.5 \cdot Kp \cdot \gamma' \cdot f^2 \cdot B \\
 &= 1.5 \cdot 3.065 \cdot 8.46 \cdot 2.515^2 \cdot 0.4 \\
 &= 98.41 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= Ql \cdot f - Mu - 0.5 \cdot \gamma' \cdot Kp \cdot B \cdot f^2 \\
 &= 98.41 \cdot 2.515 - 82.5 - 0.5 \cdot 8.46 \cdot 3.065 \cdot 0.4 \cdot 2.515^2 \\
 &= 132.2 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Karena $M_{\max} > Mu$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang, nilai Hu bisa didapatkan dari grafik 2.7

$$\frac{2 \cdot Mu}{Kp \cdot \gamma' \cdot D^4} = \frac{2 \cdot 82.5}{3.065 \cdot 8.46 \cdot 0.4^4} = 248.57$$

Dari grafik 2.7, didapat

$$\frac{Ql}{Kp \cdot \gamma' \cdot B^3} = 70$$

$$Ql = 70 \cdot Kp \cdot \gamma' \cdot B^3 = 70 \cdot 3.065 \cdot 8.46 \cdot 0.4^3 = 116.16 \text{ kN}$$

4.7.3.2 Tanah Lempung (Kohesif)

Untuk menghitung besarnya M_{\max} suatu tiang pancang pada tanah lempung, dapat digunakan, sedangkan untuk nilai Hu dapat digunakan rumus

$$H = 1.00 \text{ ton} = 10.0 \text{ kN}$$

$$Mu_{\text{pile}} = 8.25 \text{ ton} = 82.5 \text{ kN}$$

Untuk tanah lempung dengan kondisi tiang *free head*, perhitungan M_{\max} dan Hu adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 f_1 &= -(e + 1.5 \cdot B) + \left[(e + 1.5 \cdot D^2) + \frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/2} \\
 &= -(0.2 + 1.5 \cdot 0.4) + \left[(0.2 + 1.5 \cdot 0.4^2) + \frac{8.25}{2.25 \cdot 23.33 \cdot 0.4} \right] \\
 &= 0.113
 \end{aligned}$$

$$g_1 = \left[\frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/2} = \left[\frac{82.5}{2.25 \cdot 23.33 \cdot 0.4} \right]^{1/2} = 1.578$$

$$L_1 = 1.5 \cdot B + f_1 + g_1 = 1.5 \cdot 0.4 + 0.113 + 1.578 = 2.291$$

Karena $L > L_1$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang, nilai H_u bisa didapatkan dari grafik 2.....

Untuk tanah lempung dengan kondisi tiang *fixed head*, Nilai H_u dihitung menggunakan rumus 2....., perhitungan H_u dan M_{max} adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L1 &= \left[\frac{Mu}{45 \cdot Cu \cdot B} + 2.25 \cdot D^2 \right]^{1/2} \\ &= \left[\frac{82.5}{4.5 \cdot 23.33 \cdot 0.4} + 2.25 \cdot 0.4^2 \right]^{1/2} \\ &= 1.525 \end{aligned}$$

Karena $L > L1$, periksa apakah lebih panjang dari $L2$

$$\begin{aligned} f_2 &= -1.5 \cdot B + \left[1.5 \cdot D^2 + \frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/2} \\ &= -1.5 \cdot 0.4 + \left[1.5 \cdot 0.4^2 + \frac{82.5}{2.25 \cdot 23.33 \cdot 0.4} \right]^{1/2} \\ &= 1.442 \end{aligned}$$

$$g_2 = \left[\frac{Mu}{2.25 \cdot Cu \cdot B} \right]^{1/2} = \left[\frac{82.5}{2.25 \cdot 23.33 \cdot 0.4} \right]^{1/2} = 1.578$$

$$L_2 = 1.5 \cdot B + f_2 + g_2 = 1.5 \cdot 0.4 + 1.442 + 1.578 = 3.62$$

Karena, $L > L2$, tiang diklasifikasikan sebagai tiang panjang, nilai H_u diambil dari grafik 2.14

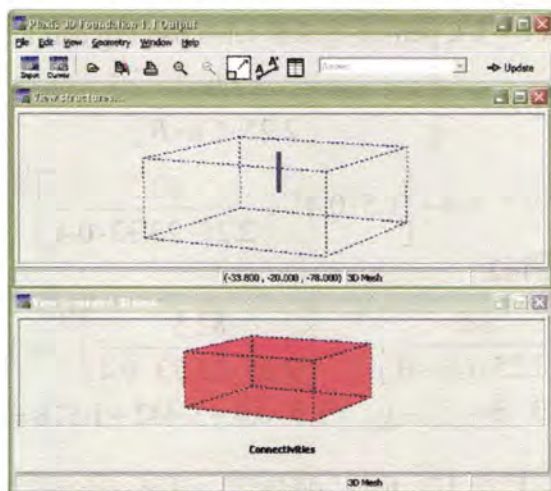
$$\frac{Mu}{Cu \cdot B^3} = \frac{82.5}{23.33 \cdot 0.4^3} = 50$$

$$\frac{Hu}{Cu \cdot B^2} = 25$$

$$\begin{aligned} Hu &= 125 \cdot Cu \cdot B^2 \\ &= 25 \cdot 23.33 \cdot 0.4^2 \\ &= 93.32 \text{ kN} \end{aligned}$$

4.8 HASIL PERHITUNGAN DEFLEKSI TIANG PANCANG TUNGGAL PLAXIS 3D FOUNDATION

Selain perhitungan menggunakan metode manual, perhitungan defleksi tiang pancang tunggal juga dihitung menggunakan program Plaxis 3D Foundation. Dalam program Plaxis 3D Foundation ini, dilakukan perhitungan defleksi tiang pancang tunggal dengan geometri model sebagai berikut:

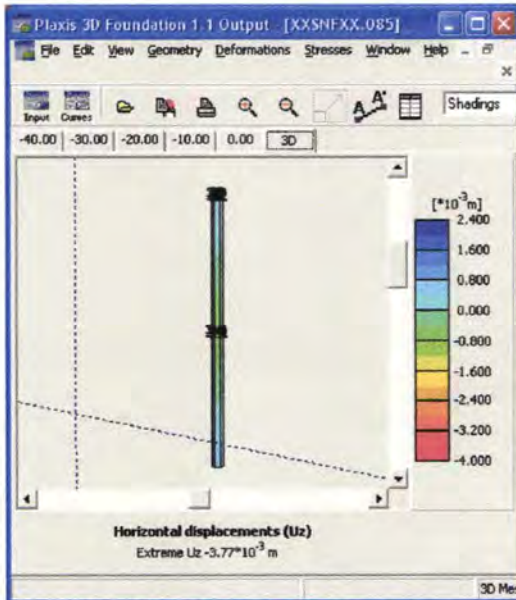


Gambar 4.4 Geometri Model Tiang Pancang Tunggal Plaxis 3D Foundation

Dari program plaxis 3D, dengan beban lateral sebesar 10 kN.output yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

Defleksi (U_x) = $3.77e-3$ m

Bending Momen = $4.34e-9$ kN.m/m



Gambar 4.5 Defleksi Lateral Tiang Pancang Tunggal Plaxis 3D Foundation

4.8.1 Rekapitulasi Perhitungan Tiang Pancang Tunggal (Grafik & Tabel)

Dari keseluruhan hasil running dengan menggunakan perhitungan manual dan Plaxis 3D Foundation, dibandingkan untuk mengetahui keakuratan perhitungan menggunakan program Plaxis 3D Foundation.

Tabel 4.14 Perbandingan Output Single Pile

	Manual	Plaxis 3D
Defleksi (m)	$3.26e-3$	$3.77e-3$
Bending Momen (kN.m)	17.544	$4.34e-9$

BAB V
PERHITUNGAN MENGGUNAKAN
PROGRAM BANTU PLAXIS 3D FOUNDATION

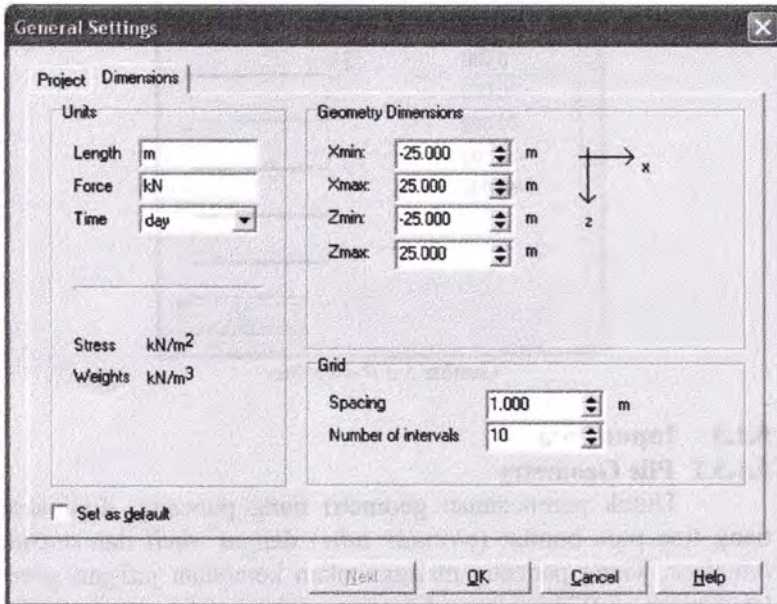
BAB V

PERHITUNGAN MENGGUNAKAN PROGRAM BANTU PLAXIS 3D FOUNDATION

5.1 PEMODELAN PLAXIS 3D FOUNDATION

5.1.1 General Settings

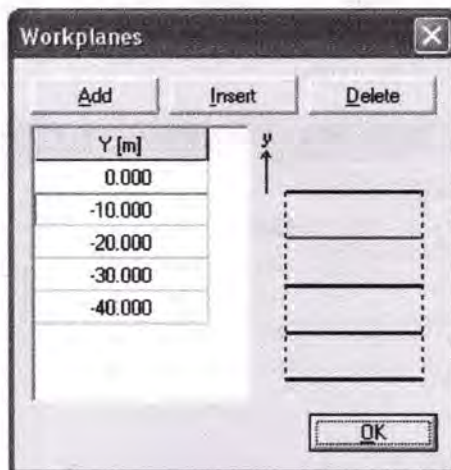
Hal pertama yang dilakukan dalam menggunakan program PLAXIS 3D Foundation adalah menentukan *general settings* dari sebuah *project*. *General Settings* yang dipakai adalah *default* dari program itu sendiri ditambah dengan beberapa *custom setting*, seperti *Project Title*, *Geometry Dimensions*, dan *Grid (Number of intervals)*.



Gambar 5.1 Custom setting untuk *Geometry Dimensions* dan *Grid*

5.1.2 Workplanes

Sebelum merencanakan geometri tiang pancang terlebih dahulu dibuat pembagian kedalaman dengan menggunakan fitur *workplanes*. Kedalaman yang ditinjau untuk setiap konfigurasi adalah 10m, 20m, dan 30m sehingga pada *workplanes* ditambahkan kedalaman -10, -20, dan -30 dengan menggunakan *add* ataupun *insert*. Kedalaman -40 ditambahkan sebagai area kerja *settlement* sehingga dapat diketahui berapa *settlement* yang terjadi pada kedalaman 30m.

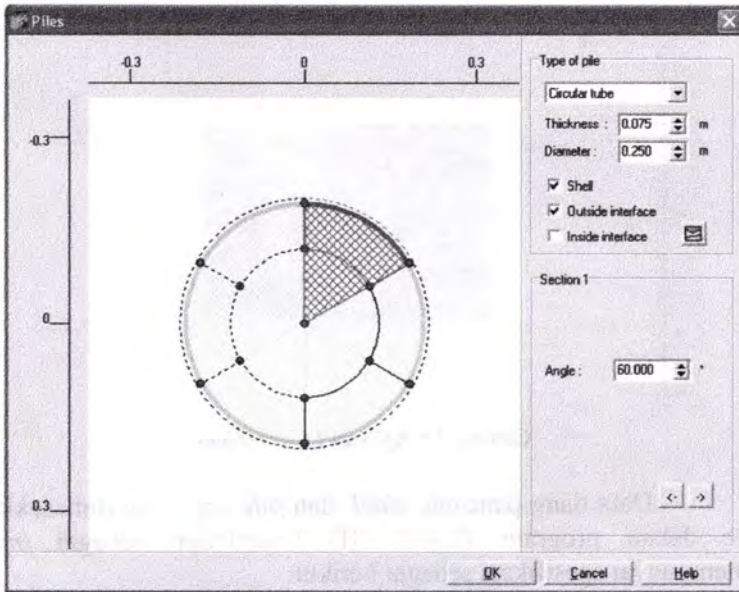


Gambar 5.2 *Workplanes*

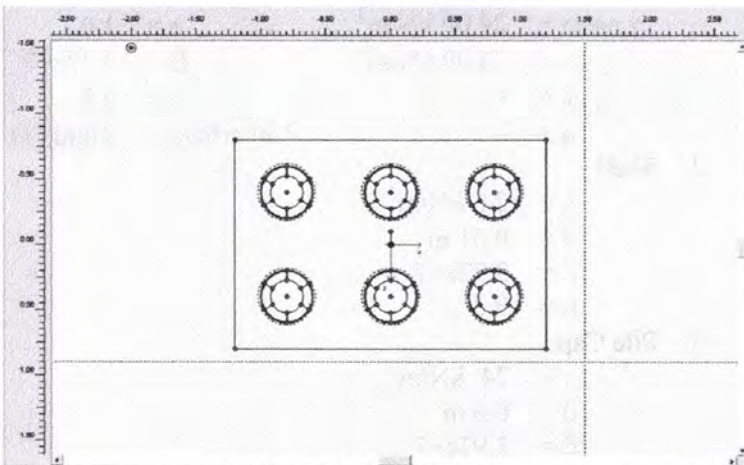
5.1.3 Input Data

5.1.3.1 Pile Geometry

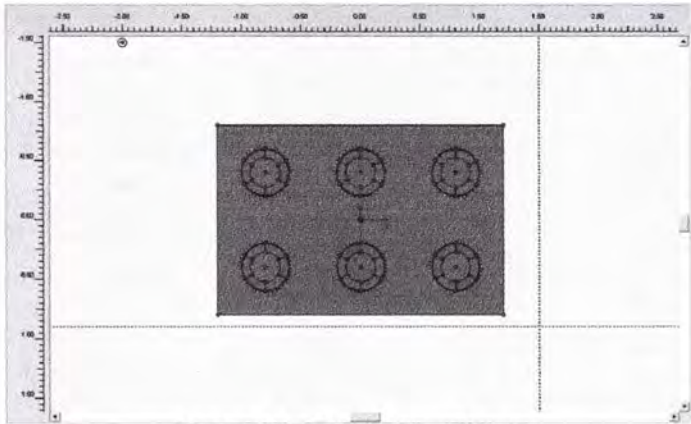
Untuk perencanaan geometri tiang pancang, digunakan tiang tipe pipa bundar (*circular tube*) dengan *shell* dan *outside interface*. Tiang pancang menggunakan ketebalan jari-jari girasi (*thickness*) 0.075m dan diameter dalam (*diameter*) 0.25m sehingga diameter totalnya adalah 0.4m. *Material sets* untuk tiang pancang adalah *Soil & Interfaces* dan *Walls*, sedangkan untuk *pile cap material sets* yang digunakan adalah *Floors*.



Gambar 5.3 Pile Geometry



Gambar 5.4 Aplikasi Walls (biru)

Gambar 5.5 Aplikasi *Floors* (hijau)

Data tiang pancang, *shell*, dan *pile cap* yang dimasukkan ke dalam program PLAXIS 3D Foundation sebagai *input* mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

1. Tiang Pancang ($f'c = 50$ MPa)

Linear elastic, non-porous

$$\gamma_{\text{unsat}} = 24.00 \text{ kN/m}^3$$

$$e = 1.0$$

$$\gamma_{\text{sat}} = 24.00 \text{ kN/m}^3$$

$$E = 3.32e+7$$

$$c = -$$

$$\nu = 0.3$$

$$\phi = -$$

$$R.\text{interface} = \text{Rigid (1)}$$

2. Shell

$$\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$d = 0.01 \text{ m}$$

$$E = 3.32e+7$$

$$\nu = 0.3$$

3. Pile Cap

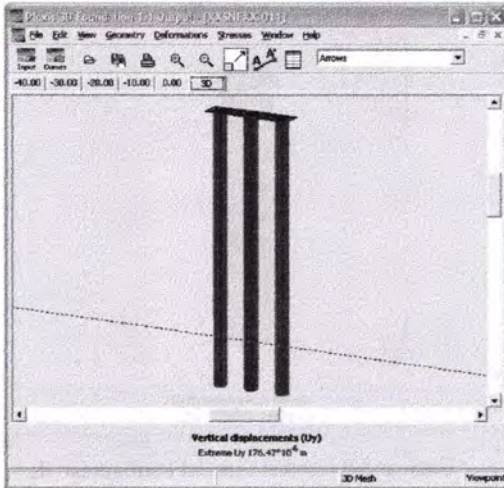
$$\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$$

$$d = 0.6 \text{ m}$$

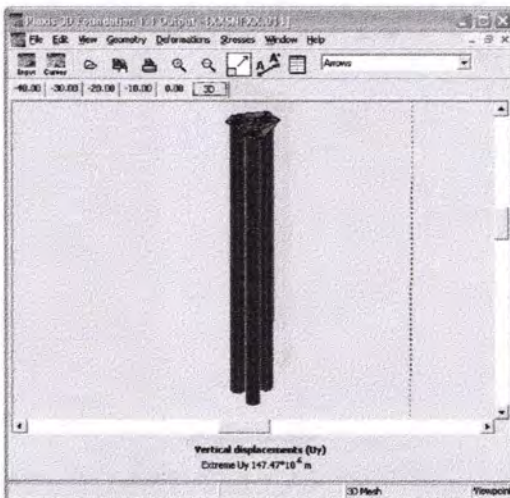
$$E = 2.97e+7$$

$$\nu = 0.2$$

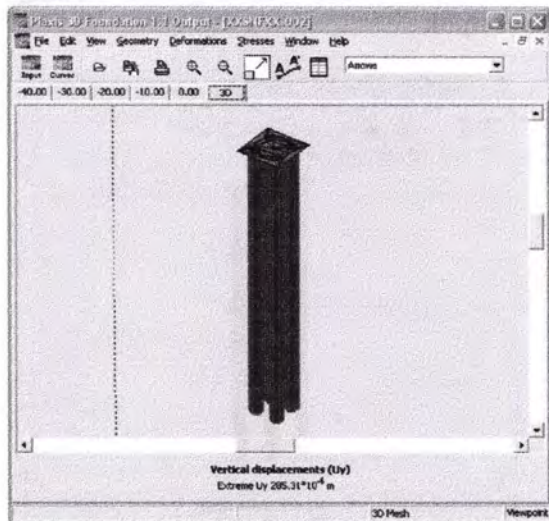
5.1.3.2 Geometri Model Konfigurasi Tiang Pancang Kelompok



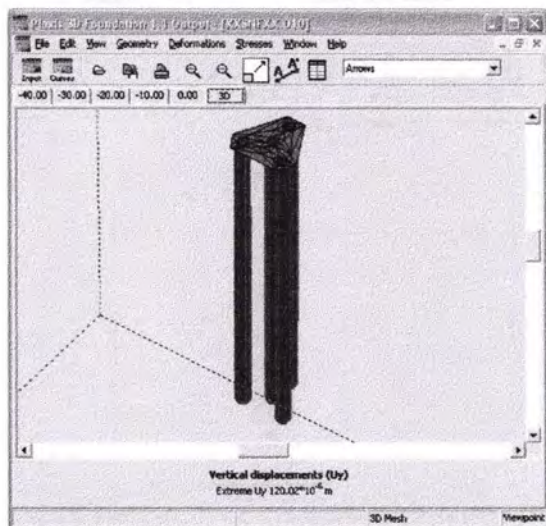
Gambar 5.6 Geometri model konfigurasi 3K



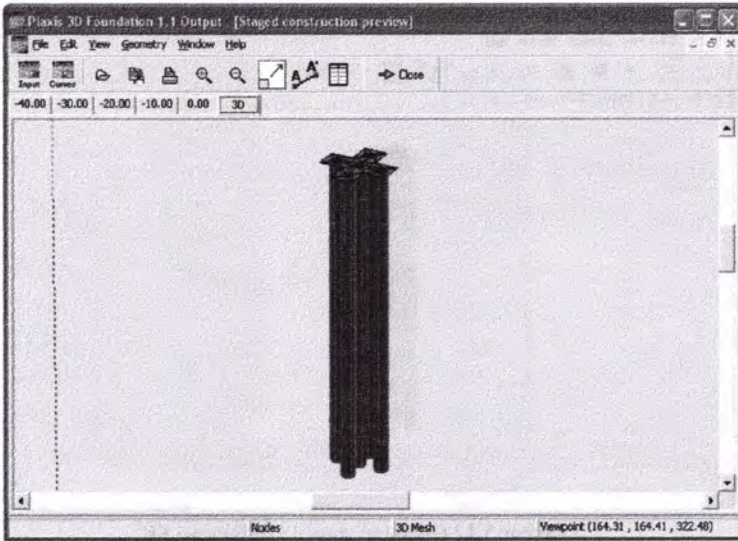
Gambar 5.7 Geometri model konfigurasi 3S



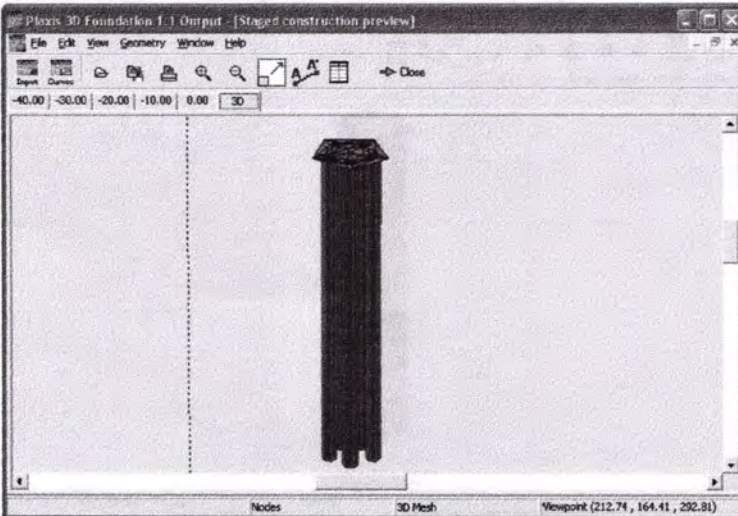
Gambar 5.8 Geometri model konfigurasi 4K



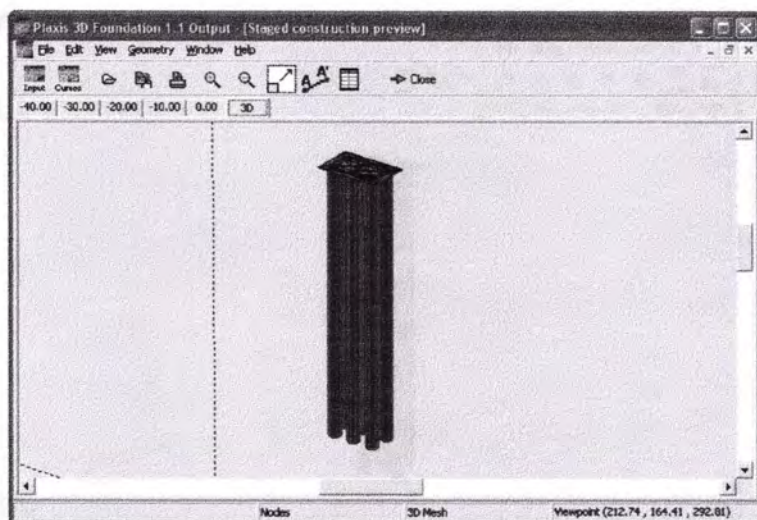
Gambar 5.9 Geometri model konfigurasi 4S



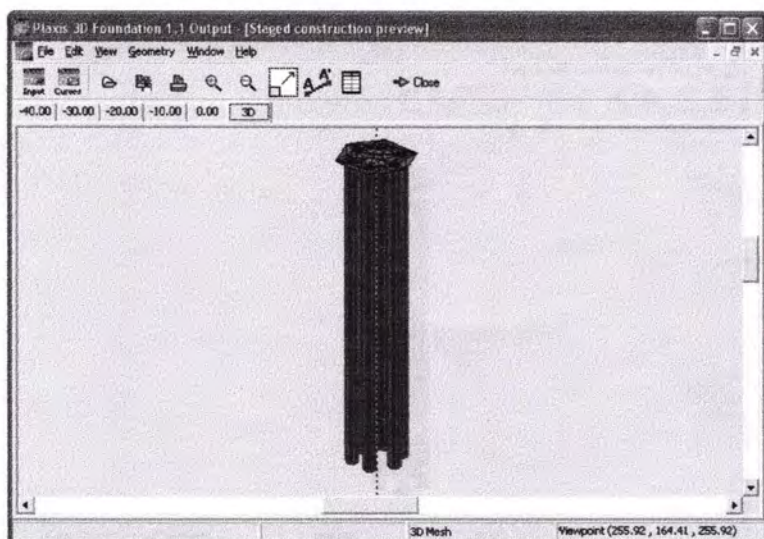
Gambar 5.10 Geometri model konfigurasi 5C



Gambar 5.11 Geometri model konfigurasi 5S



Gambar 5.12 Geometri model konfigurasi 6K

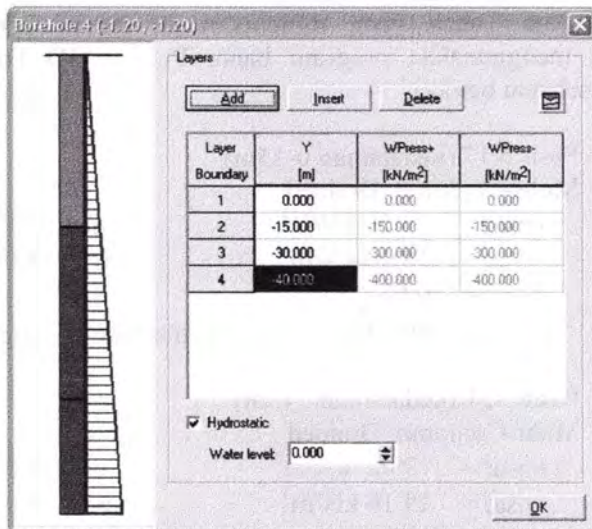


Gambar 5.13 Geometri model konfigurasi 6S

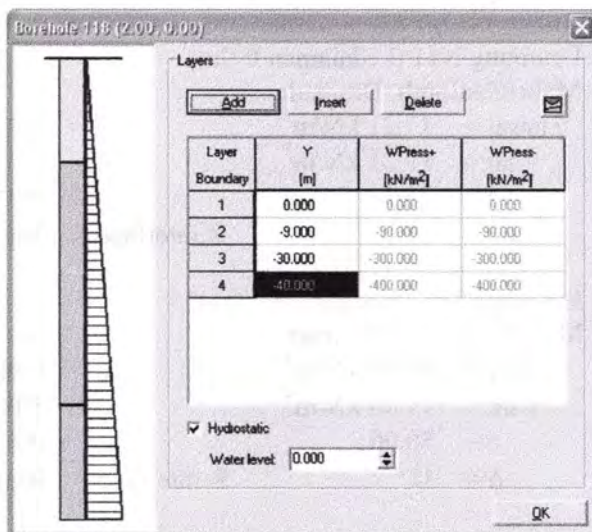
5.1.3.3 Borehole dan Soil Model

Data Tanah yang diinputkan ke dalam perhitungan dengan menggunakan program bantu PLAXIS 3D Foundation adalah sebagai berikut:

1. Pasir N17 (kedalaman 0-15m)
 Mohr-Coulomb, Drained
 $\gamma_{\text{unsat}} = 18.19 \text{ kN/m}^3$ $e = 1.044$
 $\gamma_{\text{sat}} = 18.46 \text{ kN/m}^3$ $E = 5.00\text{e}+4$
 $c = 0.01$ $\nu = 0.3$
 $\phi = 30.53^\circ$ $R.\text{interface} = \text{Rigid (1)}$
2. Pasir N51 (kedalaman >15m)
 Mohr-Coulomb, Drained
 $\gamma_{\text{unsat}} = 19.02 \text{ kN/m}^3$ $e = 0.860$
 $\gamma_{\text{sat}} = 19.16 \text{ kN/m}^3$ $E = 9.00\text{e}+4$
 $c = 0.01$ $\nu = 0.3$
 $\phi = 40^\circ$ $R.\text{interface} = \text{Rigid (1)}$
3. Lempung N11 (kedalaman 0-9m)
 Mohr-Coulomb, Drained
 $\gamma_{\text{unsat}} = 17.21 \text{ kN/m}^3$ $e = 1.321$
 $\gamma_{\text{sat}} = 17.21 \text{ kN/m}^3$ $E = 1.00\text{e}+4$
 $c = 23.33$ $\nu = 0.45$
 $\phi = 1^\circ$ $R.\text{interface} = \text{Rigid (1)}$
4. Lempung N57 (kedalaman >9m)
 Mohr-Coulomb, Drained
 $\gamma_{\text{unsat}} = 19.40 \text{ kN/m}^3$ $e = 0.902$
 $\gamma_{\text{sat}} = 19.40 \text{ kN/m}^3$ $E = 5.00\text{e}+4$
 $c = 50.00$ $\nu = 0.45$
 $\phi = 1^\circ$ $R.\text{interface} = \text{Rigid (1)}$



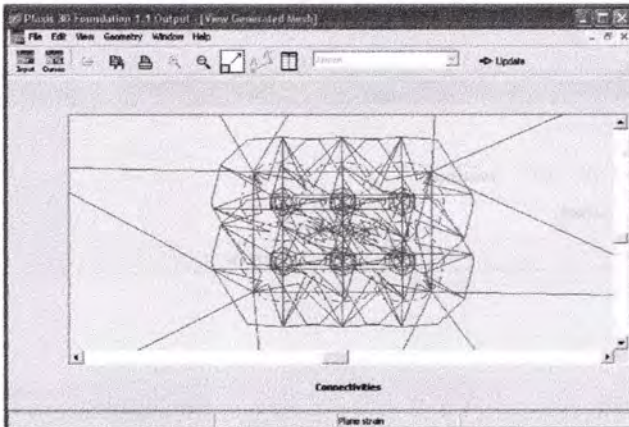
Gambar 5.14 Borehole Model untuk Tanah Pasir



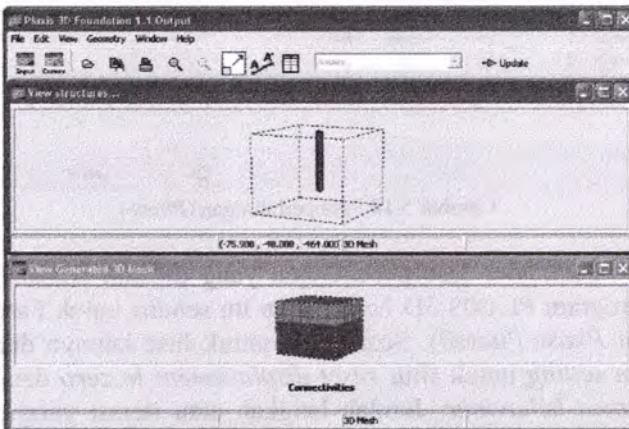
Gambar 5.15 Borehole Model untuk Tanah Lempung

5.1.3.4 Load dan Mesh Generation

Dalam pemodelan pembebanan digunakan pemodelan beban titik (*point load*) pada pusat masa dari *pile cap*. Sedangkan untuk *Mesh Generation* pada program PLAXIS 3D Foundation ini, terdapat dua jenis yaitu *2D Mesh Generation* dan *3D Mesh Generation*.



Gambar 5.16 2D Mesh Generation

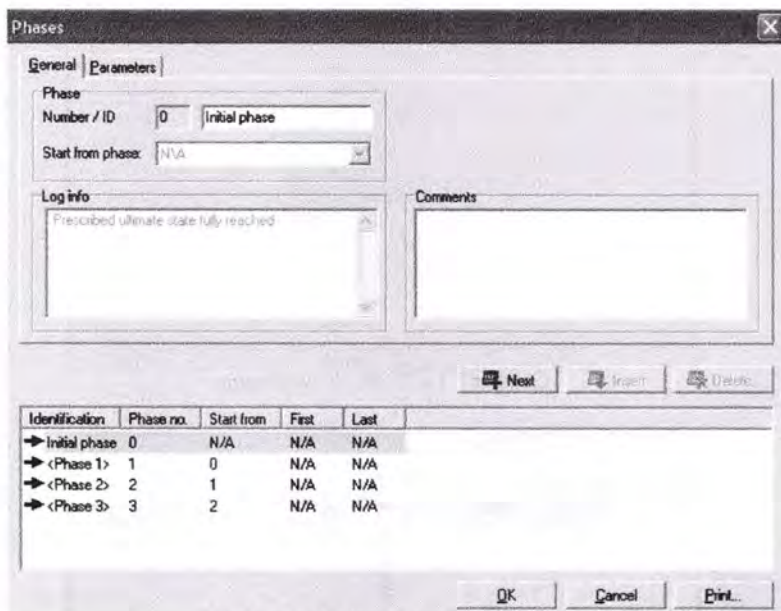


Gambar 5.17 3D Mesh Generation

5.2 PERHITUNGAN PROGRAM PLAXIS 3D FOUNDATION

5.2.1 Calculation Stage (Phases)

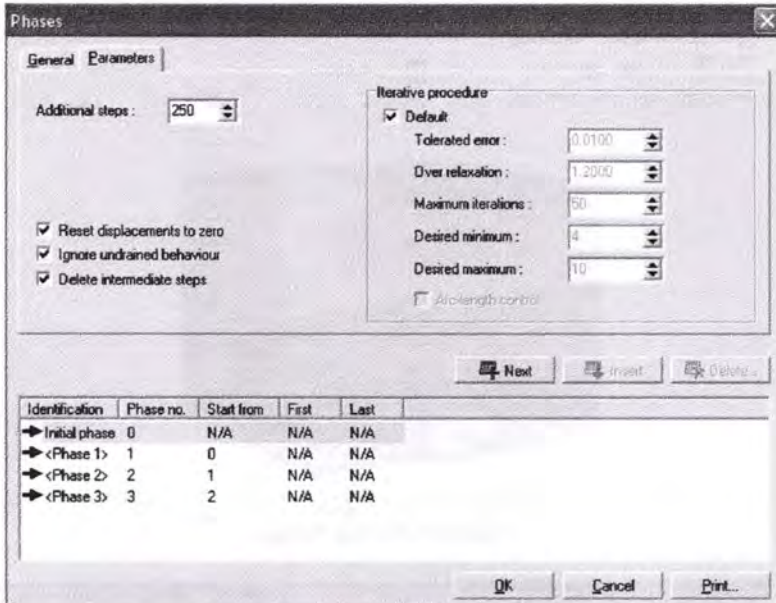
Sebelum melakukan perhitungan terlebih dahulu dibuat fase perhitungan (*calculation stage*) dengan menggunakan fitur *Phases*. Fase perhitungan yang dipakai adalah Fase Awal (*Initial Phase/Phase0*), Fase Pemancangan (*Phase1*), Fase Pemasangan *Pile Cap (Phase2)*, dan Fase Pembebanan (*Phase3*).



Gambar 5.18 Fase perhitungan (*Phase*)

Parameter fase perhitungan yang dipakai adalah *default* dari program PLAXIS 3D Foundation itu sendiri untuk Fase Awal (*Initial Phase/Phase0*). Sedangkan untuk fase lainnya dilakukan *custom setting* untuk fitur *reset displacement to zero* dan *ignore undrained behaviour*. Jumlah langkah atau iterasi yang dipakai adalah 250 langkah untuk setiap fase dan konfigurasi.





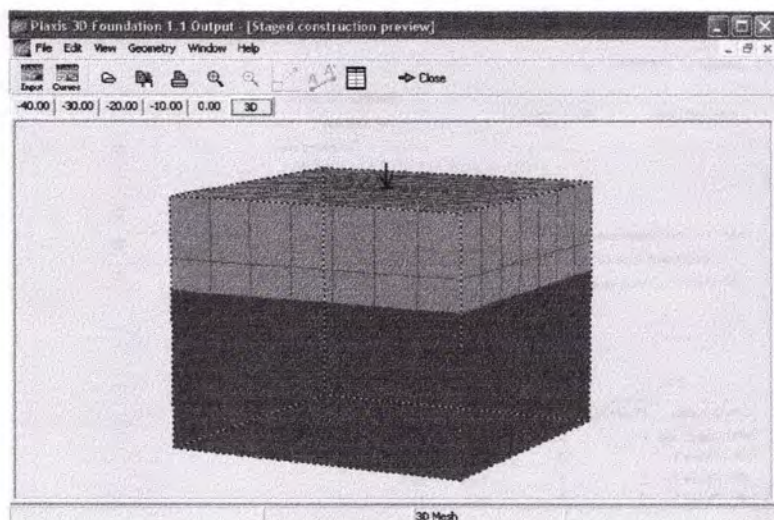
Gambar 5.19 Parameter fase perhitungan

5.2.2 Preview dan Select Point For Curves

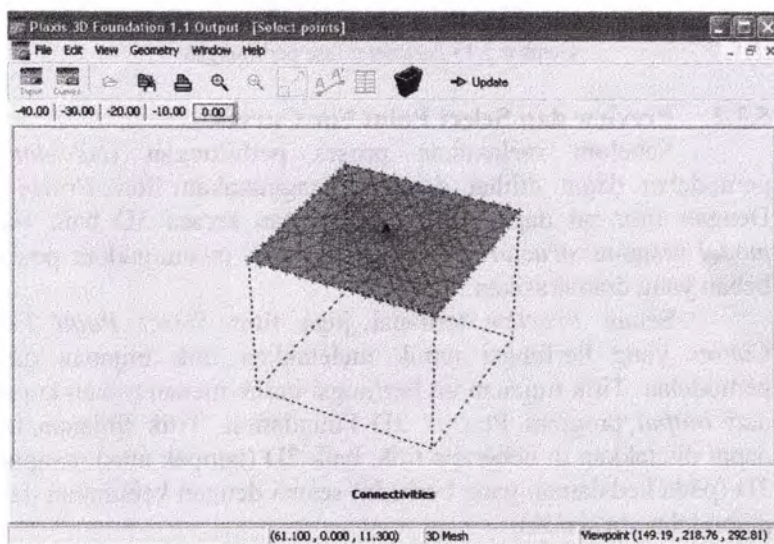
Sebelum melakukan proses perhitungan (*calculate*) pemodelan dapat dilihat dengan menggunakan fitur *Preview*. Dengan fitur ini dapat dilihat pemodelan secara 3D baik *soil model* maupun *structure model* serta dapat menunjukkan posisi beban yang diaplikasikan.

Selain *Preview* terdapat juga fitur *Select Point For Curves* yang berfungsi untuk meletakkan titik tinjauan dari pemodelan. Titik tinjauan ini berfungsi untuk menampilkan kurva dari *output* program PLAXIS 3D Foundation. Titik tinjauan ini dapat diletakkan di beberapa titik, baik 2D (tampak atas) maupun 3D (pada kedalaman yang berbeda) sesuai dengan kebutuhan dari pemodelan itu sendiri.





Gambar 5.20 Fitur Preview



Gambar 5.21 Fitur Select Point For Curves



5.3 REKAPITUKLASI HASIL PERHITUNGAN

5.3.1 Beban Aksial

Dibawah ini akan ditampilkan tabel dan grafik hubunganan antara jarak tiang pancang dengan besarnya settlement dengan variasi beban aksial, dengan keterangan simbol beban sebagai berikut:

◆ a500 ■ a1000 ▲ a1500 ✕ a2000
 ✱ a2500 ● a3000 + a4000 — a5000

dimana:

- a500 = Beban aksial 500 kN
- a1000 = Beban aksial 1000 kN
- a1500 = Beban aksial 1500 kN
- a2000 = Beban aksial 2000 kN
- a2500 = Beban aksial 2500 kN
- a3000 = Beban aksial 3000 kN
- a4000 = Beban aksial 4000 kN
- a5000 = Beban aksial 5000 kN

5.3.1.1 Kedalaman Pemancangan 10m

Tabel 5.1 Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Pasir

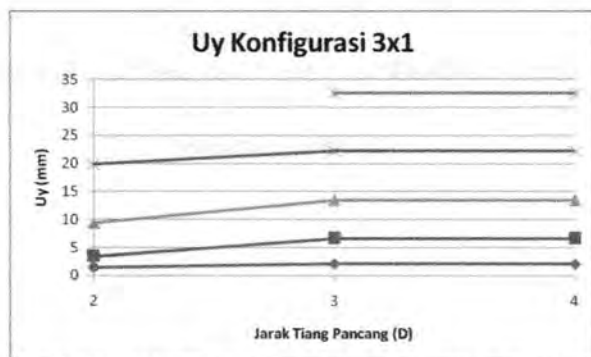
		Beban Aksial (kN)							
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
1	2D	1.44	3.41	9.38	19.84				
	3D	2.06	6.60	13.47	22.21	32.53			
	4D	2.06	6.60	13.47	22.21	32.53			
3	2D	3.01	12.94						
	3D	2.58	11.31	23.11	39.23	60.90	86.89		
	4D	2.58	11.31	23.11	39.23	60.90	86.89		
2	2D	1.68	6.20	13.24	22.93	35.93	49.80		
	3D	1.57	4.42	8.71	14.23	20.90	28.58		
	4D	1.57	4.42	8.71	14.23	20.90	28.58		

4S	2D	1.71	6.77	14.62	24.96	37.88	53.78		
	3D	1.65	4.85	9.78	16.08	23.35	31.83	52.98	79
	4D	1.92	4.13	7.29	11.28	16.58	23.41	38.45	
5C	2D	1.57	5.07	11.84	19.58				
	3D	1.49	3.53	7.36	12.12	17.97			
	4D	1.52	3.31	6.24	9.90	14.30	19.30		
5S	2D	1.51	4.19	9.19	15.64				
	3D	1.45	3.25	6.64	10.62	15.68			
	4D	1.47	3.14	5.92	9.21	13.27	17.93		
6K	2D	1.43	2.95	6.51	10.75	16.09			
	3D	1.40	2.86	5.65	8.94	12.86			
	4D	1.43	2.87	5.20	8.06	11.37	15.24		
6S	2D	1.48	3.38	8.04	13.91	22.73			
	3D	1.44	2.99	6.31	10.31	15.21			
	4D	1.44	2.72	4.82	7.56	10.79	14.62		

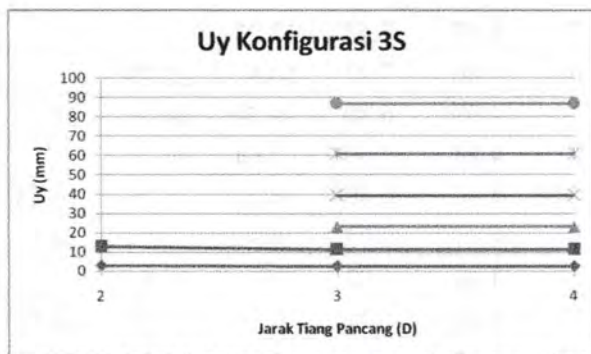
Tabel 5.2 Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Lempung

		Beban Aksial (kN)							
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
3x1	2D	2.98	5.65	9.16					
	3D	2.93	5.56	9.28	20.95				
	4D	2.91	5.52	8.99	15.89				
3S	2D	3.16	6.08	13.87					
	3D	1.64	3.10	4.56	6.02	7.48	8.95	12.34	1
	4D	2.91	5.44	9.02	24.32				
2x2	2D	2.79	5.26	7.89	13.94				
	3D	2.64	4.92	7.36	12.33				
	4D	2.48	4.53	6.70	9.69	13.94	24.66		

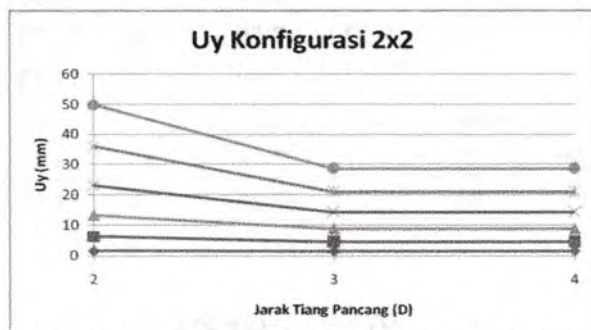
2D	2.73	5.07	7.55	13.23				
3D	2.65	4.86	7.21	10.87	22.79			
4D	2.65	4.69	6.80	9.59	14.11	25.70		
2D	2.61	4.84	7.09	9.64	24.28			
3D	2.40	4.40	6.40	8.53	11.25	20.78		
4D	2.37	4.31	6.25	8.31	10.74	14.74		
2D	2.51	4.66	6.82	9.24	13.81			
3D	2.35	4.28	6.21	8.30	10.91	16.76		
4D	2.33	4.15	5.97	7.97	10.26	14.06		
2D	2.34	4.30	6.26	8.34	10.71	14.22		
3D	2.23	4.01	5.79	7.59	9.58	12.21		
4D	2.23	3.92	5.60	7.30	9.18	11.58		
2D	2.43	4.46	6.48	8.63	11.22	23.64		
3D	2.30	4.12	5.93	7.78	9.85	13.02		
4D	2.21	3.86	5.52	7.20	9.04	11.18	21.56	



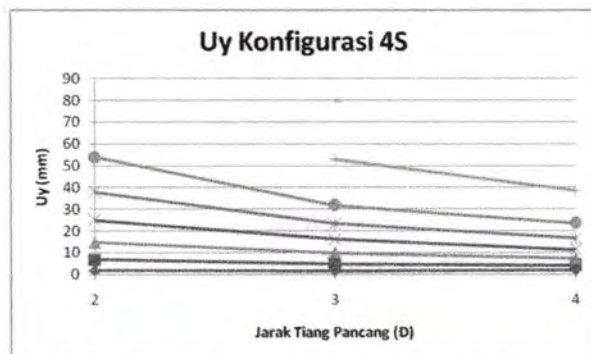
Gambar 5.22 Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir



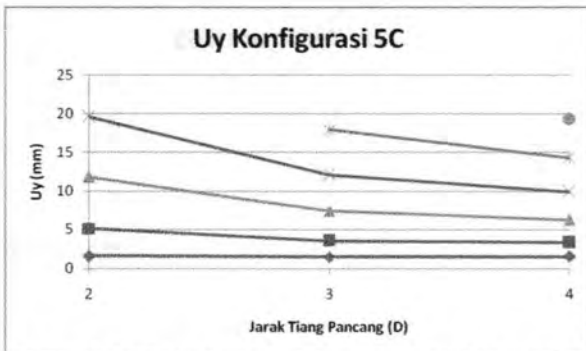
Gambar 5.23 Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Pasir



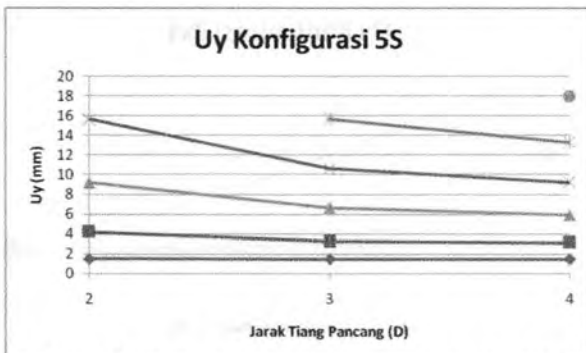
Gambar 5.24 Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir



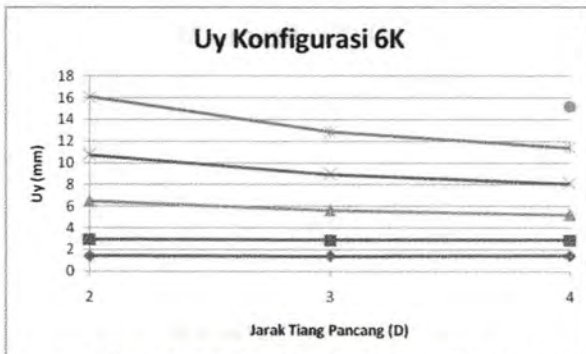
Gambar 5.25 Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Pasir



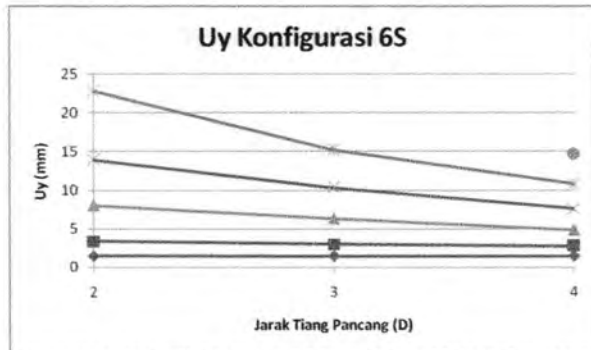
Gambar 5.26 Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Pasir



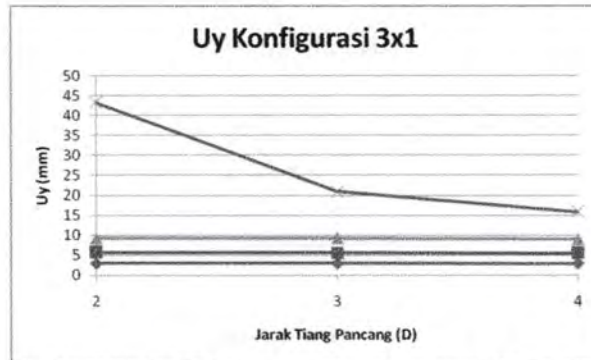
Gambar 5.27 Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Pasir



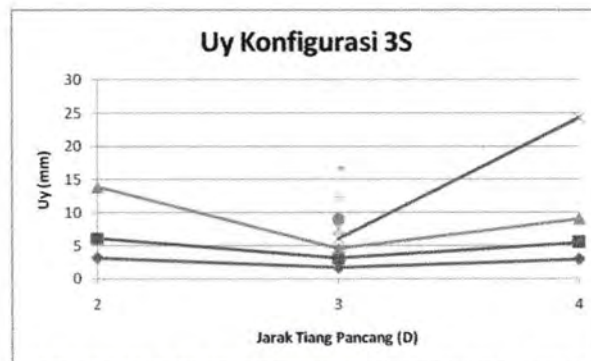
Gambar 5.28 Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Pasir



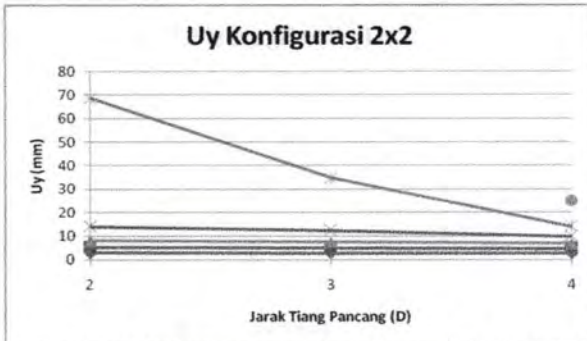
Gambar 5.29 Grafik Settlement Konfigurasi 6S, Tanah Pasir



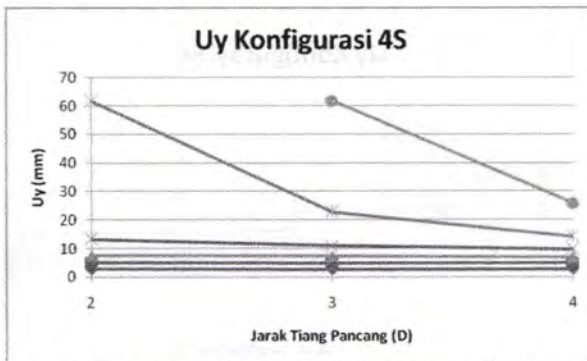
Gambar 5.30 Grafik Settlement Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung



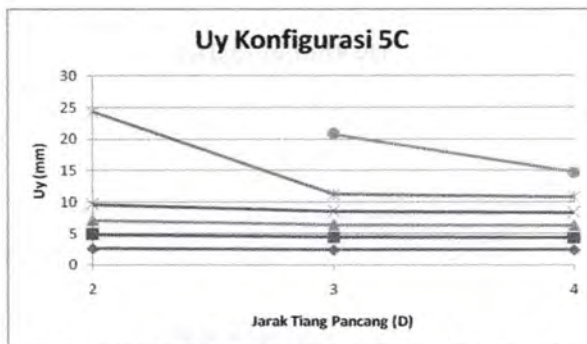
Gambar 5.31 Grafik Settlement Konfigurasi 3S, Tanah Lempung



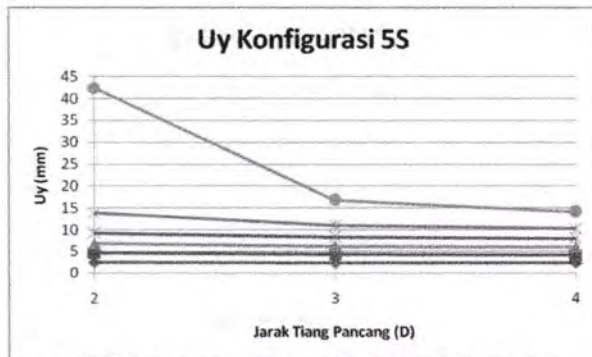
Gambar 5.32 Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung



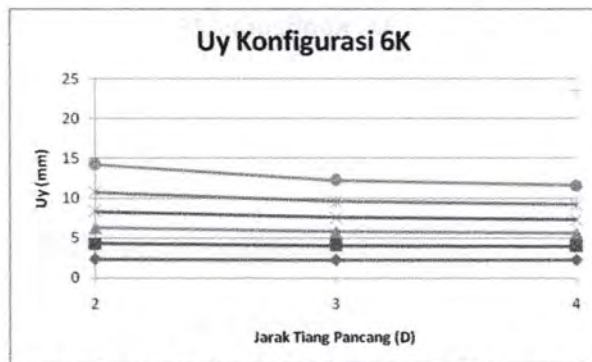
Gambar 5.33 Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Lempung



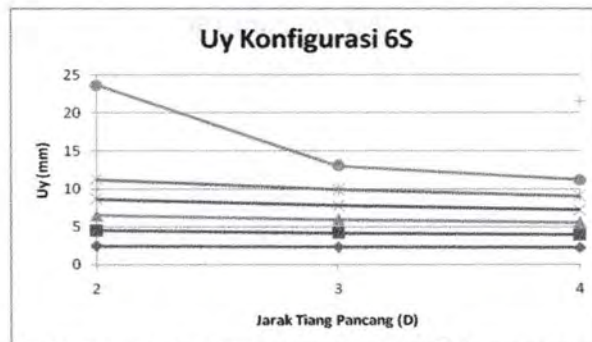
Gambar 5.34 Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Lempung



Gambar 5.35 Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Lempung



Gambar 5.36 Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Lempung



Gambar 5.37 Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Lempung

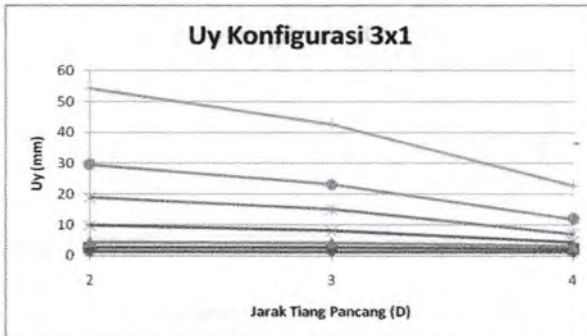
5.3.1.2 Kedalaman Pemancangan 20m

Tabel 5.3 Tabel Settlement (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Pasir

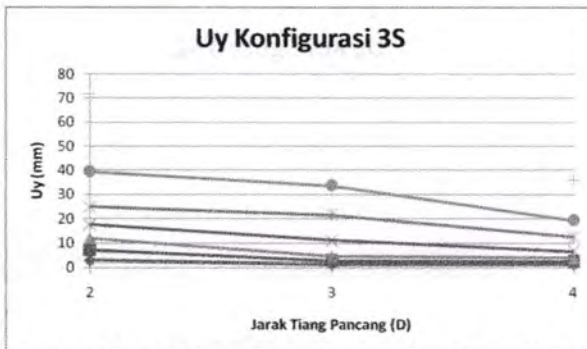
		Beban Aksial (kN)								
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000		
1	2D	1.30	2.65	4.35	9.78	18.92	29.60			
	3D	1.31	2.62	4.20	8.15	15.08	23.25			
	4D	1.13	2.09	3.15	4.39	7.07	11.78	22.79		
3	2D	2.85	6.94	11.78	17.53	24.92				
	3D	1.29	2.69	4.43	11.20	21.52				
	4D	1.26	2.44	3.85	6.47	12.43	19.26			
2	2D	1.14	2.18	3.41	4.81	8.25	15.03			
	3D	1.10	2.06	3.13	4.38	6.70	11.38	21.99		
	4D	1.13	2.09	3.15	4.39	7.08	11.78	22.79		
5	2D	1.14	2.18	3.37	4.74	8.07	14.91			
	3D	1.13	2.09	3.17	4.40	6.84	11.95	23.93		
	4D	1.20	2.14	3.16	4.30	5.76	9.05	17.40	27.21	
C	2D	1.06	1.95	2.93	4.01	5.20	6.59	16.47	30.35	
	3D	1.06	1.93	2.84	3.81	4.86	6.05	12.27	22.09	
	4D	1.11	2.03	2.98	3.98	5.05	6.25	11.26	19.33	
3	2D	1.04	1.92	2.83	3.88	5.01	6.32	14.34	26.57	
	3D	1.03	1.87	2.72	3.64	4.66	5.78	11.21	19.81	
	4D	1.08	1.92	2.77	3.67	4.64	5.72	10.42	17.84	
K	2D	0.98	1.78	2.59	3.44	4.37	5.37	7.93	15.32	
	3D	0.99	1.77	2.56	3.38	4.25	5.20	7.89	14.30	
	4D	1.04	1.82	2.60	3.43	4.31	5.24	7.87	13.56	
3	2D	1.02	1.85	2.70	3.62	4.63	5.69	8.56	18.08	
	3D	1.03	1.83	2.63	3.48	4.41	5.40	8.22	15.51	
	4D	1.07	1.86	2.65	3.45	4.30	5.20	7.28	11.33	

Tabel 5.4 Tabel Settlement (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Lempung

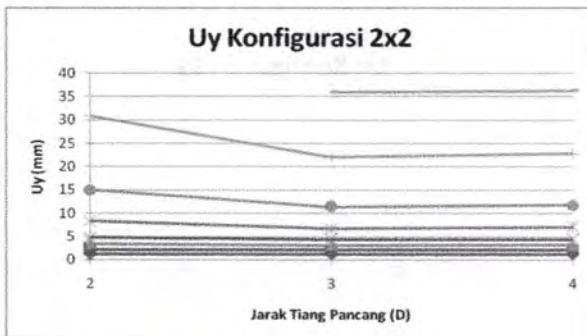
		Beban Aksial (kN)							
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
3x1	2D	1.93	3.66	5.39	7.12	8.85	10.72		
	3D	1.90	3.59	5.29	6.98	8.67	10.43	26.38	
	4D	1.96	3.68	5.41	7.13	8.88	10.72	21.10	
3S	2D	2.76	4.46	6.18	7.92	9.69	11.84		
	3D	1.89	3.59	5.29	5.87	8.70	10.71		
	4D	1.87	3.48	5.09	6.70	8.31	10.00	29.50	
2x2	2D	1.72	3.21	4.71	6.20	7.70	9.21	12.77	
	3D	1.66	3.06	4.46	5.87	7.27	8.67	11.62	29.50
	4D	1.63	2.95	4.28	5.61	6.94	8.26	10.97	14.25
4S	2D	1.70	3.15	4.59	6.04	7.48	8.94	12.24	
	3D	1.70	3.09	4.48	5.87	7.26	8.66	11.51	29.50
	4D	1.76	3.10	4.44	5.78	7.12	8.46	11.17	
5C	2D	1.60	2.92	4.24	5.55	6.87	8.19	10.92	14.25
	3D	1.56	2.81	4.07	5.33	6.59	7.85	10.37	14.25
	4D	1.61	2.91	4.20	5.50	6.80	8.09	10.68	14.25
5S	2D	1.57	2.87	4.18	5.48	6.79	8.10	10.74	14.25
	3D	1.53	2.76	3.98	5.21	6.44	7.67	10.13	14.25
	4D	1.57	2.77	3.97	5.17	6.37	7.57	10.00	14.25
6K	2D	1.48	2.67	3.86	5.05	6.24	7.43	9.82	14.25
	3D	1.46	2.59	3.72	4.85	5.98	7.11	9.38	14.25
	4D	1.50	2.61	3.72	4.83	5.94	7.05	9.26	14.25
6S	2D	1.51	2.74	3.96	5.18	6.41	7.63	10.10	14.25
	3D	1.50	2.65	3.80	4.96	6.11	7.27	9.57	14.25
	4D	1.52	2.61	3.71	4.81	5.91	7.02	9.25	14.25



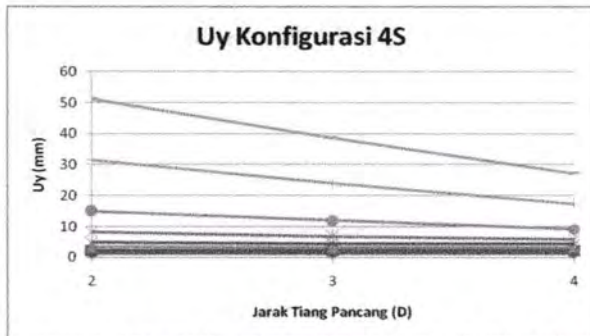
Gambar 5.38 Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir



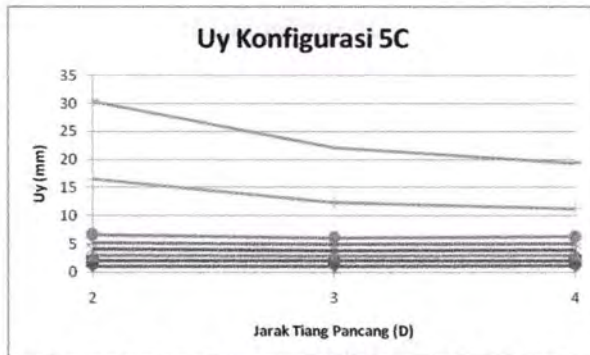
Gambar 5.39 Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Pasir



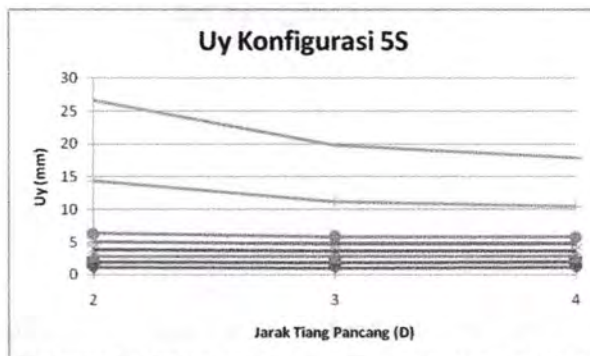
Gambar 5.40 Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir



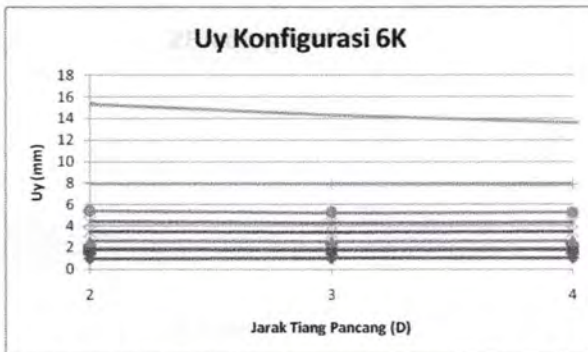
Gambar 5.41 Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Pasir



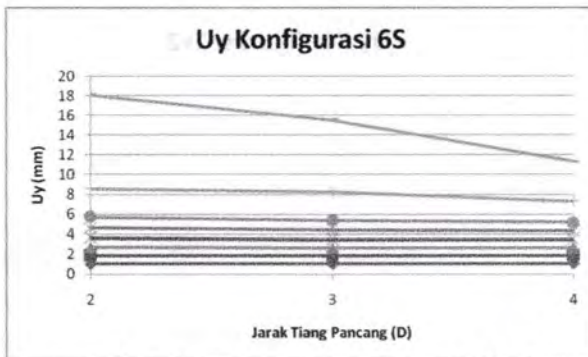
Gambar 5.42 Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Pasir



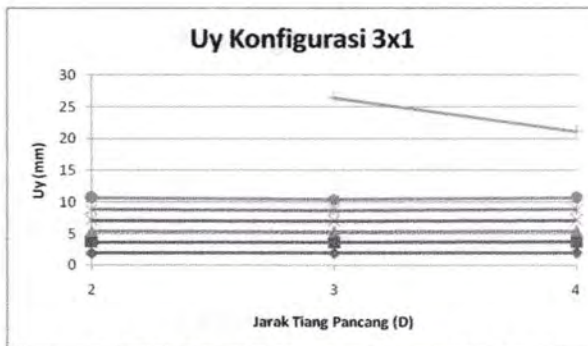
Gambar 5.43 Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Pasir



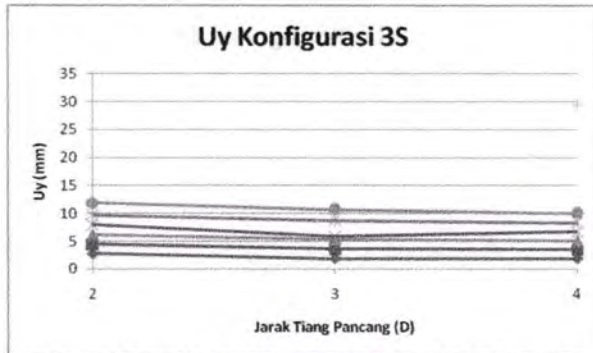
Gambar 5.44 Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Pasir



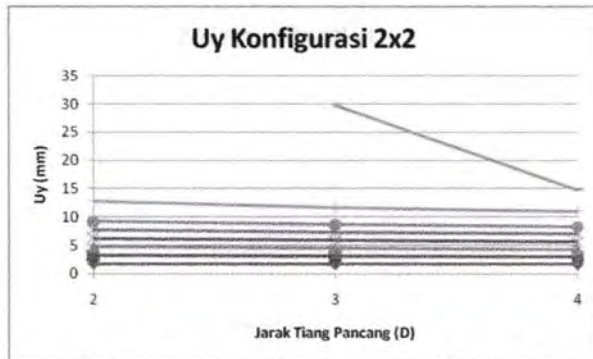
Gambar 5.45 Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Pasir



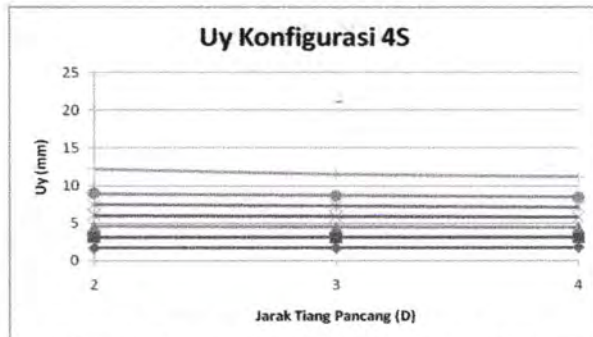
Gambar 5.46 Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung



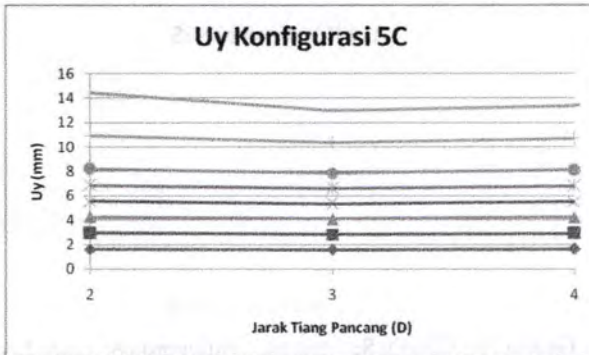
Gambar 5.47 Grafik Settlement Konfigurasi 3S, Tanah Lempung



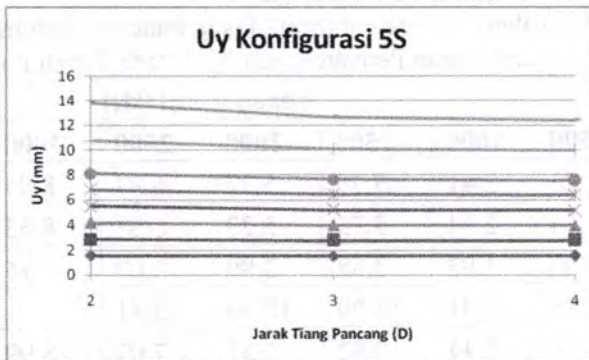
Gambar 5.48 Grafik Settlement Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung



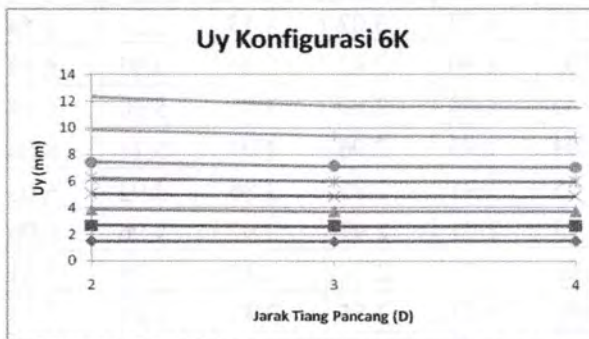
Gambar 5.49 Grafik Settlement Konfigurasi 4S, Tanah Lempung



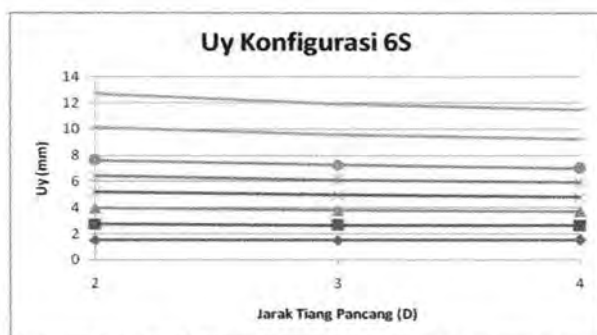
Gambar 5.50 Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Lempung



Gambar 5.51 Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Lempung



Gambar 5.52 Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Lempung



Gambar 5.53 Grafik Settlement Konfigurasi 6S, Tanah Lempung

5.3.1.3 Kedalaman Pemancangan 30m

Tabel 5.5 Tabel Settlement (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Pasir

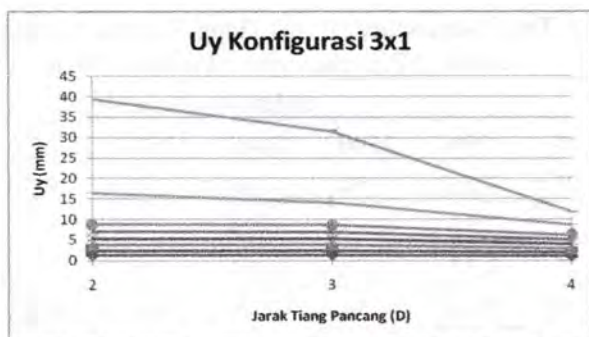
		Beban Aksial (kN)							
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
3x1	2D	1.22	2.41	3.79	5.32	6.97	8.83	16.44	
	3D	1.24	2.44	3.75	5.23	6.84	8.63	14.12	3
	4D	1.06	1.93	2.88	3.90	5.00	6.15	8.71	1
3S	2D	2.86	6.91	11.70	17.30	23.51			
	3D	1.20	2.44	3.82	5.37	7.07	8.99	17.73	4
	4D	1.19	2.26	3.49	4.84	6.30	7.89	11.79	2
2x2	2D	1.04	1.97	3.02	4.13	5.29	6.54	9.35	1
	3D	1.02	1.90	2.83	3.86	4.95	6.11	8.62	1
	4D	1.06	1.93	2.88	3.90	5.00	6.15	8.72	1
4S	2D	1.04	1.95	2.96	4.04	5.16	6.38	9.07	1
	3D	1.05	1.91	2.85	3.86	4.92	6.06	8.55	1
	4D	1.13	2.01	2.93	3.92	4.96	6.06	8.46	1
5C	2D	0.95	1.73	2.54	3.42	4.35	5.31	7.31	9
	3D	0.96	1.75	2.55	3.37	4.24	5.15	7.05	9
	4D	1.03	1.86	2.72	3.60	4.51	5.44	7.40	9

S	2D	0.94	1.72	2.51	3.36	4.27	5.22	7.19	9.32
	3D	0.94	1.70	2.46	3.25	4.09	4.97	6.83	8.82
	4D	1.00	1.77	2.54	3.33	4.16	5.04	6.88	8.85
K	2D	0.87	1.58	2.28	3.00	3.74	4.53	6.18	7.91
	3D	0.90	1.59	2.29	3.00	3.74	4.50	6.11	7.80
	4D	0.95	1.65	2.36	3.09	3.85	4.62	6.22	7.92
S	2D	0.91	1.65	2.38	3.15	3.97	4.83	6.60	8.44
	3D	0.94	1.66	2.38	3.11	3.89	4.70	6.41	8.18
	4D	0.99	1.72	2.44	3.17	3.92	4.70	6.33	8.04

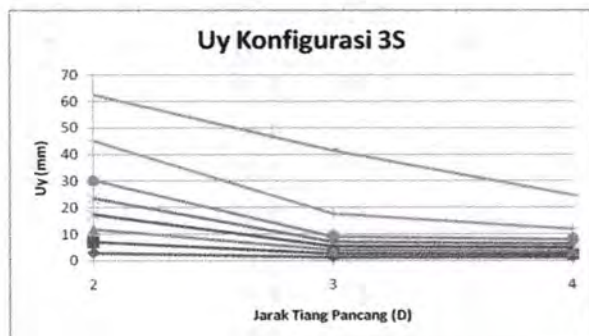
Tabel 5.6 Tabel Settelement (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Lempung

		Beban Aksial (kN)							
		500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000
1	2D	1.71	3.22	4.74	6.26	7.78	9.30	12.73	17.14
	3D	1.71	3.22	4.72	6.23	7.73	9.24	12.45	16.27
	4D	1.75	3.27	4.80	6.33	7.86	9.40	12.65	16.41
S	2D	3.72	5.13	6.55	7.98	9.41	10.85	14.09	17.85
	3D	1.68	3.16	3.89	6.14	7.63	9.14	12.69	17.54
	4D	1.68	3.11	4.53	5.97	7.40	8.83	11.89	15.80
2	2D	1.49	2.76	4.04	5.31	6.59	7.86	10.45	13.35
	3D	1.45	2.67	3.89	5.10	6.32	7.54	10.00	12.53
	4D	1.45	2.62	3.79	4.69	6.13	7.30	9.65	12.02
S	2D	1.47	2.70	3.92	5.15	6.38	7.60	10.07	12.76
	3D	1.48	2.67	3.86	5.05	6.24	7.43	9.81	12.22
	4D	1.58	2.77	3.95	5.14	6.33	7.51	9.89	12.28
S	2D	1.33	2.40	3.47	4.55	5.62	6.69	8.84	11.03
	3D	1.32	2.37	3.42	4.47	5.51	6.56	8.66	10.76
	4D	1.40	2.51	3.62	4.73	5.84	6.95	9.17	11.39

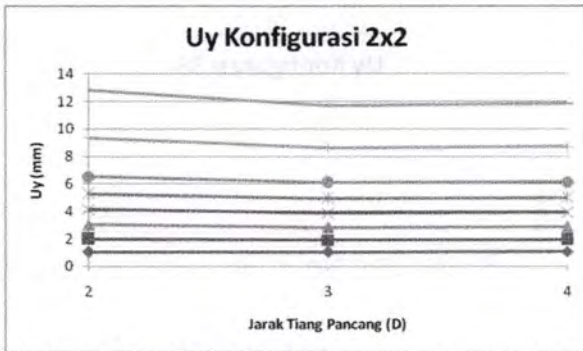
5S	2D	1.31	2.38	3.46	4.53	5.61	6.68	8.83	10
	3D	1.30	2.32	3.35	4.38	5.41	6.43	8.49	10
	4D	1.35	2.37	3.39	4.41	5.44	6.46	8.50	10
6K	2D	1.21	2.18	3.15	4.12	5.08	6.05	7.99	9
	3D	1.23	2.16	3.09	4.03	4.96	5.89	7.76	9
	4D	1.28	2.21	3.14	4.07	5.00	5.93	7.79	9
6S	2D	1.26	2.26	3.26	4.26	5.26	6.26	8.26	10
	3D	1.27	2.23	3.19	4.16	5.12	6.08	8.01	9
	4D	1.32	2.26	3.20	4.14	5.08	6.03	7.92	9



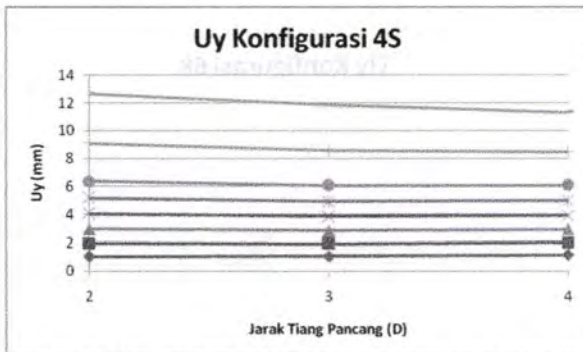
Gambar 5.54 Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir



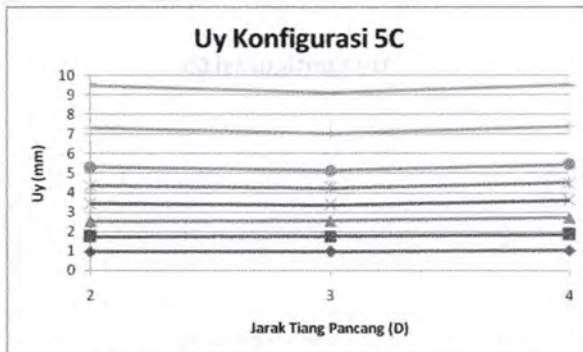
Gambar 5.55 Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Pasir



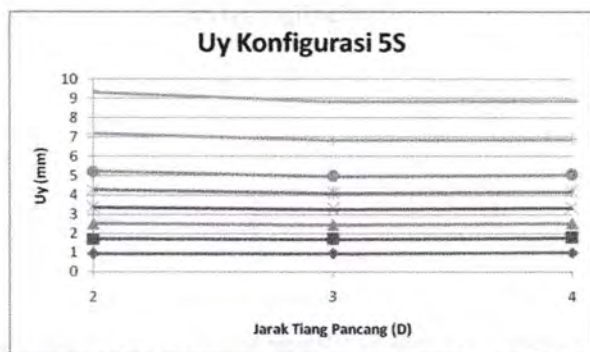
Gambar 5.56 Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir



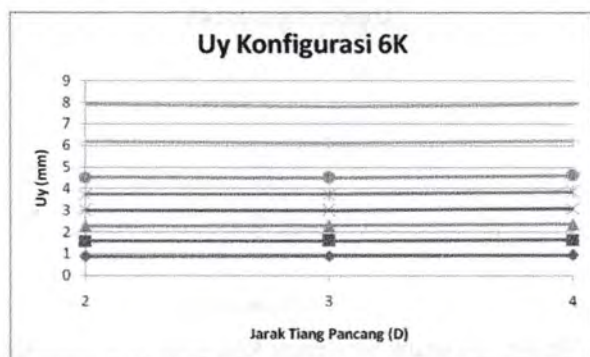
Gambar 5.57 Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Pasir



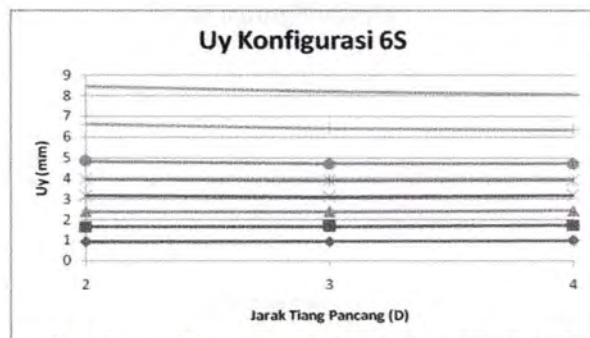
Gambar 5.58 Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Pasir



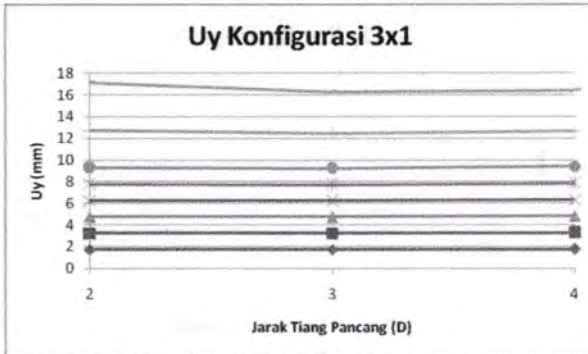
Gambar 5.59 Grafik Settlement Konfigurasi 5S, Tanah Pasir



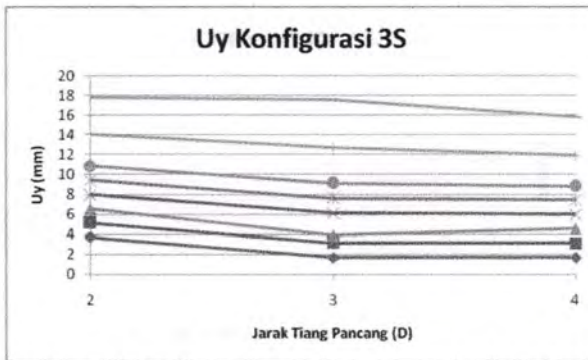
Gambar 5.60 Grafik Settlement Konfigurasi 6K, Tanah Pasir



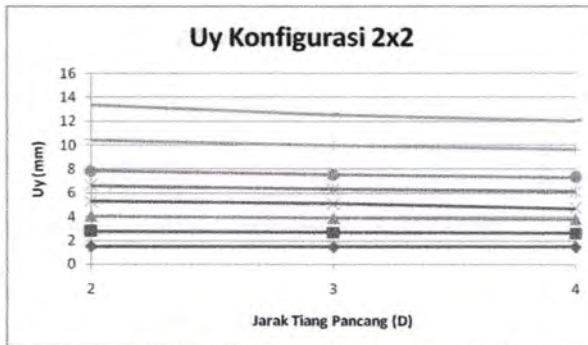
Gambar 5.61 Grafik Settlement Konfigurasi 6S, Tanah Pasir



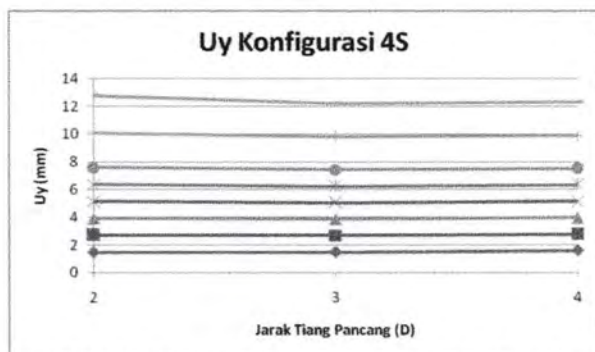
Gambar 5.62 Grafik Settelement Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung



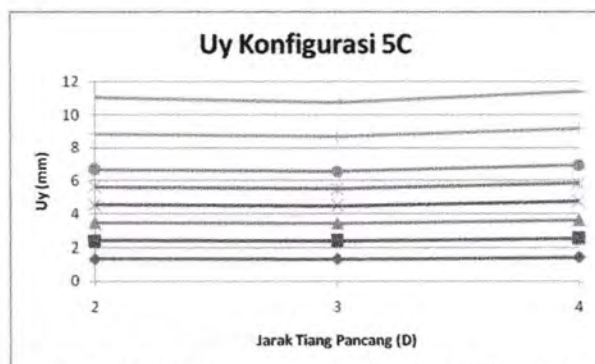
Gambar 5.63 Grafik Settelement Konfigurasi 3S, Tanah Lempung



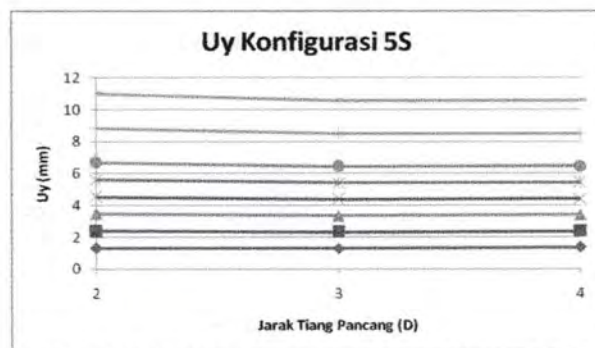
Gambar 5.64 Grafik Settelement Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung



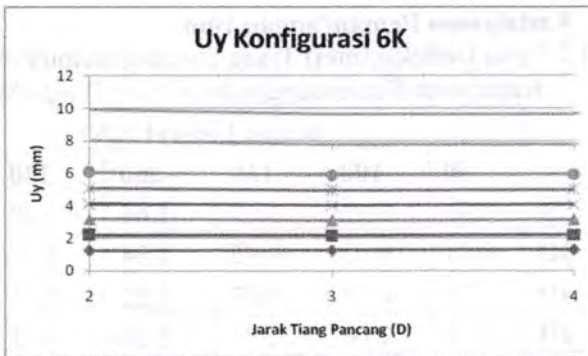
Gambar 5.65 Grafik Settelement Konfigurasi 4S, Tanah Lempung



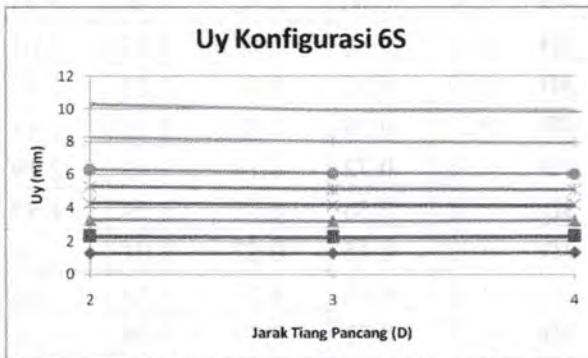
Gambar 5.66 Grafik Settelement Konfigurasi 5C, Tanah Lempung



Gambar 5.67 Grafik Settelement Konfigurasi 5S, Tanah Lempung



Gambar 5.68 Grafik Settelement Konfigurasi 6K, Tanah Lempung



Gambar 5.69 Grafik Settelement Konfigurasi 6S, Tanah Lempung

5.3.2 Beban Lateral

Dibawah ini akan ditampilkan grafik-grafik hubungan antara jarak tiang pancang dengan besarnya defleksi dengan variasi beban lateral, dengan keterangan simbol beban sebagai berikut:

◆ h50 ■ h100 ▲ h150 ✕ h200 ✖ h250 ● h300

dimana:

a50 = Beban lateral 50 kN	a200 = Beban lateral 200 kN
a100 = Beban lateral 100 kN	a250 = Beban lateral 250 kN
a150 = Beban lateral 150 kN	a300 = Beban lateral 300 kN

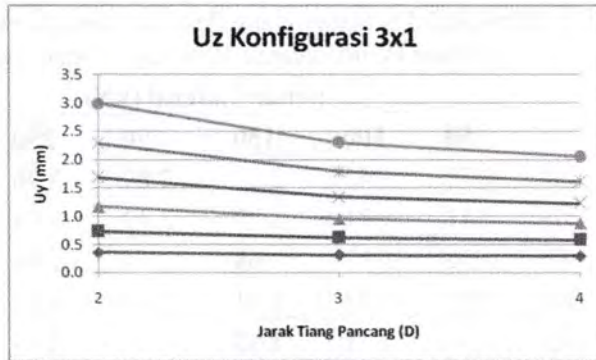
5.3.2.1 Kedalaman Pemancangan 10m

Tabel 5.7 Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Pasir

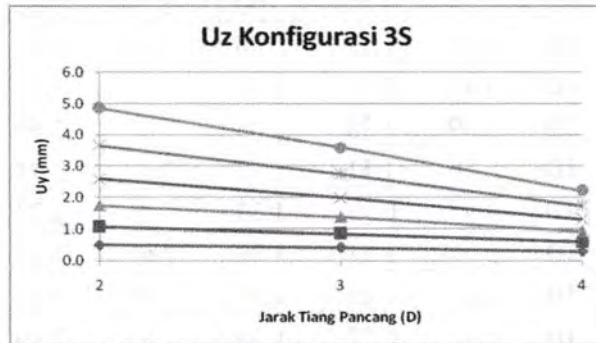
		Beban Lateral (kN)					
		50	100	150	200	250	300
3x1	2D	0.36	0.73	1.17	1.68	2.28	2.99
	3D	0.31	0.62	0.95	1.34	1.79	2.30
	4D	0.29	0.58	0.87	1.22	1.61	2.05
3S	2D	0.50	1.06	1.73	2.59	3.65	4.85
	3D	0.42	0.85	1.37	1.99	2.74	3.59
	4D	0.30	0.60	0.92	1.30	1.73	2.21
2x2	2D	0.34	0.68	1.07	1.53	2.07	2.68
	3D	0.27	0.53	0.81	1.13	1.49	1.90
	4D	0.27	0.53	0.80	1.10	1.44	1.83
4S	2D	0.36	0.72	1.14	1.63	2.19	2.86
	3D	0.28	0.56	0.85	1.19	1.57	2.00
	4D	0.23	0.45	0.67	0.91	1.18	1.48
5C	2D	0.34	0.68	1.07	1.52	2.06	2.68
	3D	0.27	0.52	0.78	1.09	1.43	1.81
	4D	0.23	0.45	0.68	0.92	1.20	1.49
5S	2D	0.31	0.60	0.93	1.31	1.74	2.23
	3D	0.25	0.49	0.73	1.00	1.31	1.66
	4D	0.22	0.44	0.65	0.88	1.14	1.43
6K	2D	0.26	0.51	0.77	1.07	1.40	1.78
	3D	0.22	0.44	0.65	0.88	1.15	1.44
	4D	0.20	0.40	0.59	0.78	1.01	1.25
6S	2D	0.30	0.59	0.91	1.28	1.69	2.17
	3D	0.25	0.49	0.73	1.00	1.31	1.64
	4D	0.21	0.40	0.60	0.80	1.03	1.28

Tabel 5.8 Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 10m Pada Tanah Lempung

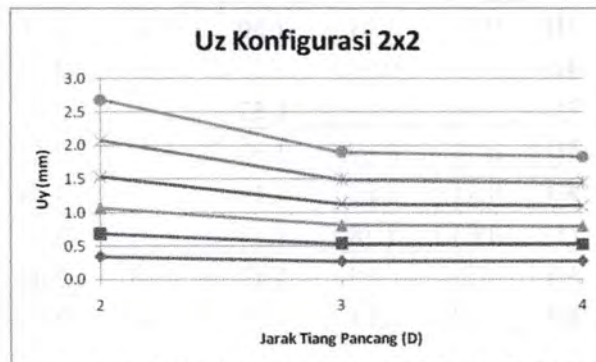
		Beban Lateral (kN)					
		50	100	150	200	250	300
3x1	2D	0.72	1.45	2.17	2.89	3.76	4.82
	3D	0.61	1.21	1.82	2.43	3.04	3.65
	4D	0.56	1.12	1.68	2.24	2.80	3.36
3S	2D	0.87	1.72	2.61	3.64	4.82	6.10
	3D	0.56	1.11	1.65	2.20	2.75	3.32
	4D	0.53	1.05	1.58	2.10	2.63	3.16
2x2	2D	0.71	1.40	2.09	2.79	3.63	4.62
	3D	0.59	1.17	1.76	2.34	2.93	3.55
	4D	0.48	0.96	1.44	1.93	2.41	2.89
4S	2D	0.69	1.38	2.06	2.75	3.52	4.36
	3D	0.56	1.11	1.65	2.20	2.75	3.32
	4D	0.47	0.93	1.39	1.86	2.32	2.79
5C	2D	0.66	1.31	1.96	2.61	3.34	4.21
	3D	0.53	1.05	1.57	2.08	2.60	3.13
	4D	0.47	0.92	1.38	1.83	2.29	2.75
5S	2D	0.61	1.21	1.81	2.41	3.02	3.70
	3D	0.51	1.01	1.50	2.00	2.50	3.01
	4D	0.46	0.90	1.35	1.80	2.25	2.70
6K	2D	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61	3.13
	3D	0.45	0.89	1.33	1.77	2.22	2.66
	4D	0.41	0.80	1.19	1.58	1.98	2.37
6S	2D	0.60	1.18	1.77	2.35	2.94	3.57
	3D	0.50	0.98	1.47	1.95	2.44	2.92
	4D	0.42	0.83	1.23	1.64	2.05	2.45



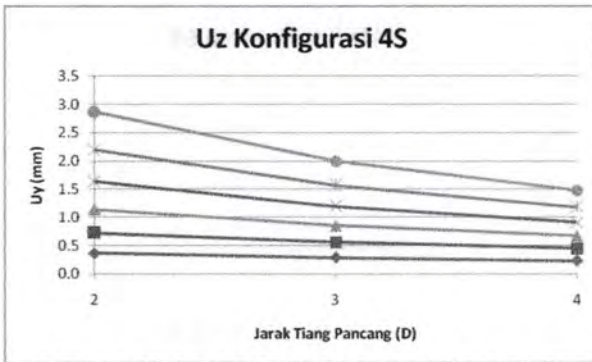
Gambar 5.70 Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir



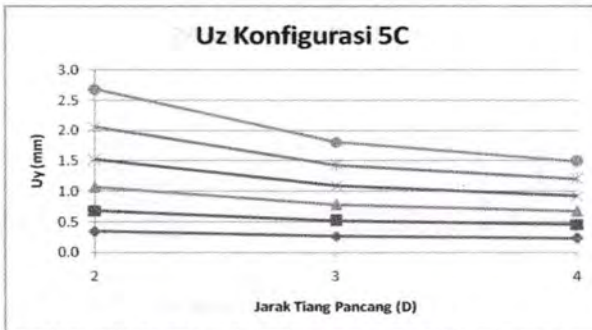
Gambar 5.71 Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Pasir



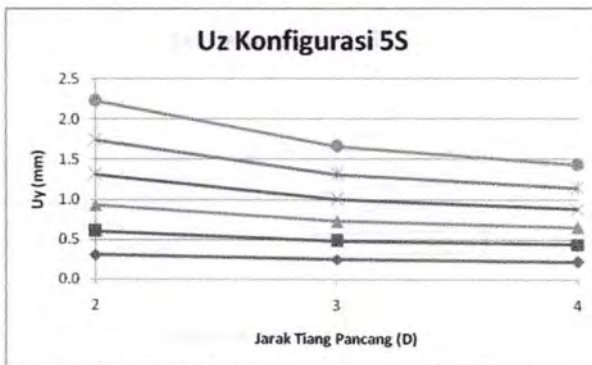
Gambar 5.72 Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir



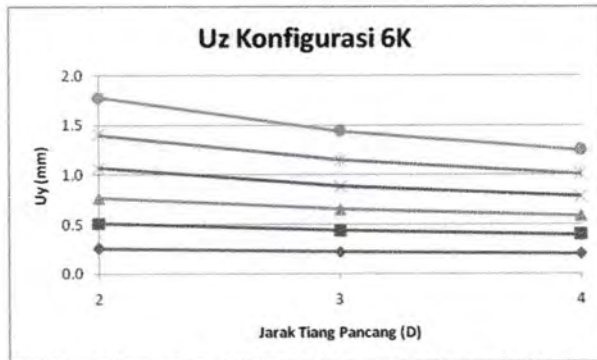
Gambar 5.73 Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Pasir



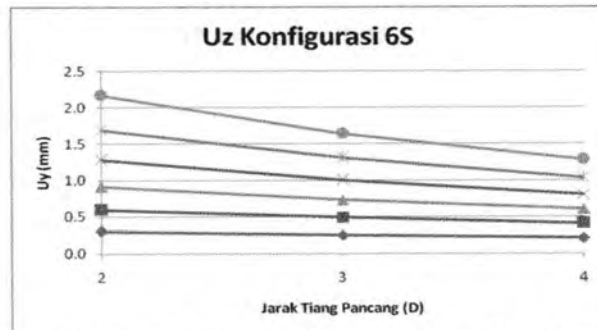
Gambar 5.74 Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Pasir



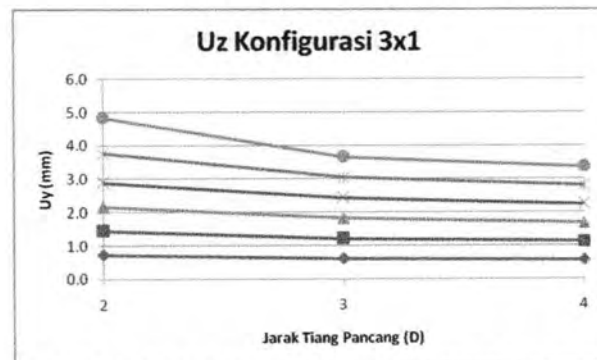
Gambar 5.75 Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Pasir



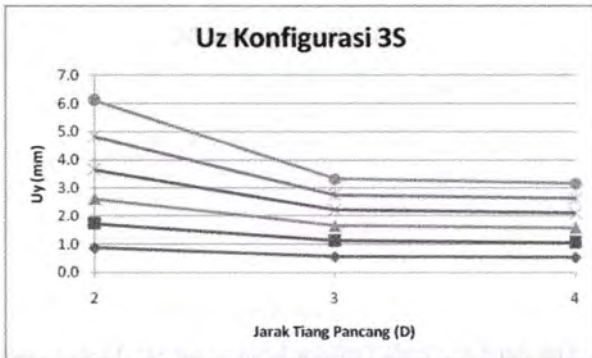
Gambar 5.76 Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Pasir



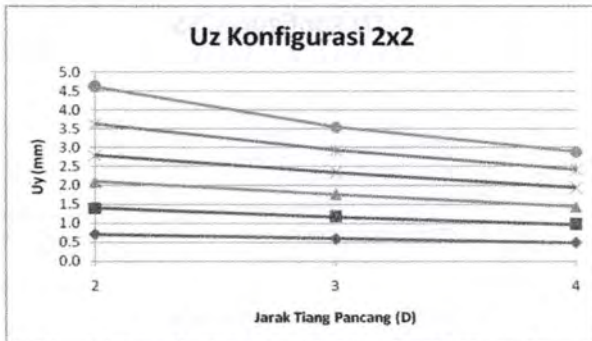
Gambar 5.77 Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Pasir



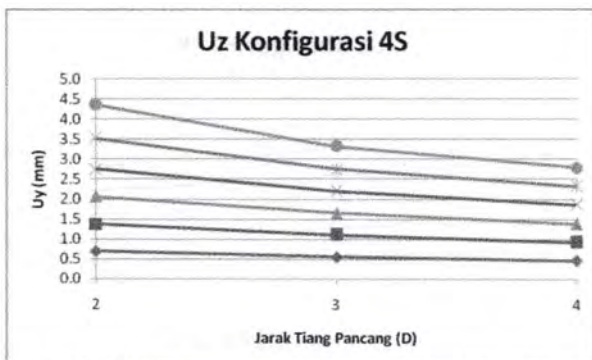
Gambar 5.78 Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung



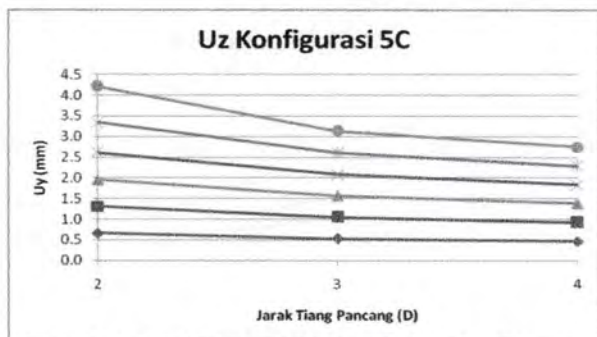
Gambar 5.79 Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Lempung



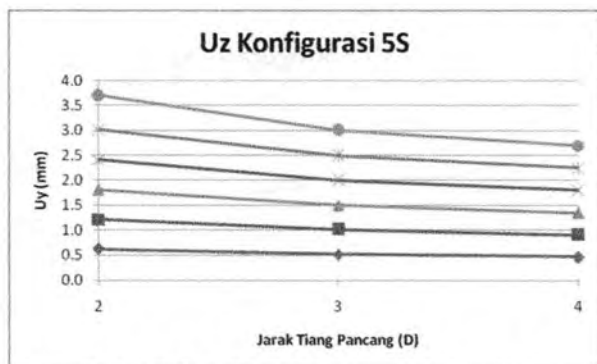
Gambar 5.80 Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung



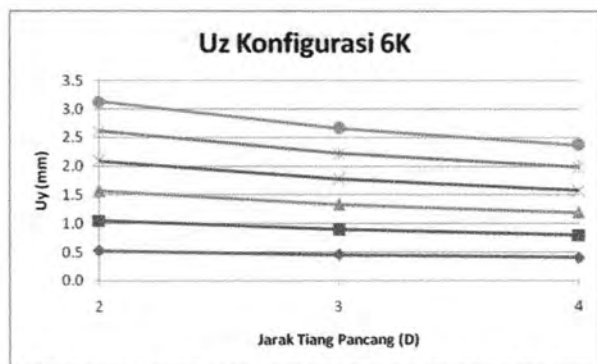
Gambar 5.81 Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Lempung



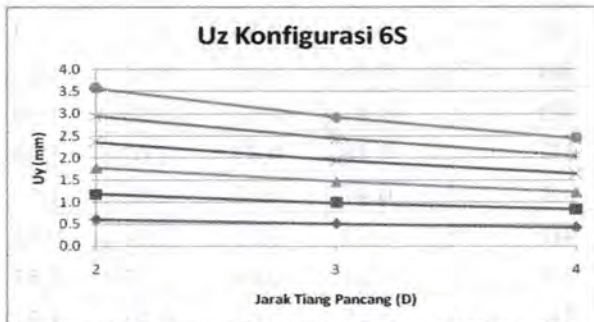
Gambar 5.82 Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Lempung



Gambar 5.83 Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Lempung



Gambar 5.84 Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Lempung



Gambar 5.85 Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Lempung

5.3.2.2 Kedalaman Pemancangan 20m

Tabel 5.9 Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Pasir

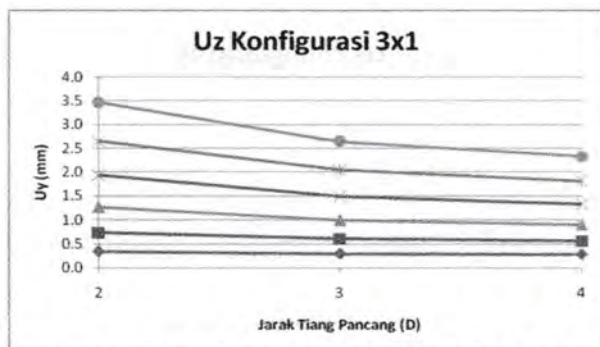
		Beban Lateral (kN)					
		50	100	150	200	250	300
3x1	2D	0.34	0.74	1.27	1.93	2.65	3.46
	3D	0.30	0.61	1.00	1.48	2.04	2.64
	4D	0.28	0.56	0.90	1.32	1.80	2.33
3S	2D	0.46	1.06	1.94	3.10	4.48	6.06
	3D	0.36	0.80	1.38	2.09	2.94	3.89
	4D	0.28	0.57	0.94	1.38	1.90	2.50
2x2	2D	0.32	0.67	1.11	1.68	2.36	3.15
	3D	0.26	0.52	0.83	1.21	1.65	2.14
	4D	0.25	0.49	0.78	1.13	1.55	2.04
4S	2D	0.32	0.68	1.14	1.71	2.39	3.17
	3D	0.26	0.53	0.85	1.24	1.71	2.23
	4D	0.22	0.43	0.66	0.94	1.25	1.60
5C	2D	0.31	0.61	0.96	1.37	1.84	2.37
	3D	0.25	0.48	0.73	1.01	1.33	1.68
	4D	0.22	0.43	0.64	0.87	1.13	1.41

5S	2D	0.28	0.56	0.86	1.22	1.61	2.05
	3D	0.23	0.46	0.69	0.95	1.25	1.58
	4D	0.21	0.41	0.61	0.83	1.08	1.36
6K	2D	0.25	0.48	0.73	1.02	1.34	1.69
	3D	0.21	0.41	0.62	0.84	1.10	1.37
	4D	0.19	0.37	0.55	0.74	0.95	1.18
6S	2D	0.28	0.54	0.84	1.17	1.55	1.98
	3D	0.23	0.45	0.67	0.93	1.22	1.53
	4D	0.19	0.38	0.56	0.75	0.97	1.21

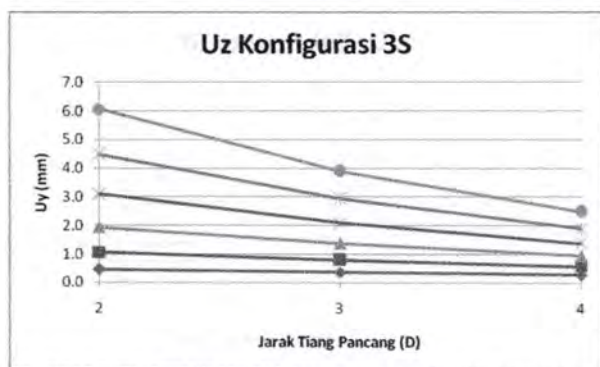
Tabel 5.10 Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 20m Pada Tanah Lempung

		Beban Lateral (kN)					
		50	100	150	200	250	300
3x1	2D	0.69	1.38	2.07	2.77	3.59	4.54
	3D	0.58	1.17	1.75	2.33	2.91	3.50
	4D	0.53	1.07	1.60	2.14	2.67	3.20
3S	2D	0.83	1.63	2.49	3.44	4.55	5.75
	3D	0.72	1.44	2.16	2.91	3.76	4.70
	4D	0.60	1.18	1.77	2.36	2.97	3.60
2x2	2D	0.66	1.32	1.98	2.65	3.47	4.34
	3D	0.56	1.10	1.65	2.20	2.75	3.33
	4D	0.46	0.92	1.38	1.85	2.31	2.77
4S	2D	0.66	1.30	1.95	2.61	3.33	4.11
	3D	0.53	1.05	1.58	2.10	2.63	3.16
	4D	0.45	0.89	1.34	1.79	2.23	2.68
5C	2D	0.64	1.27	1.90	2.53	3.22	4.05
	3D	0.52	1.03	1.53	2.04	2.55	3.06
	4D	0.46	0.91	1.35	1.80	2.25	2.71

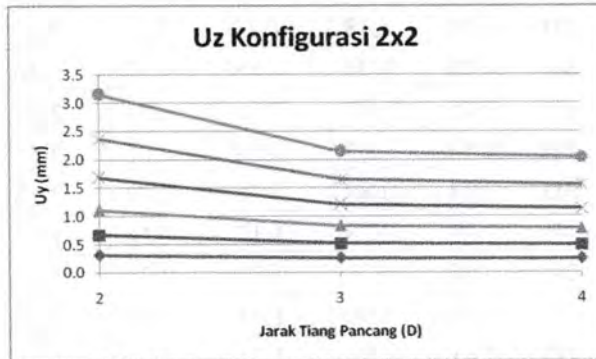
5S	2D	0.59	1.18	1.77	2.35	2.95	3.61
	3D	0.50	0.99	1.48	1.97	2.46	2.95
	4D	0.45	0.89	1.33	1.77	2.21	2.66
6K	2D	0.52	1.03	1.54	2.05	2.56	3.07
	3D	0.44	0.88	1.31	1.74	2.18	2.62
	4D	0.40	0.78	1.17	1.56	1.95	2.33
6S	2D	0.58	1.15	1.72	2.28	2.86	3.46
	3D	0.49	0.96	1.44	1.91	2.38	2.86
	4D	0.41	0.81	1.21	1.61	2.01	2.41



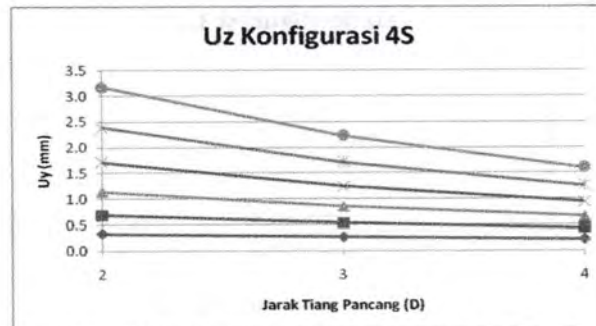
Gambar 5.86 Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir



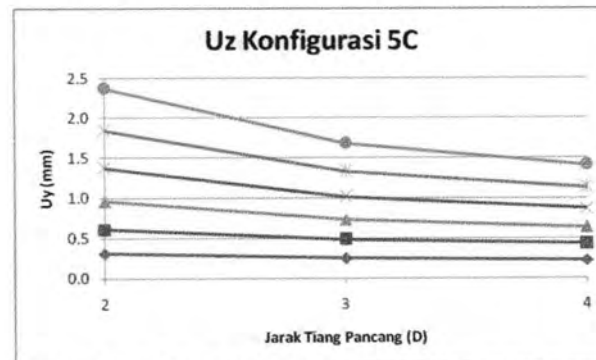
Gambar 5.87 Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Pasir



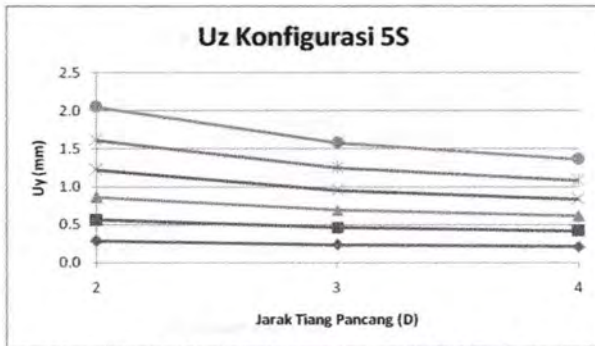
Gambar 5.88 Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir



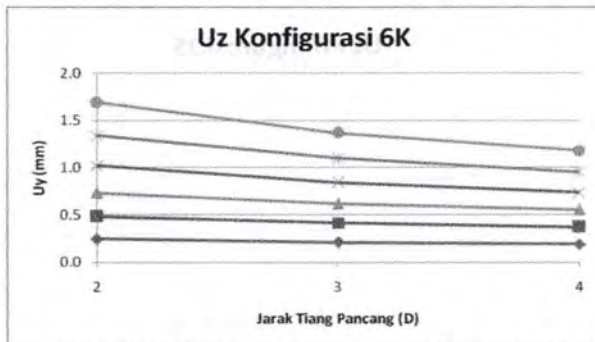
Gambar 5.89 Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Pasir



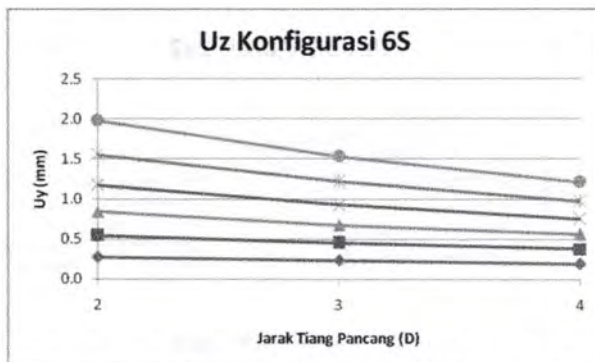
Gambar 5.90 Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Pasir



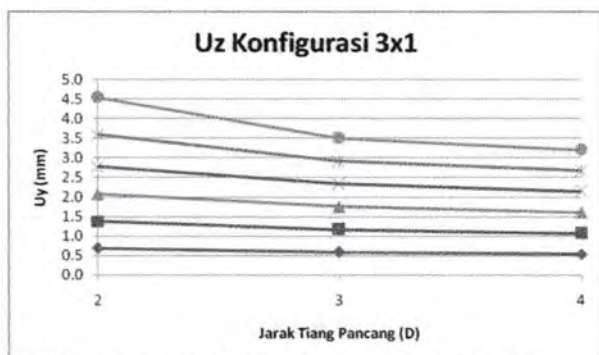
Gambar 5.91 Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Pasir



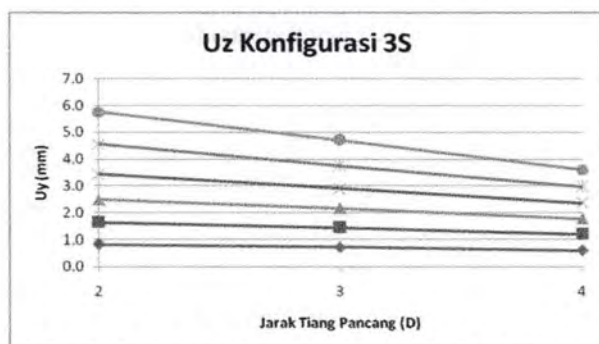
Gambar 5.92 Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Pasir



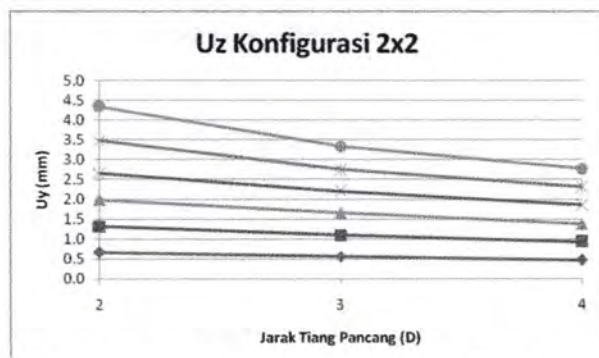
Gambar 5.93 Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Pasir



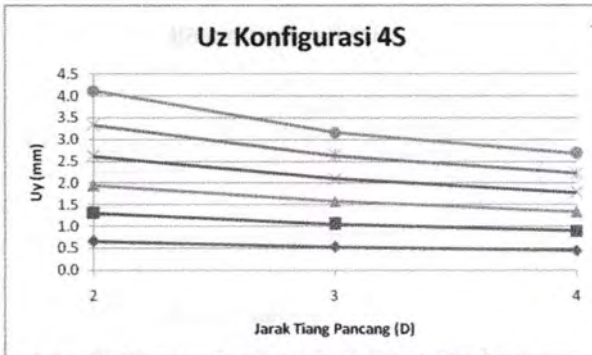
Gambar 5.94 Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung



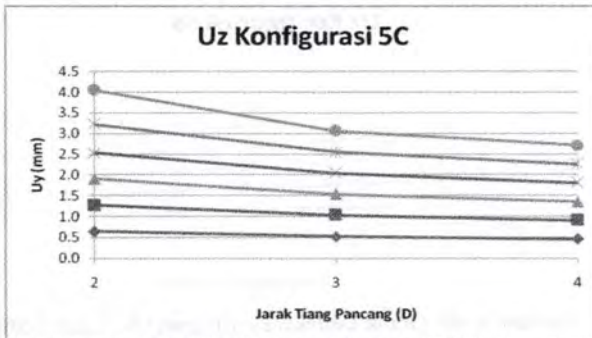
Gambar 5.95 Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Lempung



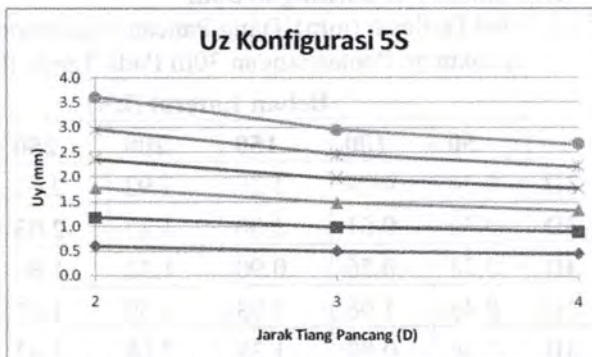
Gambar 5.96 Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung



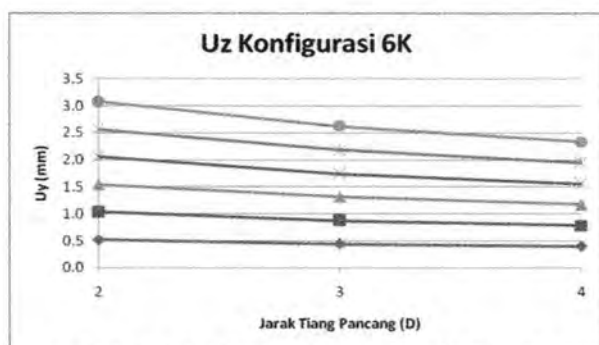
Gambar 5.97 Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Lempung



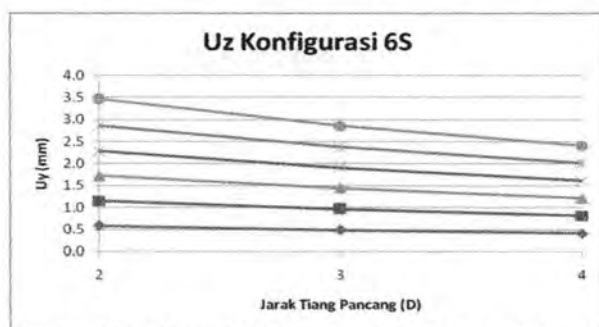
Gambar 5.98 Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Lempung



Gambar 5.99 Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Lempung



Gambar 5.100 Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Lempung



Gambar 5.101 Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Lempung

5.3.2.3 Kedalaman Pemancangan 30m

Tabel 5.11 Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok, Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Pasir

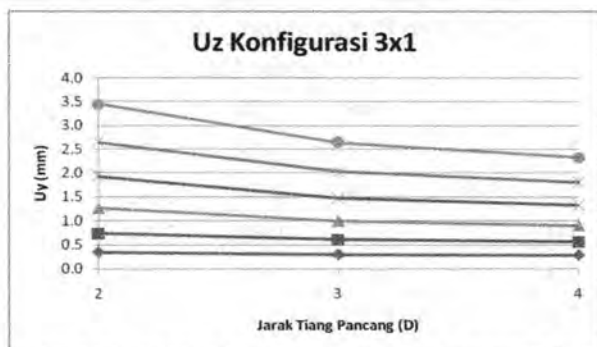
		Beban Lateral (kN)					
		50	100	150	200	250	300
3x1	2D	0.34	0.74	1.26	1.92	2.64	3.45
	3D	0.30	0.61	1.00	1.47	2.03	2.64
	4D	0.28	0.56	0.90	1.32	1.80	2.33
3S	2D	0.46	1.06	1.93	3.09	4.47	6.05
	3D	0.36	0.80	1.38	2.08	2.92	3.86
	4D	0.28	0.57	0.94	1.37	1.90	2.49

2x2	2D	0.32	0.67	1.11	1.67	2.35	3.13
	3D	0.26	0.52	0.83	1.21	1.64	2.13
	4D	0.25	0.49	0.78	1.13	1.55	2.03
4S	2D	0.32	0.68	1.14	1.70	2.38	3.15
	3D	0.26	0.53	0.85	1.24	1.71	2.22
	4D	0.22	0.43	0.66	0.94	1.26	1.60
5C	2D	0.31	0.61	0.96	1.36	1.84	2.36
	3D	0.25	0.48	0.73	1.01	1.33	1.68
	4D	0.22	0.43	0.63	0.87	1.13	1.41
5S	2D	0.28	0.55	0.86	1.22	1.61	2.05
	3D	0.23	0.46	0.69	0.95	1.25	1.58
	4D	0.21	0.41	0.61	0.83	1.08	1.36
6K	2D	0.24	0.48	0.73	1.02	1.34	1.69
	3D	0.21	0.41	0.62	0.84	1.10	1.37
	4D	0.19	0.37	0.55	0.73	0.95	1.18
6S	2D	0.28	0.54	0.84	1.17	1.55	1.98
	3D	0.23	0.45	0.67	0.93	1.22	1.52
	4D	0.19	0.38	0.56	0.75	0.97	1.21

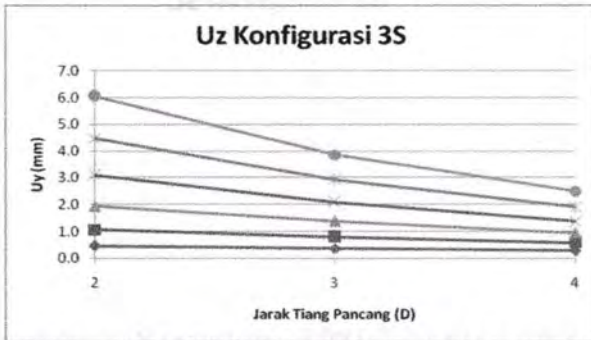
Tabel 5.12 Tabel Defleksi (mm) Tiang Pancang Kelompok,
Kedalaman Pemancangan 30m Pada Tanah Lempung

		Beban Lateral (kN)					
		50	100	150	200	250	300
3x1	2D	0.69	1.37	2.06	2.75	3.57	4.50
	3D	0.58	1.16	1.74	2.32	2.90	3.49
	4D	0.53	1.07	1.60	2.14	2.67	3.20
3S	2D	0.88	1.68	2.59	3.60	4.72	5.94
	3D	0.72	1.42	2.14	2.88	3.72	4.65
	4D	0.59	1.17	1.76	2.35	2.95	3.57

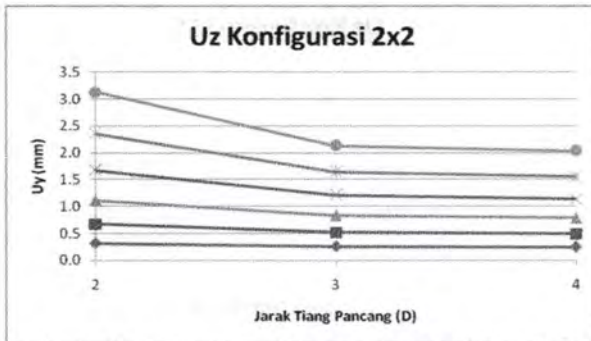
2x2	2D	0.66	1.31	1.97	2.63	3.43	4.29
	3D	0.55	1.10	1.64	2.18	2.73	3.30
	4D	0.46	0.92	1.37	1.83	2.29	2.75
4S	2D	0.65	1.29	1.94	2.59	3.30	4.06
	3D	0.53	1.05	1.57	2.09	2.61	3.14
	4D	0.45	0.89	1.33	1.78	2.22	2.67
5C	2D	0.64	1.26	1.89	2.52	3.20	4.02
	3D	0.52	1.02	1.53	2.03	2.54	3.05
	4D	0.46	0.90	1.35	1.80	2.25	2.70
5S	2D	0.59	1.17	1.76	2.34	2.93	3.59
	3D	0.50	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94
	4D	0.45	0.89	1.32	1.76	2.21	2.65
6K	2D	0.51	1.02	1.53	2.04	2.55	3.06
	3D	0.44	0.87	1.30	1.74	2.17	2.61
	4D	0.40	0.78	1.17	1.55	1.94	2.33
6S	2D	0.58	1.14	1.71	2.27	2.84	3.44
	3D	0.49	0.96	1.43	1.90	2.37	2.85
	4D	0.41	0.81	1.21	1.60	2.01	2.41



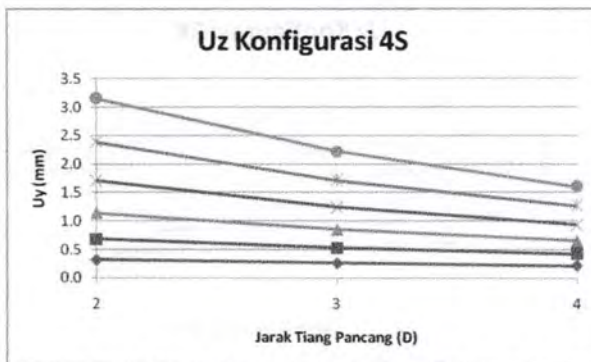
Gambar 5.102 Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Pasir



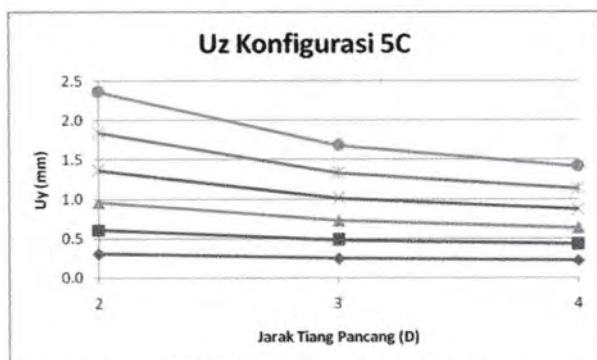
Gambar 5.103 Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Pasir



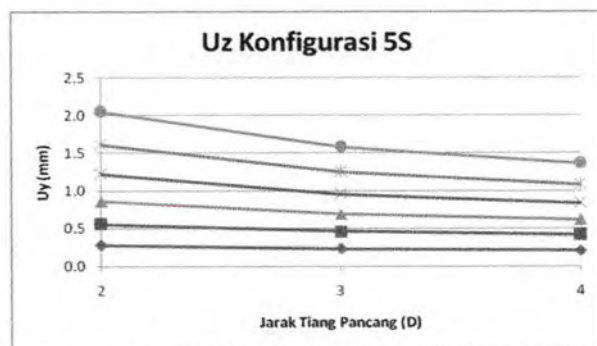
Gambar 5.104 Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Pasir



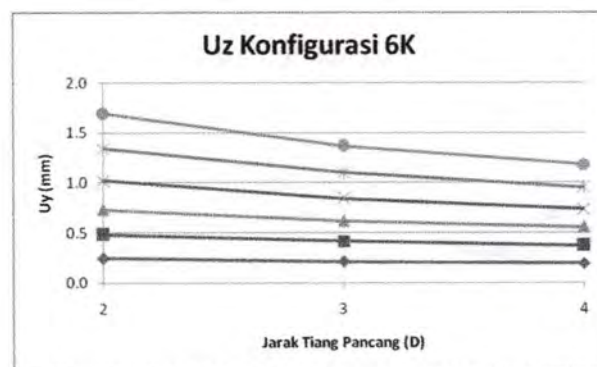
Gambar 5.105 Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Pasir



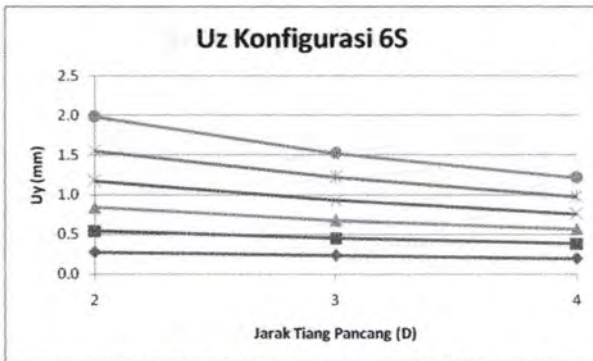
Gambar 5.106 Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Pasir



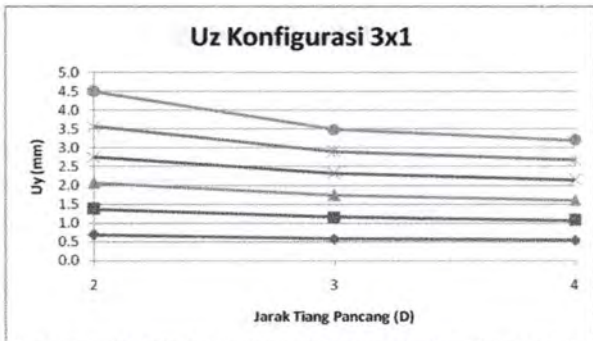
Gambar 5.107 Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Pasir



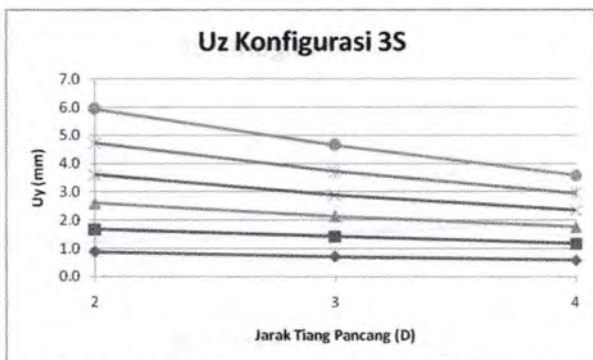
Gambar 5.107 Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Pasir



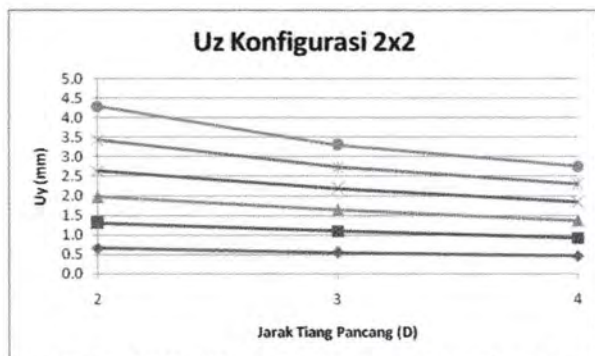
Gambar 5.109 Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Pasir



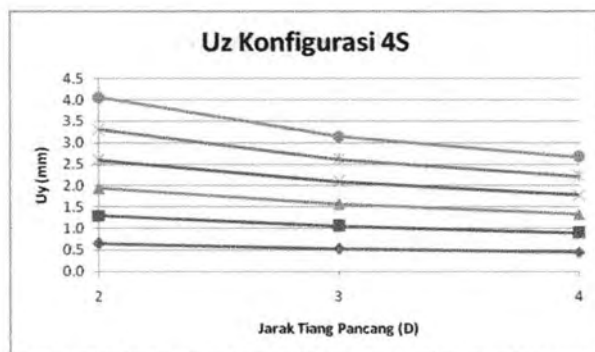
Gambar 5.110 Grafik Defleksi Konfigurasi 3x1, Tanah Lempung



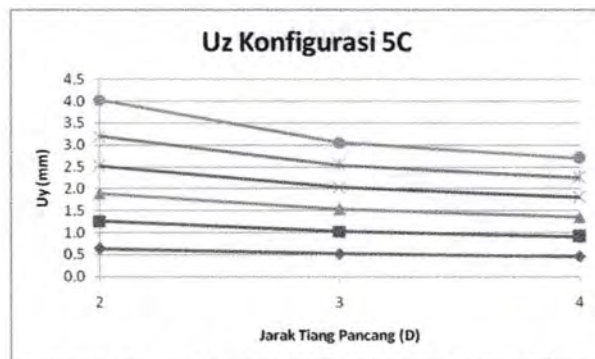
Gambar 5.111 Grafik Defleksi Konfigurasi 3S, Tanah Lempung



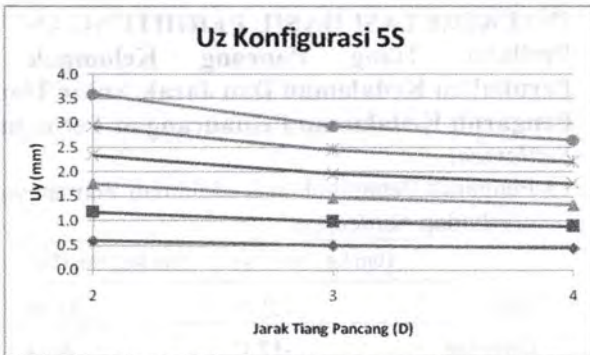
Gambar 5.112 Grafik Defleksi Konfigurasi 2x2, Tanah Lempung



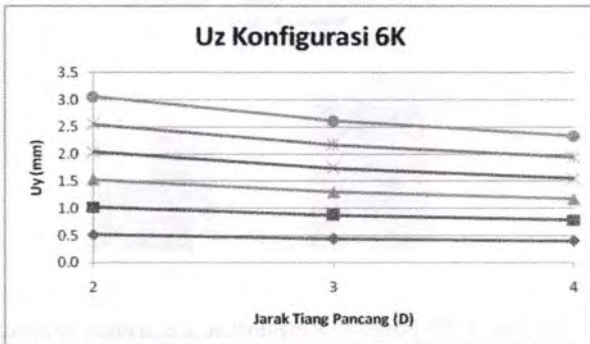
Gambar 5.113 Grafik Defleksi Konfigurasi 4S, Tanah Lempung



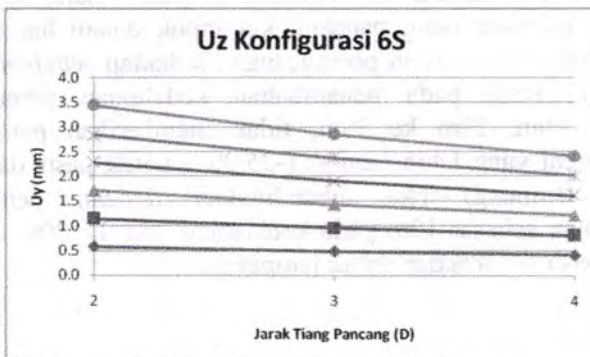
Gambar 5.114 Grafik Defleksi Konfigurasi 5C, Tanah Lempung



Gambar 5.115 Grafik Defleksi Konfigurasi 5S, Tanah Lempung



Gambar 5.116 Grafik Defleksi Konfigurasi 6K, Tanah Lempung



Gambar 5.117 Grafik Defleksi Konfigurasi 6S, Tanah Lempung

5.4 INTERPRETASI HASIL PERHITUNGAN

5.4.1 Perilaku Tiang Pancang Kelompok Dengan Perubahan Kedalaman Dan Jarak Antar Tiang

5.4.1.1 Pengaruh Kedalaman Pemancangan Terhadap *Settlement*

Tabel 5.13 Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap *Settlement*

	10m ke 20m (%)	20m ke 30m (%)
Pasir	-25.39	-22.97
Lempung	-17.11	-9.94



Gambar 5.118 Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap *Settlement*

Dari Gambar 5.98, dapat diambil suatu kesimpulan tentang perilaku tiang pancang kelompok dalam hal pengaruh penambahan kedalaman pemancangan terhadap *settlement* tiang pancang, yaitu pada penambahan kedalaman pemancangan sebesar 10m, 20m ke 30m, tidak memberikan pengurangan *settlement* yang lebih banyak (-25.39% untuk pasir dan -17.11 untuk lempung) jika dibandingkan dengan penambahan kedalaman sebesar 10m pada kedalaman 10m ke 20m (-22.97% untuk pasir -9.94% dan untuk lempung).

5.4.1.2 Pengaruh Jarak Antar Tiang Terhadap *Settlement*

Tabel 5.14 Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap *Settlement*

	2D ke 3D (%)	3D ke 4D (%)
Pasir	-1.94	-3.99
Lempung	2.40	2.19



Gambar 5.119 Pengaruh Penambahan Jarak Antar Tiang Terhadap *Settlement*

Dari Gambar 5.99, dapat diambil suatu kesimpulan tentang perilaku tiang pancang kelompok dalam hal pengaruh jarak antar tiang terhadap *settlement* tiang pancang, yaitu pada penambahan jarak sebesar D ($0.4m$), 2D menjadi 3D, memberikan sedikit pengurangan *settlement* pada tanah pasir dan sedikit penambahan *settlement* pada tanah lempung (-1.94% untuk tanah pasir dan 2.40% untuk tanah lempung). Dan pada perubahan jarak dari 3D menjadi 4D, memberikan perilaku yang sama, dengan prosentase yang berbeda (-3.99% untuk tanah pasir dan 2.19% untuk tanah lempung).

5.4.1.3 Pengaruh Kedalaman Pemancangan Terhadap Defleksi Horizontal.

Tabel 5.15 Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap Defleksi Horizontal

	10m ke 20m (%)	20m ke 30m (%)
Pasir	2.62	-0.20
Lempung	-1.34	-0.28



Gambar 5.120 Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap Defleksi Horizontal

Dari Gambar 5.100, dapat diambil suatu kesimpulan tentang perilaku tiang pancang kelompok dalam hal pengaruh penambahan kedalaman pemancangan terhadap defleksi horizontal tiang pancang, yaitu pada penambahan kedalaman pemancangan sebesar 10m, 20m ke 30m, tidak memberikan pengurangan settlement yang lebih banyak (-0.20% untuk pasir dan -0.28% untuk lempung) jika dibandingkan dengan penambahan kedalaman sebesar 10m pada kedalaman 10m ke 20m (2.62% untuk pasir dan -1.34% untuk lempung).

5.4.1.4 Pengaruh Jarak Antar Tiang Terhadap Defleksi Horizontal

Tabel 5.16 Pengaruh Penambahan Kedalaman Pemancangan Terhadap Defleksi Horizontal

	2D ke 3D (%)	3D ke 4D (%)
Pasir	-25.54	-18.38
Lempung	-19.93	-13.18

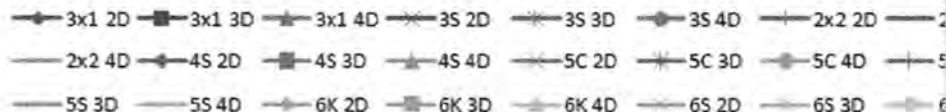


Gambar 5.121 Pengaruh Penambahan Jarak Antar Tiang Terhadap Defleksi Horizontal

Dari Gambar 5.100, dapat diambil suatu kesimpulan tentang perilaku tiang pancang kelompok dalam hal pengaruh penambahan jarak antar tiang terhadap defleksi horizontal tiang pancang, yaitu pada penambahan jarak antar tiang, 2D menjadi 3D memberikan pengurangan defleksi yang cukup besar (-25.54% untuk tanah pasir dan -19.93% untuk tanah lempung), lebih besar daripada saat penambahan jarak antar tiang, 3D menjadi 4D (-18.38 untuk tanah pasir dan -13.18 untuk tanah lempung).

5.4.2 Rekapitulasi Gabungan Settlement Dan Defleksi Tiang Pancang Kelompok

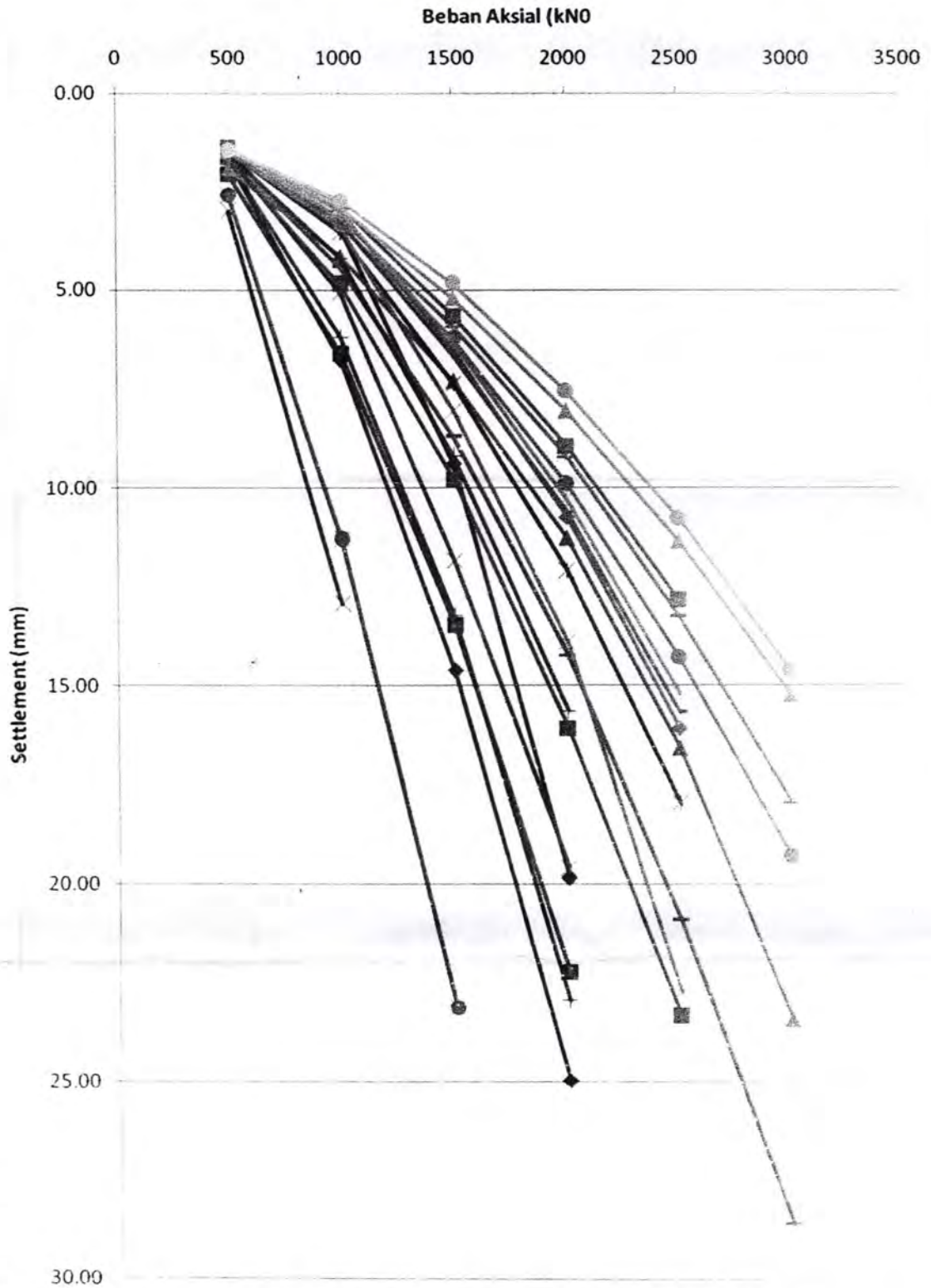
Berikut akan disajikan grafik settlement dan defleksi pada tiang pancang kelompok seluruh konfigurasi pada kedalaman 10m, 20m dan 30m dengan variasi jarak antar tiang 2D, 3D, dan 4D. Dengan keterangan simbol sebagai berikut:



dimana:

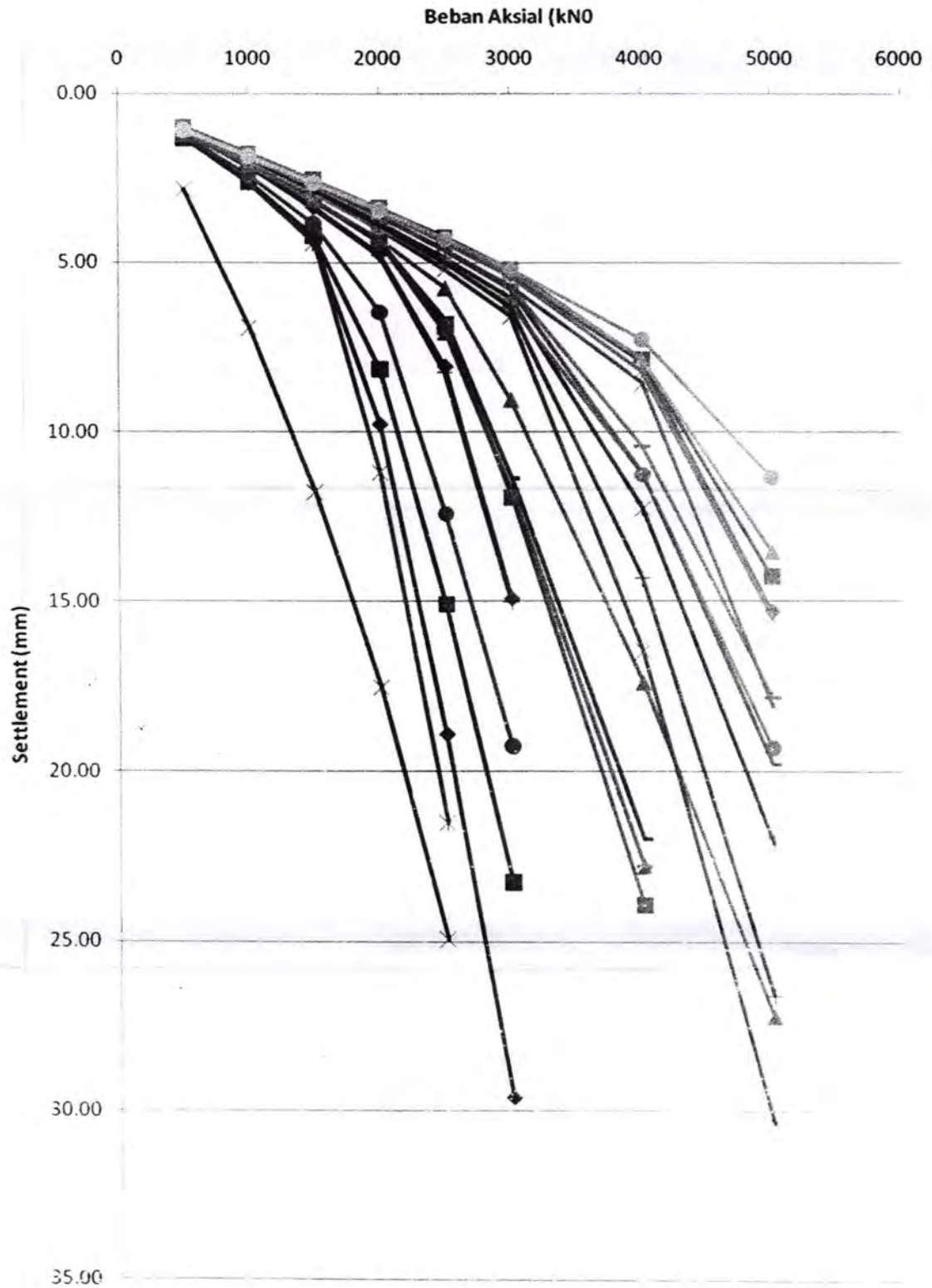
- 3x1 2D = Tiga tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 2D
- 3x1 3D = Tiga tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 3D
- 3x1 4D = Tiga tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 4D
- 3S 2D = Tiga tiang pancang konfigurasi segitiga, jarak antar tiang 2D
- 3S 3D = Tiga tiang pancang konfigurasi segitiga, jarak antar tiang 3D
- 3S 4D = Tiga tiang pancang konfigurasi segitiga, jarak antar tiang 4D
- 2x2 2D = Empat tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 2D
- 2x2 3D = Empat tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 3D
- 2x2 4D = Empat tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 4D
- 4S 2D = Empat tiang pancang konfigurasi segitiga, jarak antar tiang 2D
- 4S 3D = Empat tiang pancang konfigurasi segitiga, jarak antar tiang 3D
- 4S 4D = Empat tiang pancang konfigurasi segitiga, jarak antar tiang 4D
- 5C 2D = Lima tiang pancang konfigurasi *cross*, jarak antar tiang 2D
- 5C 3D = Lima tiang pancang konfigurasi *cross*, jarak antar tiang 3D
- 5C 4D = Lima tiang pancang konfigurasi *cross*, jarak antar tiang 4D
- 5S 2D = Lima tiang pancang konfigurasi segilima, jarak antar tiang 2D
- 5S 3D = Lima tiang pancang konfigurasi segilima, jarak antar tiang 3D
- 5S 4D = Lima tiang pancang konfigurasi segilima, jarak antar tiang 4D
- 6K 2D = Enam tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 2D
- 6K 3D = Enam tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 3D
- 6K 4D = Enam tiang pancang konfigurasi kotak, jarak antar tiang 4D
- 6S 2D = Enam tiang pancang konfigurasi segienam, jarak antar tiang 2D
- 6S 3D = Enam tiang pancang konfigurasi segienam, jarak antar tiang 3D
- 6S 4D = Enam tiang pancang konfigurasi segienam, jarak antar tiang 4D

Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir



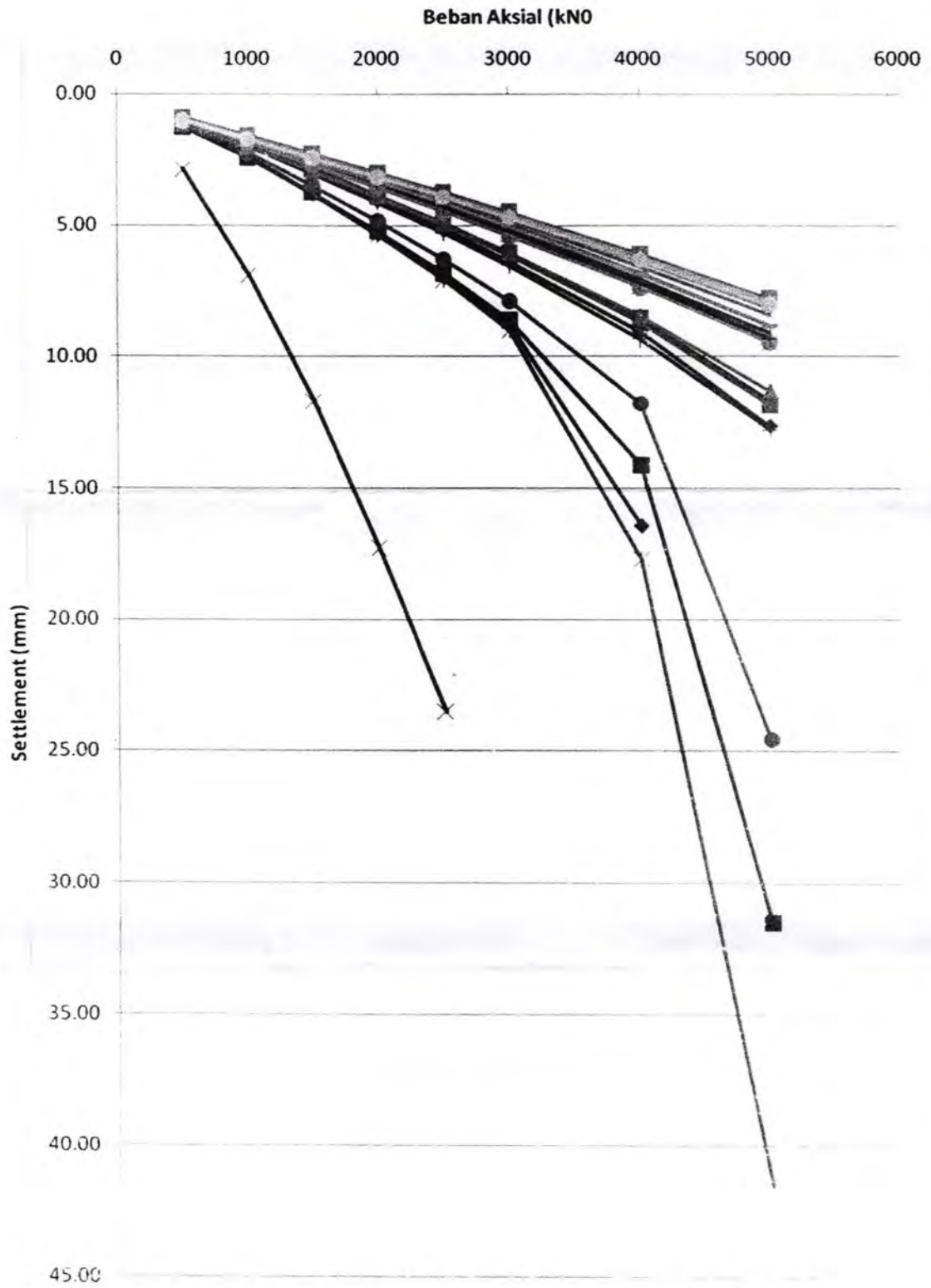
Gambar 5.122 Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir

Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Pasir



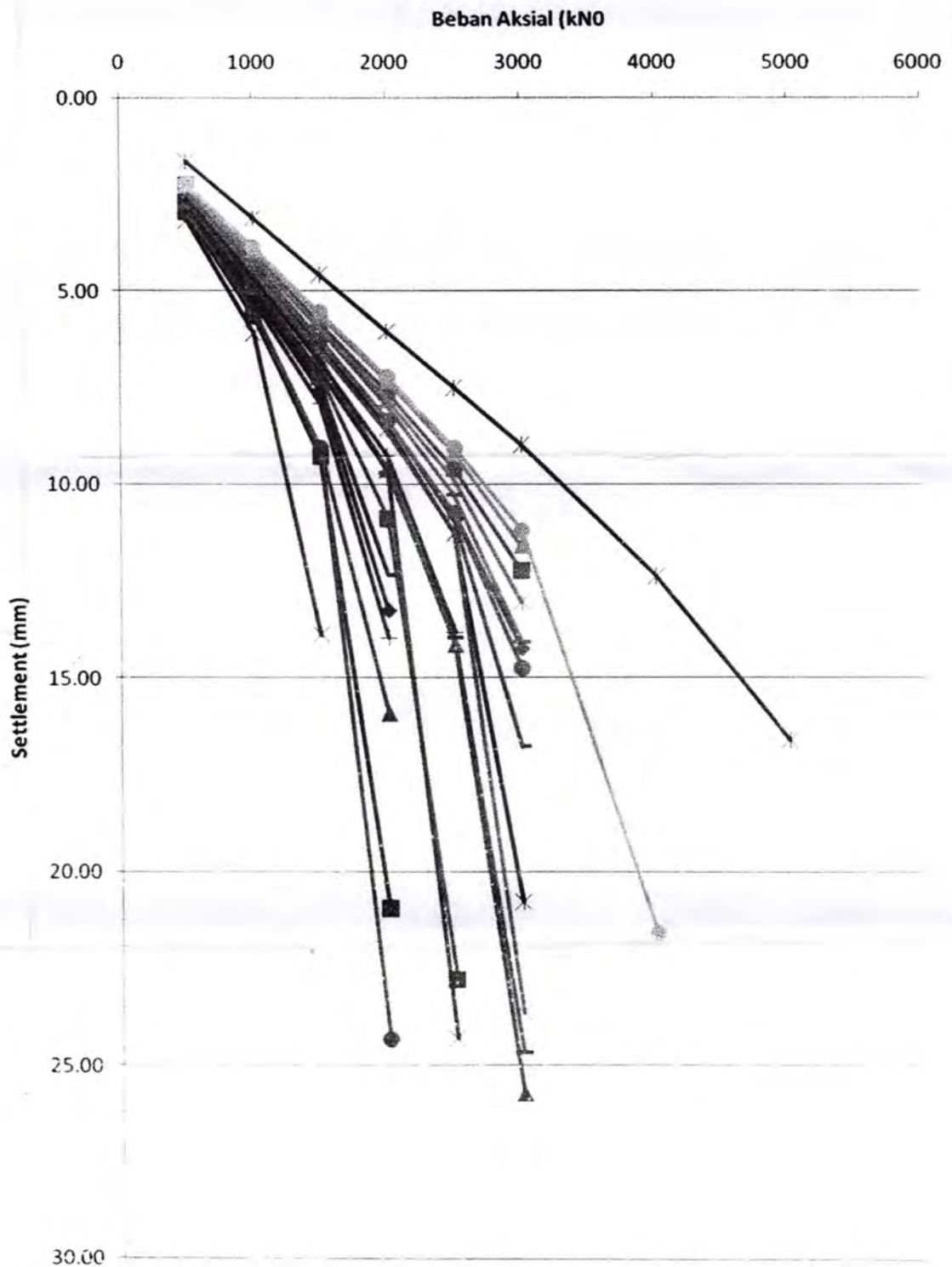
Gambar 5.123 Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Pasir

Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Pasir



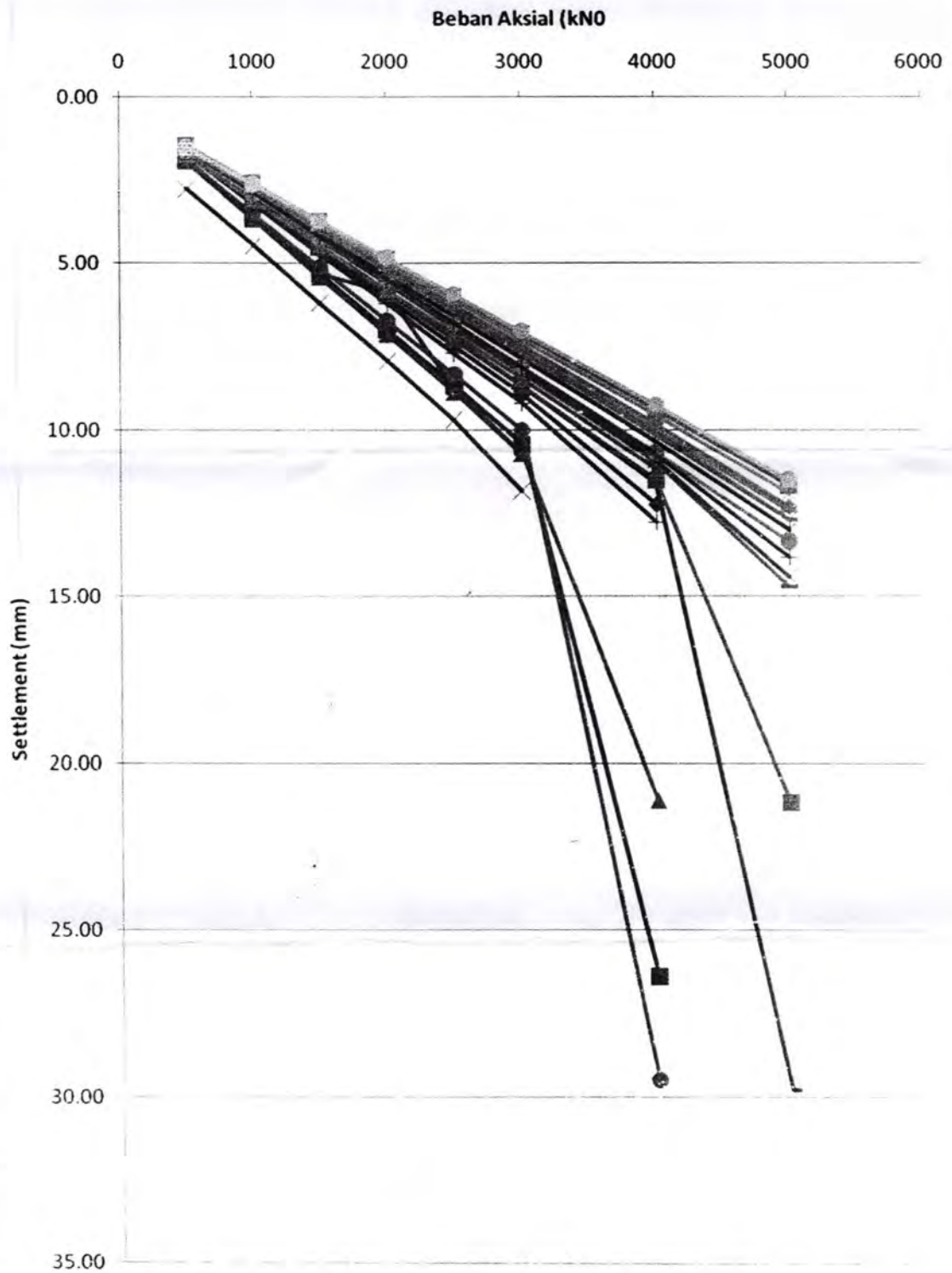
Gambar 5.124 Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Pasir

Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Lempung



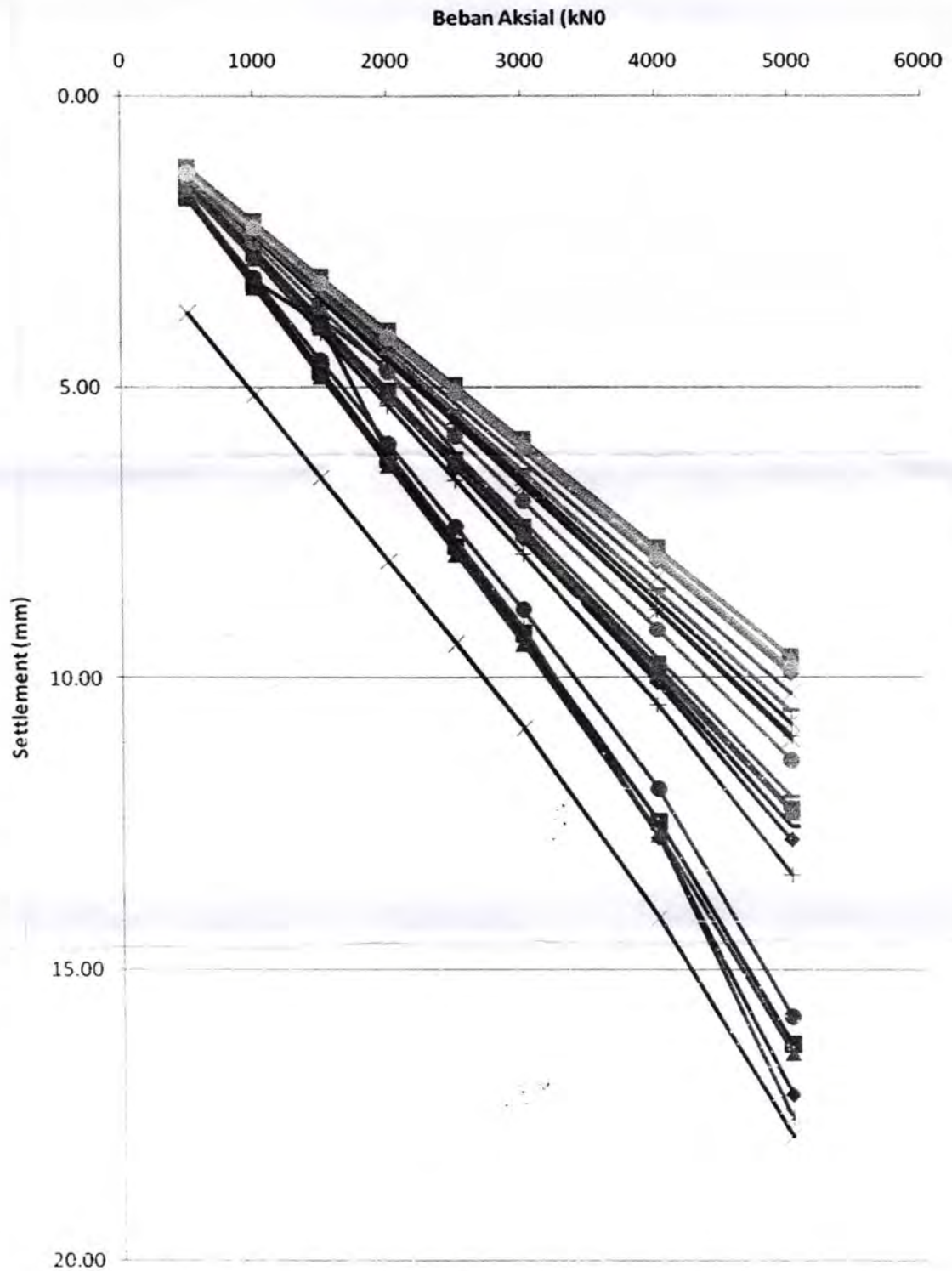
Gambar 5.125 Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Lempung

Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Lempung



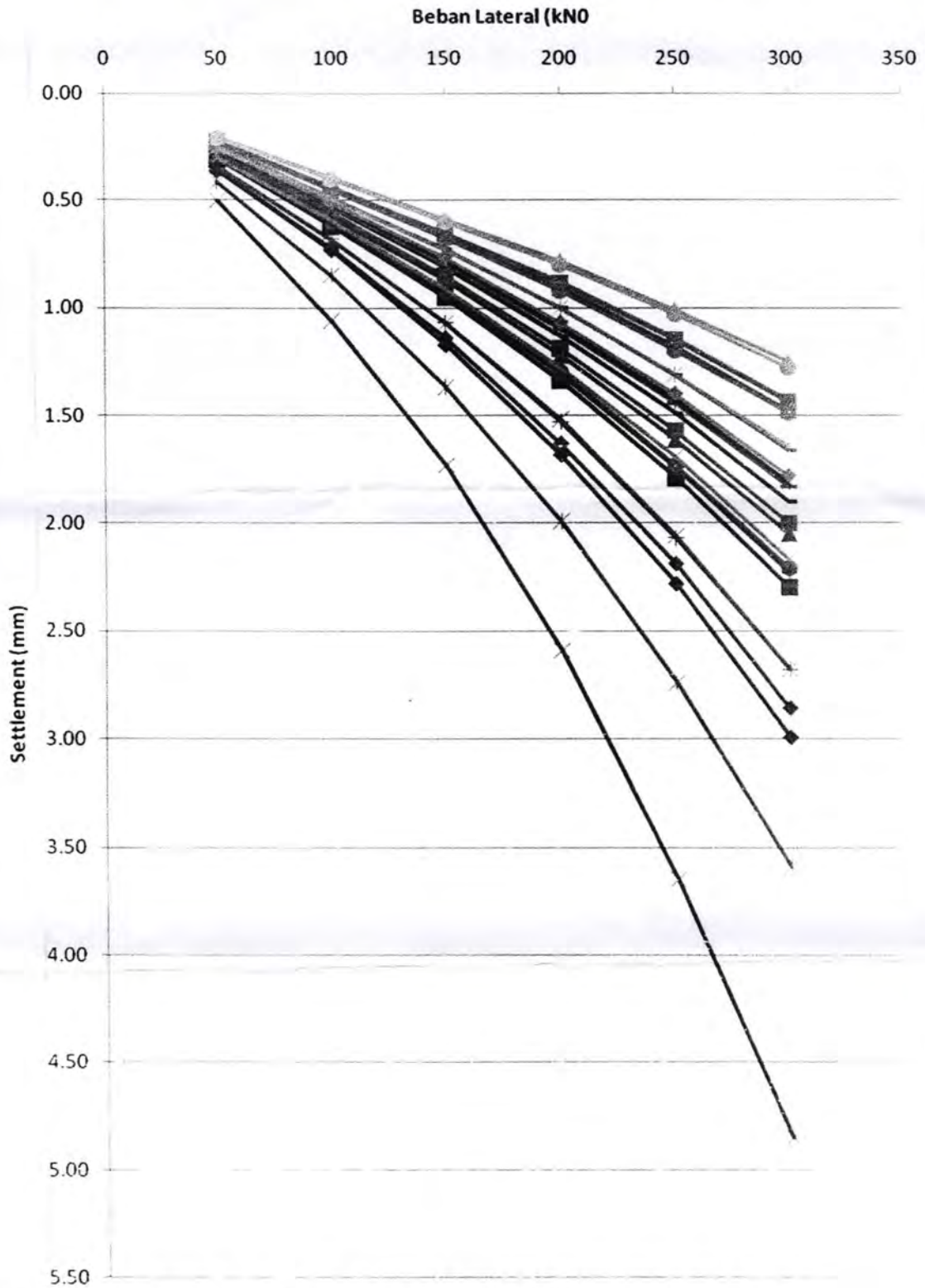
Gambar 5.126 Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Lempung

Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Lempung



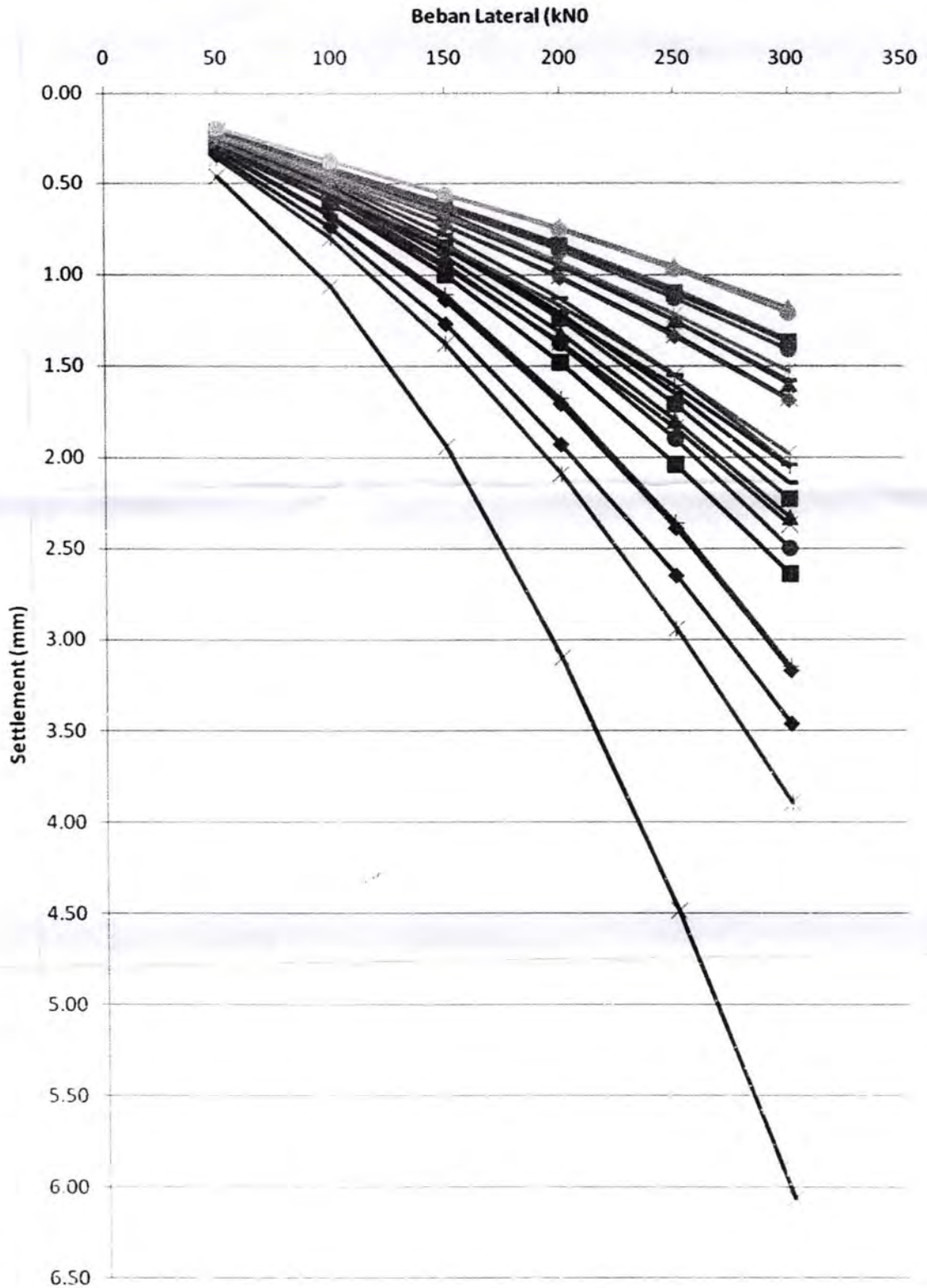
Gambar 5.127 Grafik Settlement Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Lempung

Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir



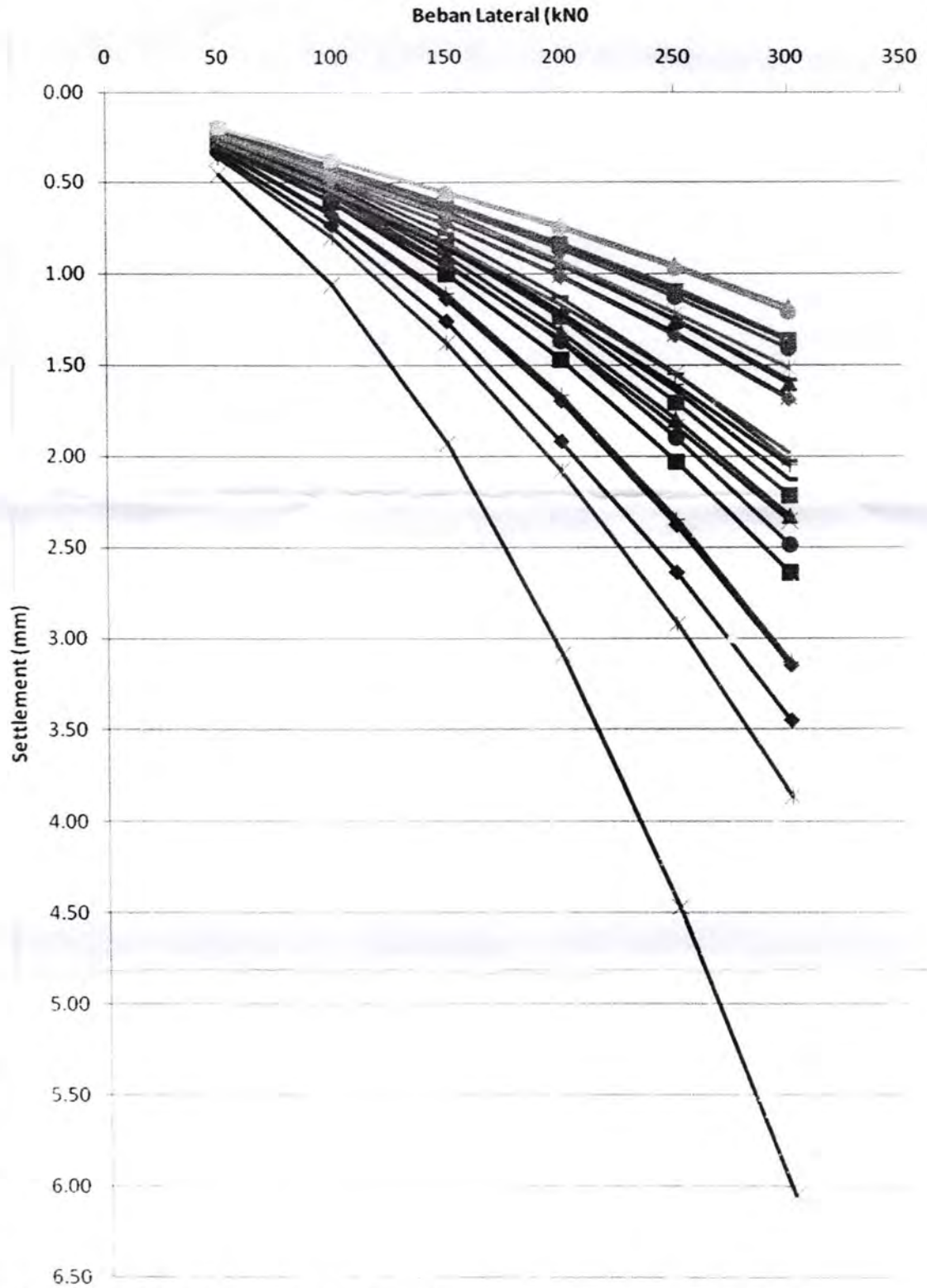
Gambar 5.128 Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir

Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Pasir



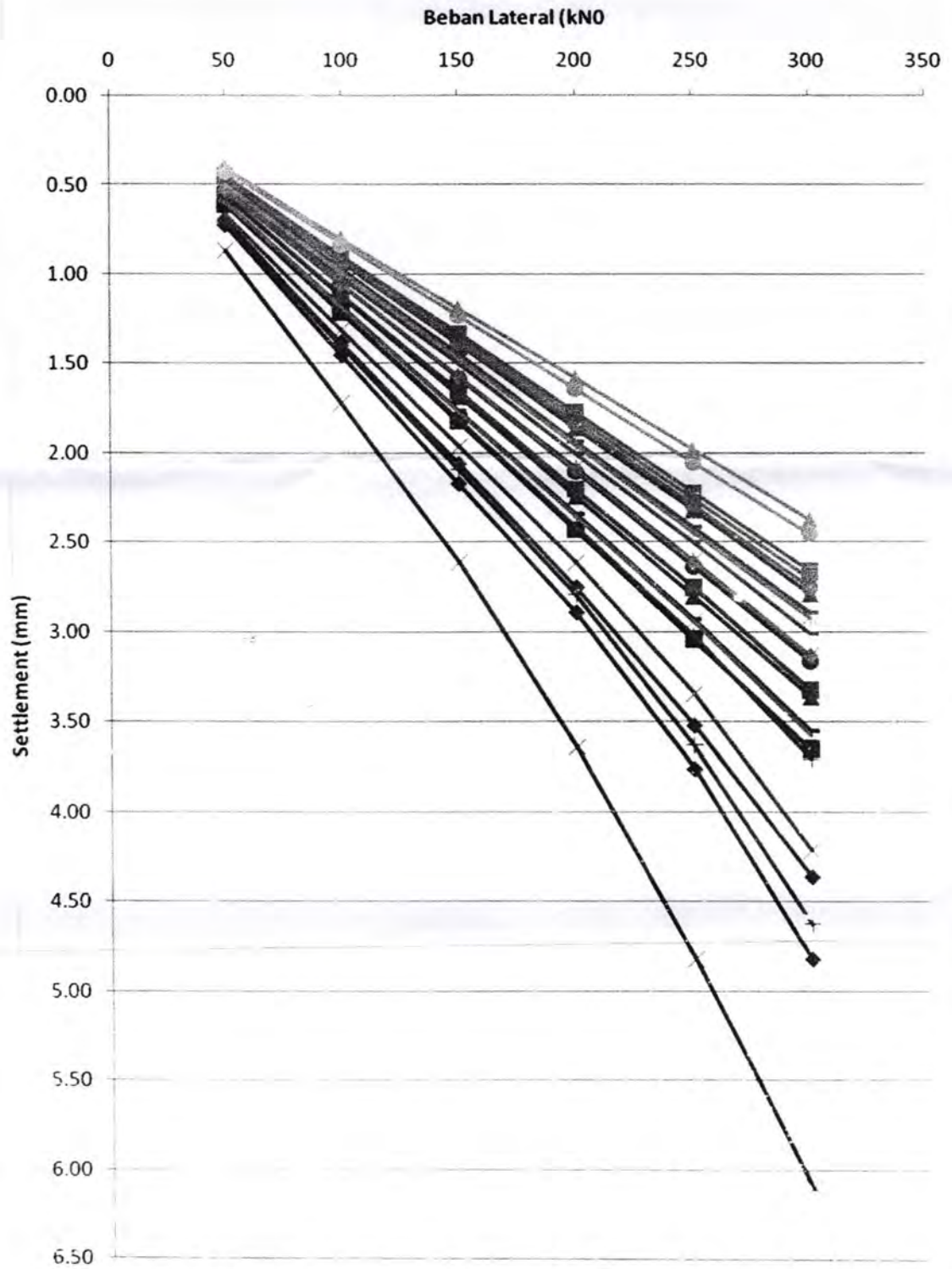
Gambar 5.129 Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Pasir

Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Pasir



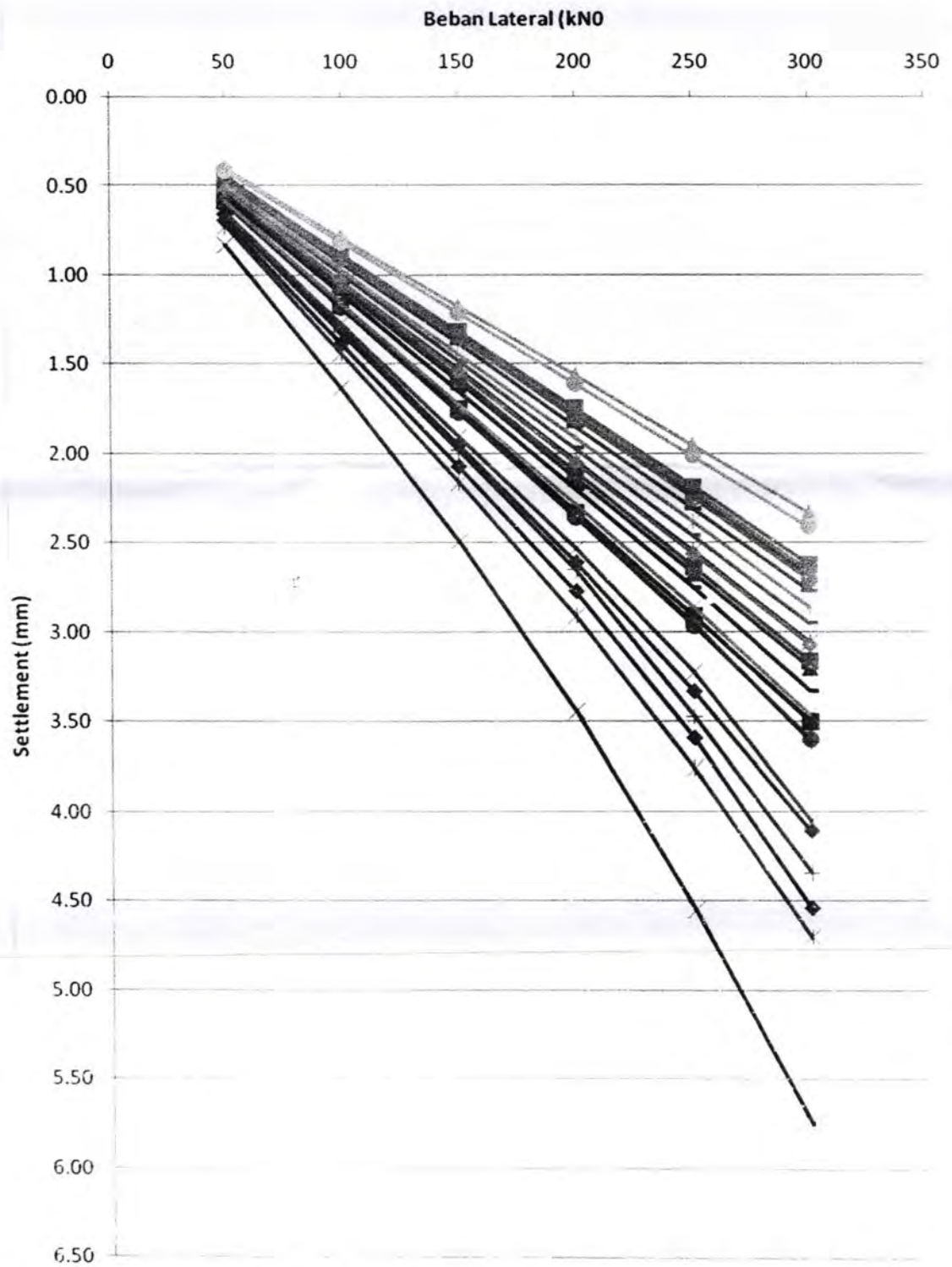
Gambar 5.130 Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Pasir

Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Lempung



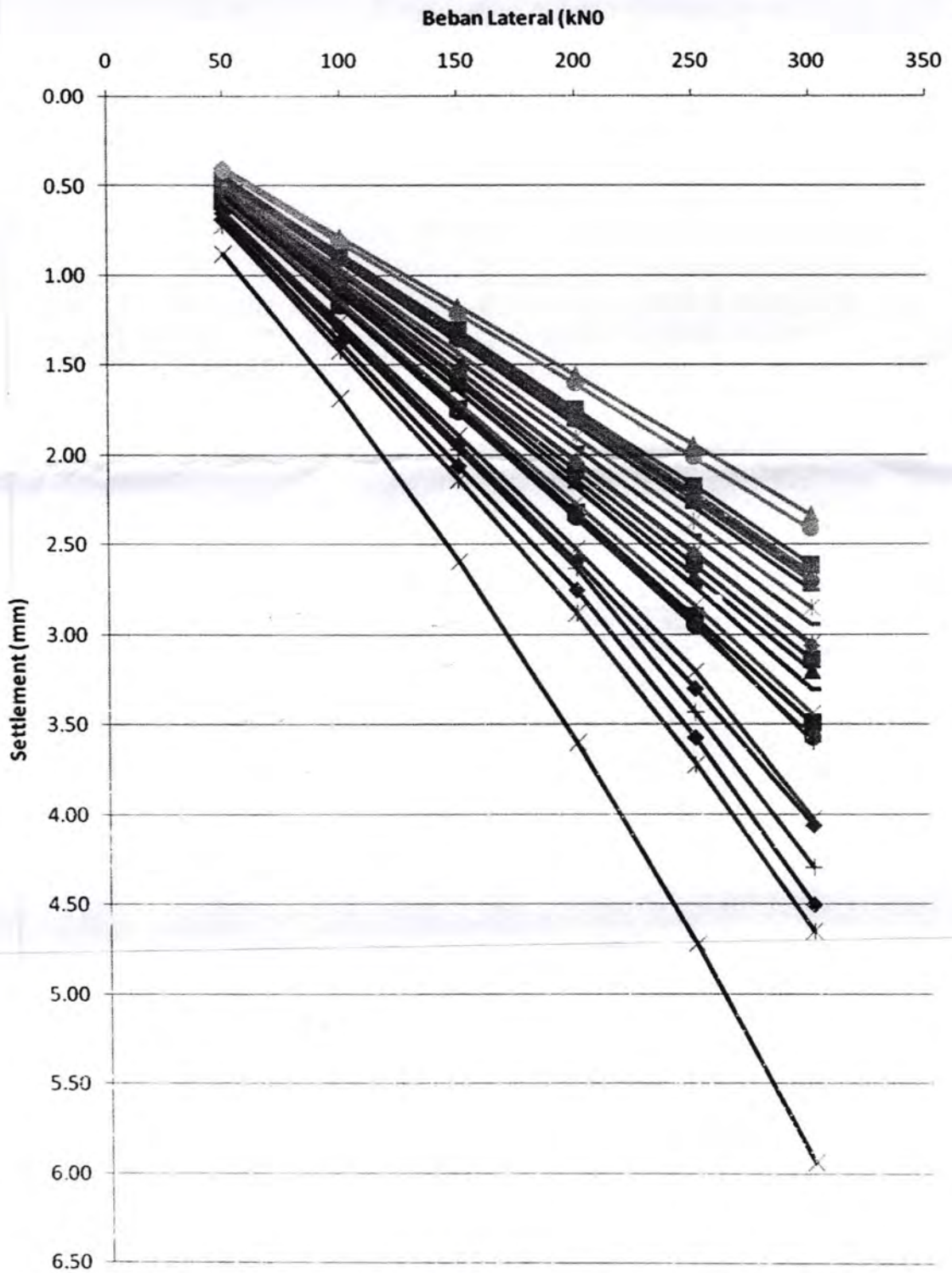
Gambar 5.131 Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 10m, Tanah Lempung

Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Lempung



Gambar 5.132 Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 20m, Tanah Lempung

Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Lempung



Gambar 5.133 Grafik Defleksi Tiang Pancang Kelompok Kedalaman Pemancangan 30m, Tanah Lempung

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 UMUM

Dalam bab ini akan dibahas secara garis besar semua hasil analisa yang telah dijelaskan pada bab-bab sebelumnya, sehingga dapat memudahkan pemahaman dalam studi perilaku tiang pancang.

6.2 KESIMPULAN

6.2.1 Umum

Karena Plaxis 3D Foundation v1.1 SP3 tidak dapat memodelkan tiang pancang secara struktur, hanya sebagai *soil properties*, maka momen yang dihasilkan melalui Plaxis 3D Foundation v1.1 SP3 menjadi tidak realistis.

6.2.2 Beban Aksial

Dari hasil analisa *settlement* yang terjadi pada tiang pancang kelompok dalam menahan beban aksial dengan menggunakan program Plaxis 3D Foundation, dapat diketahui konfigurasi dengan jarak antar tiang yang terbaik untuk menahan beban aksial untuk masing-masing jumlah tiang pancang dalam satu konfigurasi adalah sebagai berikut:

1. 3 tiang pancang (konfigurasi 3x1 dan 3S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 3 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban aksial (*settlement* terkecil) untuk tanah pasir adalah konfigurasi 3x1 dengan jarak antar tiang 4D, sedangkan untuk tanah lempung adalah 3S dengan jarak antar tiang 4D.
2. 4 tiang pancang (konfigurasi 2x2 dan 4S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 4 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban aksial (*settlement* terkecil) untuk tanah pasir adalah konfigurasi 2x2 dengan jarak antar tiang 3D, sedangkan untuk tanah lempung adalah 2x2 dengan jarak antar tiang 4D.

3. 5 tiang pancang (konfigurasi 5C dan 5S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 5 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban aksial (*settlement* terkecil) untuk tanah pasir dan tanah lempung adalah konfigurasi 5S dengan jarak antar tiang 4D.
4. 6 tiang pancang (konfigurasi 6K dan 6S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 6 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban aksial (*settlement* terkecil) untuk tanah pasir dan tanah lempung adalah konfigurasi 6K dengan jarak antar tiang 4D.

6.2.3 Beban Lateral

Dari hasil analisa defleksi yang terjadi pada tiang pancang kelompok dalam menahan beban lateral dengan menggunakan program Palxis 3D Foundation, dapat diketahui konfigurasi dengan jarak antar tiang yang terbaik untuk menahan beban lateral untuk masing-masing jumlah tiang pancang dalam satu konfigurasi adalah sebagai berikut:

1. 3 tiang pancang (konfigurasi 3x1 dan 3S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 3 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban lateral (defleksi terkecil) untuk tanah pasir dan lempung adalah konfigurasi 3x1 dengan jarak antar tiang 4D.
2. 4 tiang pancang (konfigurasi 2x2 dan 4S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 4 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban lateral (defleksi terkecil) untuk tanah pasir dan tanah lempung adalah konfigurasi 4S dengan jarak antar tiang 4D.
3. 5 tiang pancang (konfigurasi 5C dan 5S)
Untuk konfigurasi yang terdiri dari 5 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban lateral (defleksi terkecil) untuk tanah pasir adalah konfigurasi 5S dengan jarak antar tiang 4D, sedangkan untuk tanah

lempung adalah konfigurasi 5C dengan jarak antar tiang 4D.

4. 6 tiang pancang (konfigurasi 6K dan 6S)

Untuk konfigurasi yang terdiri dari 6 tiang pancang, konfigurasi yang paling baik menahan beban lateral (defleksi terkecil) untuk tanah pasir dan tanah lempung adalah konfigurasi 6K dengan jarak antar tiang 4D.

6.2.4 Perilaku Tiang Pancang Kelompok Dengan Pengaruh Kedalaman Pemancangan

Berdasarkan analisa hasil perhitungan Palxis 3D Foundation, dapat diambil suatu kesimpulan tentang perilaku tiang pancang kelompok dalam hal pengaruh penambahan kedalaman pemancangan terhadap *settlement* tiang pancang, yaitu dengan bertambahnya kedalaman pemancangan sebesar 10m, maka *settlement* yang terjadi semakin kecil, kurang lebih berkurang 20 – 25% untuk tanah pasir dan sebesar 9 – 18% untuk tanah lempung.

Sedangkan pengaruh penambahan kedalaman terhadap defleksi, pengurangan yang terjadi tidak terlalu signifikan, hanya sebesar 3% untuk tanah pasir, dan sebesar 1.5% untuk tanah lempung. Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman pemancangan mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap *settlement*, tetapi tidak terlalu berpengaruh terhadap defleksi.

6.2.5 Perilaku Tiang Pancang Kelompok Dengan Jarak Antar Tiang Pancang

Berdasarkan analisa hasil perhitungan Palxis 3D Foundation, dapat diambil suatu kesimpulan tentang perilaku tiang pancang kelompok dalam hal pengaruh penambahan jarak antar tiang pancang terhadap *settlement* tiang pancang, yaitu dengan bertambahnya jarak antar tiang sebesar D (0.4m), maka perubahan *settlement* yang terjadi tidak terlalu signifikan, kurang lebih berkurang 2 - 4% untuk tanah pasir dan sebesar 2 – 2.5% untuk tanah lempung.

Sedangkan pengaruh penambahan kedalaman terhadap defleksi, pengurangan yang terjadi cukup besar, yaitu sebesar 18 – 26% untuk tanah pasir, dan sebesar 13-20% untuk tanah lempung. Hal ini menunjukkan bahwa jarak antar tiang mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap defleksi, tetapi tidak terlalu berpengaruh terhadap *settlement*.

6.3 SARAN

Untuk mencapai suatu hasil yang lebih baik dan ideal dalam Studi Perilaku Tiang Pancang Kelompok Menggunakan Program Bantu Plaxis 3D Foundation, perlu dipertimbangkan saran-saran sebagai berikut:

1. Perlunya menggunakan Plaxis 3D Foundation versi terbaru untuk mendapatkan nilai momen lentur yang realistis.
2. Karena pada studi ini tidak menggunakan beban kombinasi (aksial dan lateral bekerja bersamaan), maka *settlement* dan defleksi yang terjadi hanya berdasarkan beban tertentu (aksial atau lateral saja), oleh karena itu sangat disarankan untuk melanjutkan studi ini dengan menggunakan beban kombinasi (aksial dan lateral bekerja bersamaan).

Kami menyadari bahwa studi ini masih jauh dari sempurna, namun setidaknya akan dapat dijadikan sebagai bahan wacana dan acuan untuk kajian lebih lanjut dan mendalam mengenai perilaku ting pancang kelompok

LAMPIRAN



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH DAN BATUAN
 JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 KAMPUS ITS KEPUKUH SUKOLILO, T.P. (031) 5946094, 5924251 Pw. 1140; Faks. (031) 5928601 SURABAYA 50111

CLIENT : PT. PADI MURNI INDONESIA
 PROJECT : Pemb. Penggilingan Padi

LOCATION : Ds. Jasem, Mojokerto
 DATE : 16 Oktober 2002

BOR NO:
 BH-1
 MASTER BOR:
 SAMPUN

Banu
 April
 Edwin

CLAY	SILT	SAND	GRAVEL	FILLED MATERIAL	CORAL	SHELL	GROUND WATER LEVEL	ELEVASI = + 100.0
------	------	------	--------	-----------------	-------	-------	--------------------	-------------------

DEPTH (m)	BOR LOG	DESCRIPTION	SPT PER 15 Cm			SPT (BLOW/FEET)	GRADATION			CONSISTENCY				UNIT WEIGHT AND SPECIFIC GRAVITY							STRENGTH TEST			CONSOLIDATION TEST				SPT FOUNDATION BEARING CAPACITY (kg/m ²)		Df (m)						
			I	II	III		G	S	SH+C	LL	PL	PI	e	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ_d	ϕ (°)	C	Cu	Qu	Po	Pp	Cc	Cv	SP=2		SP=3					
			SPT				%			%																										
0		Lanau - Lempung lunak, coklat																																		
2		Lanau - Lempung berpasir lunak, coklat	2	2	4	8	0.35	28.10	71.55	38.0	14.80	23.20	1.213	2.499	100.0	54.81	48.54	1.677	1.677	1.129	0	*	0.186	0.371	0.237	0.290	0.25	7.63E-04	4.54	3.03	-3.00					
6		Lanau Berlempung, berpasir medium, abu-abu gelap	2	3	5	8	0.45	17.80	81.75	27.4	14.40	13.00	1.320	2.514	100.0	56.90	52.51	1.653	1.653	1.084	0	*	0.205	0.410	0.498	0.480	0.278	5.05E-04								
12			20	24	28	52	0.00	17.30	82.70	29.1	13.50	15.60	1.415	2.712	100.0	58.59	52.18	1.708	1.708	1.123	0	*	0.310	0.620	0.711	0.710	0.33	7.13E-05								
14		Pasir Berlanau padat, abu-abu	21	25	30	65	43.40	35.20	21.40	NP	NP	NP	1.012	2.568	100.0	50.30	39.41	1.779	1.779	1.276	38	0.0	*	*	1.023	*	*	*								
17			21	26	31	57	21.50	55.70	22.80	NP	NP	NP	1.084	2.550	100.0	52.02	42.51	1.744	1.744	1.224	37	0.0	*	*	1.246	*	*	*								
21		Pasir, Berkerikil, Berlanau padat, abu-abu gelap	21	24	29	53	6.35	56.65	37.00	NP	NP	NP	0.915	2.786	100.0	47.78	32.84	1.933	1.933	1.455	40	0.0	*	*	1.525	*	*	*								
25			22	27	32	59	23.45	61.55	15.00	NP	NP	NP	0.835	2.850	100.0	45.50	29.30	2.008	2.008	1.653	41	0.0	*	*	1.929	*	*	*								
27			20	24	29	53																														
30		Pasir, Berkerikil, Berlanau padat, abu-abu gelap	22	26	31	57	9.35	62.00	28.65	NP	NP	NP	0.825	2.815	100.0	45.21	29.31	1.995	1.995	1.542	41	0.0	*	*	2.327	*	*	*								

ITERANGAN : LI = Liquid Limit, PL = Plastic Limit, S = Sand, S+C = Clay + Silt, e = Void ratio, n = Porosity (%), Gs = Specific Gravity, Sr = Saturation (%), Wc = Water Content (%), γ_t = Soil unit weight (gr/cc), γ_d = Dry unit weight (gr/cc), γ_{sat} = Saturated unit weight (gr/cc), γ' = Effective unit weight (gr/cc), * = Not tested, C = Cohesion (kg/cm²), ϕ = Internal friction angle (derajat), c = Cohesion (undrained) (kg/cm²), Qu = Compression strength (kg/cm²) (unconfined), Po = Overburden Pressure (kg/cm²), Pp = Preconsolidation Pressure (kg/cm²), Cc = Compression Index, Cv = Consolidation Coefficient (cm²/s), $q_u = c'N_c' + \gamma' D_f N_q' + 0.5 B \gamma' N_y$, $\sigma_{ad} = q_u / SF$ (ton/m²), B = Width of Foundation = 1 m, c' = 2/3 c, SF = Safety Factor, Nc' : Nq' dan Ny' = Bearing Faktor, Df = Depth of Foundation



LEGEND : CLAY SILT SAND GRAVEL FILLED MATERIAL CORAL SHELL GROUND WATER LEVEL **ELEVASI = + 99.95**

DEPTH (m)	BOR LOG	DESCRIPTION	SPT PER 16 Cm			SPT (BLOWS/FEET)	GRADATION			CONSISTENCY				UNIT WEIGHT AND SPECIFIC GRAVITY						STRENGTH TEST			CONSOLIDATION TEST				STMP FOUNDATION BEARING CAPACITY q_{ult} (ton/m ²)		Df (m)											
			I	II	III		SPT	G	S	Sr+C	LL	PL	PI	w	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ_e	ϕ (°)	C	Cu	Qu	Po	Pp	Cc		Cv	SF=2	SF=3								
			1	2	3																																			
0.0																														3.20	2.13	-1.00								
1.0		Lanau lempung berpasir lunak, coklat																													3.35	2.36	-2.00							
2.0		Lanau lempung berpasir lunak, coklat																																						
3.0		Lanau lempung berpasir lunak, coklat	6	7	7	14																																		
4.0		Lanau lempung berpasir lunak, coklat																																						
5.0		Lanau lempung berpasir lunak, coklat																																						
6.0		Lanau berlempung berpasir lunak, coklat karitaman	3	3	4	7																																		
7.0		Lanau berlempung berpasir lunak, coklat karitaman																																						
8.0		Lanau berlempung berpasir lunak, coklat karitaman	3	4	6	10																																		
9.0		Lanau lempung berpasir lunak, abu-abu																																						
10.0		Lanau lempung berpasir lunak, abu-abu	20	24	30	54																																		
11.0		Lanau lempung berpasir lunak, abu-abu																																						
12.0		Lanau pasir berlempung padat, abu-abu																																						
13.0		Lanau pasir berlempung padat, abu-abu																																						
14.0		Lanau pasir berlempung padat, abu-abu																																						
15.0		Lanau pasir berlempung padat, abu-abu	19	25	28	53																																		
16.0		Lanau pasir berlempung padat, abu-abu																																						
17.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap	21	25	30	55																																		
18.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
19.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap	19	24	26	50																																		
20.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
21.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap	25	26	31	57																																		
22.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
23.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
24.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
25.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap	21	25	30	55																																		
26.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
27.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
28.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
29.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap																																						
30.0		Pasir Karibidi, Berlanau padat, Abu-abu gelap	23	26	33	59																																		

ETERANGAN :
 G = Gravel S = Sand S+C = Clay + Silt
 LL = Liquid Limit PL = Plastic Limit PI = Plasticity Index NP = Non-plastic
 e = Void ratio n = Porosity (%) Gs = Specific Gravity Sr = Saturation (%) Wc = Water Content (%)
 γ_t = Soil unit weight (gr/cc) γ_d = Dry unit weight (gr/cc) γ_{sat} = Saturated unit weight (gr/cc) γ' = Effective unit weight (gr/cc) * = Not tested
 C = Cohesion (kg/cm²) ϕ = Internal friction angle (derajat)
 Cu = Cohesion (undrained) (kg/cm²) Qu = Compression strength (kg/cm²) (unconfined)
 Po = Overburden Pressure (kg/cm²) Pp = Preconsolidation Pressure (kg/cm²) Cc = Compression Index Cv = Consolidation Coefficient (cm²/s)
 $q_u = \sigma'_v N_c + \gamma' D_f N_q + 0.5 B \cdot \gamma' N_y$ $\sigma'_v = q_u / SF$ (ton/m²) Cc = 2/3 c SF = Safety Factor N_c, N_q, N_y = Bearing Factor
 B = Width of Foundation = 1 m Df = Depth of Foundation



CLIENT : PT. PADI MURNI INDONESIA
 PROJECT : Pemb. Penggilingan Pad

LOCATION : Ds. Jasem, Mojokerto
 DATE : 8 Oktober 2002

BOR NO.: BH-2
 MASTER BOR: MIS RAN

END : CLAY SILT SAND GRAVEL FILLED MATERIAL CORAL SHELL GROUND WATER LEVEL ELEVASI = +100.76

DEPTH (m)	BOR LOG	DESCRIPTION	SPT PER 15 Cm			SPT (BLOWS/FEET)	GRADATION	CONSISTENCY				UNIT WEIGHT AND SPECIFIC GRAVITY							STRENGTH TEST			CONSOLIDATION TEST				STRIP FOUNDATION BEARING CAPACITY (# of Blows)		Df (m)													
			I	II	III			SPT	G	S	SH+C	LL	PL	PI	e	Gs	Sr	n	Wc	Yt	Yd	Ysat	φ (°)	C	Cu	Qu	Po		Pp	Cc	Cv	SF=2	SF=3								
0																																					1.83	1.89	-1.00		
1																																					3.20	2.13	-2.00		
2		Lanau, Lempung, berpasir lunak, coklat	2	3	6	9																																3.56	2.37	-3.00	
6		Lanau, Lempung, berpasir medium, coklat abu-abu	2	3	5	8																																			
6			6	9	10	19																																			
10																																									
10		Pasir, Berkerikil, Berlanau padat abu-abu gelap	20	25	30	55																																			
10			20	25	30	55																																			
13			20	25	30	55																																			
13			20	25	30	55																																			
16			21	26	34	80																																			
16			21	26	34	80																																			
19		Pasir, Berkerikil, Berlanau padat abu-abu gelap	19	24	29	53																																			
19			19	24	29	53																																			
22			22	26	33	69																																			
22			22	26	33	69																																			
25			22	26	33	69																																			
25		Pasir, Berkerikil, Berlanau padat abu-abu gelap	21	29	34	63																																			
25			21	29	34	63																																			
27			21	29	34	63																																			
27			21	29	34	63																																			
29			23	30	36	66																																			
29			23	30	36	66																																			

ERANGAN : G = Gravel, S = Sand, S+C = Clay + Silt, LL = Liquid Limit, PL = Plastic Limit, PI = Plasticity Index, NP = Non plastic, e = Void ratio, n = Porosity (%), Gs = Specific Gravity, Sr = Saturation (%), Wc = Water Content (%), Yt = Soil unit weight (gr/cc), Yd = Dry unit weight (gr/cc), Ysat = Saturated unit weight (gr/cc), Y' = Effective unit weight (gr/cc), * = Not tested, C = Cohesion (kg/cm2), φ = Internal friction angle (derajat), Cu = Cohesion (undrained) (kg/cm2), Qu = Compression strenght (kg/cm2) (unconfined), Po = Overburden Pressure (kg/cm2), Pp = Preconsolidation Pressure (kg/cm2), Cc = Compression Index, Cv = Consolidation Coefficient (cm2/s), q_u = c.Nc' + γ.Df.Nq' + 0.5.B.γ.Nγ', σ_u = qu/SF (ton/m2), e' = 2/3 c, SF = Safety Faktor, Nc', Nq', dan Nγ = Bearing Faktor, B = Width of Foundation = 1 m, Df = Depth of Foundation

**LABORATORIUM MEKANIKA TANAH DAN BATUAN**

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS KEPUKUH SUKOLLO, T.P. (03) 594004, 594251 Pbx. 1140; Faks. (03) 5920601 SURABAYA 60111

GAMBAR NO. : ...

DAN DAFTAR RENCANA ...

KLIEN : PT. PADI MURNI INDONESIA

PROYEK : PEMBANGUNAN PENGGIANGAN PADI

LEGENDA : Clay, Sil, Sand, Gravel, Stone, Ground Water Level

BOR HOLE NO : B-1 ELEVASI : +100,0 LOKASI : JASEM, NGORO, MOJOKERTO MASTER BOR : Misanan TANGGAL PENGEBORAN : 17-Oct-02

DEPTH (m)	GWL (m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UNSATURATED SAMPLE	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY						UJI KUAT TEKAN / GESER				UJI KONSOLIDASI				DAYA DUKUNG LINTAS PONDASI MENERUS		Df (m)												
					G	S	SH+C	LL	PL	PI	e	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ'	ϕ	C	Cu	Qu	Po	Pp	Cc	Cv		SF=2	SF=3										
0																																							
1.0			Lanau lempung berpasir, coklat		0.40	18.70	80.90	32.2	18.7	13.5	1.230	2.457	92.00	55.16	46.06	1.609	1.653	1.102	0	*	0.20	0.40	0.065	0.120	0.25	3.65E-04	4.13	2.75	-1.00										
2.0																																							
3.0			Lanau lempung berpasir, coklat		0.00	10.40	89.60	29.4	17.6	11.8	1.229	2.770	100.0	55.14	44.37	1.794	1.794	1.243	0	*	0.18	0.36	0.224	0.290	0.28	2.98E-04	4.47	2.98	-3.00										
4.0																																							
5.0					0.30	41.10	58.60	28.8	13.5	15.3	1.127	2.762	100.0	52.99	40.80	1.828	1.828	1.299	0	*	0.12	0.24	0.390	0.450	0.29	3.45E-04													

KETERANGAN : LL = Batas cair e = Angka Porii γ_t = Berat volum tanah (gr/cc) C = Kohesi (kg/cm²) Po = Tekanan Overburden (kg/cm²) $q_u = c'.N_c' + \gamma'.Df.N_q' + 0.5.B.\gamma'.N_y'$
 G = Kerikil PL = Batas plastis n = Porositas (%) γ_d = Berat volum tanah kering (gr/cc) ϕ = Sudut geser dalam(derajat) Pp = Tekanan Prakonsolidasi (kg/cm²)
 S = Pasir PI = Indeks plastisitas Gs = Gravitasi spesifik γ_{sat} = Berat volum tanah jenuh (gr/cc) Cu = Kohesi (undrained) (kg/cm²) Cc = Indek Pemampatan $\sigma_{vm} = q_u/SF$ (ton/m²) B = Lebar pondasi 1 m
 S+C = Lempung NP = Non plastis Sr = Kejenuhan (%) γ' = Berat volume efektif tanah (gr/cc) Qu = Kekuatan Unconfined Cv = Koefisien konsolidasi (cm²/s) SF = angka keamanan Df = Kedalaman pondasi
 +lanau Wc = Kadar air (%) * = Tidak di test N_c' , N_q' dan N_y' = Faktor daya dukung

BOR HOLE NO : B-2 ELEVASI : +100,0 LOKASI : BOJONEGORO MASTER BOR : Misanan TANGGAL PENGEBORAN : 17-Oct-02

DEPTH (m)	GWL (m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UNSATURATED SAMPLE	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY						UJI KUAT TEKAN / GESER				UJI KONSOLIDASI				DAYA DUKUNG LINTAS PONDASI MENERUS		Df (m)														
					G	S	SH+C	LL	PL	PI	e	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ'	ϕ	C	Cu	Qu	Po	Pp	Cc	Cv		SF=2	SF=3												
0																																									
1.0			Lanau berpasir berkerikil, coklat		25.00	30.75	44.25	NP	NP	NP	1.211	2.656	80.0	54.77	36.48	1.639	1.749	1.201	0	*	0.22	0.44	0.075	*	*	*	4.85	3.04	-1.00												
2.0																																									
3.0			Lanau lempung berpasir, coklat		0.00	15.50	84.50	30.1	16.3	11.8	1.231	2.521	100.0	55.18	48.63	1.682	1.682	1.130	0	*	0.20	0.40	0.211	0.211	0.31	5.13E-04	4.86	3.24	-3.00												
4.0																																									
5.0					0.00	30.15	69.85	29.1	11.2	17.9	1.023	2.711	100.0	50.57	37.74	1.846	1.846	1.340	0	*	0.11	0.22	0.380	0.500	0.316	3.45E-04															

KETERANGAN : LL = Batas cair e = Angka Porii γ_t = Berat volum tanah (gr/cc) C = Kohesi (kg/cm²) Po = Tekanan Overburden (kg/cm²) $q_u = c'.N_c' + \gamma'.Df.N_q' + 0.5.B.\gamma'.N_y'$
 G = Kerikil PL = Batas plasiis n = Porositas (%) γ_d = Berat volum tanah kering (gr/cc) ϕ = Sudut geser dalam(derajat) Pp = Tekanan Prakonsolidasi (kg/cm²)
 S = Pasir PI = indeks plastisitas Gs = Gravitasi spesifik γ_{sat} = Berat volum tanah jenuh (gr/cc) Cu = Kohesi (undrained) (kg/cm²) Cc = Indek Pemampatan $\sigma_{vm} = q_u/SF$ (ton/m²) B = Lebar pondasi 1 m
 S+C = Lempung NP = Non plastis Sr = Kejenuhan (%) γ' = Berat volume efektif tanah (gr/cc) Qu = Kekuatan Unconfined Cv = Koefisien konsolidasi (cm²/s) SF = angka keamanan Df = Kedalaman pondasi
 +lanau Wc = Kadar air (%) * = Tidak di test N_c' , N_q' dan N_y' = Faktor daya dukung

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
KAMPUS ITS KEPUJUH SUKOLOLO, TLP. (031) 5946794, 5994251 Paw. 1140, Faks (031) 5928601 SURABAYA 60111

GAMBAR BOR LOG DAN SIJAT GEOTEKNIK TANAH

KLIEN : PT. GLEN NUSA MARINE
PROYEK : RENCANA PEMBANGUNAN DERMAGA

BOR HOLE NO : BH-3 (laut) LOKASI : KELANG, BALI MASTER BOR : SAMPUN TANGGAL : 28/2 s/d 1/3/2000

LEGEND : LEMPUNG LANAU PASIR KERIKIL KARANG URUGAN MUKA AIR TANAH

DEPTH (m)	GWL (m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UNDISTURBED SAMPLE	SPT PER 15 Cm				SPT (BLOWS/FEET)	GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY						UJI KUAT TEKAN				UJI KONSOLIDASI														
					I	II	III	SPT		G	S	S+C	LL	PL	PI	e	Gs	Sr	n	Wc	γ _t	γ _{sat}	γ _d	φ	C	Cu	Qu	Pp	Cc	Cv(T50)										
0			Dasar laut					0																																
1.0			KARANG BERPASIR PUTIH		2	3	3	6	3	15	65	20	NP	NP	NP	1.076	2.734	86.8	51.83	34.14	1.767	1.835	1.317	29	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
3.0			KARANG PASIR BERLEMPUNG ABU-ABU		9	11	16	27	6	24	46	30	NP	NP	NP	0.912	2.781	100.0	47.70	32.79	1.931	1.931	1.454	35	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
4.0			KARANG BERPASIR PUTIH		9	11	18	29	6	47	27	26	NP	NP	NP	0.734	2.810	100.0	42.33	26.12	2.044	2.044	1.621	35	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
6.0			KARANG BERPASIR BERLEMPUNG ABU-ABU		10	12	16	28	9	38	31	31	NP	NP	NP	0.812	2.612	100.0	44.81	31.09	1.890	1.890	1.442	37	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
7.0			KARANG BERPASIR BERLEMPUNG ABU-ABU		6	7	10	17	12	14	64	22	NP	NP	NP	0.912	2.657	100.0	47.70	34.32	1.867	1.867	1.390	32	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
8.0			KARANG BERPASIR ABU-ABU PUTIH		12	18	23	41	15	42	43	15	NP	NP	NP	0.876	2.513	100.0	46.70	34.86	1.807	1.807	1.340	38	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
10.0			KARANG BERPASIR BERLEMPUNG ABU-ABU		13	17	27	44	18	29	52	19	NP	NP	NP	0.853	2.701	100.0	46.03	31.58	1.918	1.918	1.458	40	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
12.0			KARANG BERPASIR BERLEMPUNG ABU-ABU PUTIH		14	19	26	45	21	28	53	19	NP	NP	NP	0.779	2.622	100.0	43.79	29.71	1.912	1.912	1.474	41	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
14.0			LEMPUNG BERPASIR BERKERIKIL (PECAHAN BATU KARANG) ABU-ABU PUTIH		13	20	29	49	24	26	45	29	NP	NP	NP	0.698	2.698	100.0	41.11	25.87	2.000	2.000	1.589	43	0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16.0					14	22	29	51	27	12	34	54	55.13	30.00	25.13	0.660	2.627	100.0	39.76	25.12	1.980	1.980	1.583	*	*	2.41	4.820	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
18.0									30																															

ETERANGAN :
 = GRAVEL LI = Batas cair e = Angka Pori γ_t = Berat volume tanah (gr/cc) c = Kohesi (kg/cm²) Cv = Koefisien konsolidasi (cm²/sec) σ_{ijin} = qu/SF (ton/m²)
 = SAND PI = Batas plastis n = Porositas (%) γ_d = Berat volume tanah kering (gr/cc) φ = Sudut geser dalam (°) Cc = Indeks Pemampatan c' = 2/3 c
 C = SILT + CLAY PI = Indeks plastisitas Gs = Gravitasi spesifik γ_{sat} = Berat volum tanah jenuh (gr/cc) Cu = Kohesi (kg/cm²) Pp = Tekanan Pra-konsolidasi (kg/cm²) * = Tidak di test γ' = Berat volume efektif
 Ni = Non plastic Sr = Kejenuhan (%) Wc = Kadar air (%) cu = Kekuatan tanah/batuan (kg/cm²) Nc', Nq' dan Ny' = Faktor daya dukung

$q_u = c'.Nc' + \gamma'.Df.Nq' + 0.5.B.\gamma'.Ny'$ B = Lebar pondasi 1
 Df = Kedalaman pondasi
 SF = angka keamanan
 $c' = 2/3 c$
 $\gamma' = \text{Berat volume efektif}$
 $Nc', Nq' \text{ dan } Ny' = \text{Faktor daya dukung}$



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

KAMPUS ITS KEPUJIH SUKOLOLO, TLP. (031) 5946094, 5994251 Psw. 1140, Faks. (031) 5928601 SURABAYA 60111

GAMBAR BOR LOG DAN SIFAT GEOTEKNIK TANAH

KLIEN : PT. GLEN NUSA MARINE
PROYEK : RENCANA PEMBANGUNAN DERMAGA

BOR HOLE NO : BH-5 (laut) LOKASI : KELAN, BALI MASTER BOR : SAMPUN TANGGAL : 2 Nopember 1999

LEGEND : LEMPUNG LANAU PASIR KERIKIL KARANG URUGAN MUKA AIR TANAH

(m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	UMOSTURBER SAMPLE	SPT PER 15 Cm				SPT (BLOWS/FEET)				GRADASI			KONSISTENSI			BERAT VOLUME DAN SPECIFIC GRAVITY						UJI KUAT TEKAN			UJI KONSOLIDASI											
				I	II	III	SPT	0	20	40	60	G	S	S+C	LL	PL	PI	e	Gs	Sr	n	Wc	γ_t	γ_{sat}	γ_d	ϕ	C	Cu	Qu	Pp	Cc	Cv(T50)						
0		Dasar laut						0																														
1,0		PASIR KERIKIL (PECAHAN BATU KARANG) PUTIH						6																														
2,0		PASIR LEMPUNG BERKERIKIL (PECAHAN BATU KARANG ABU PUTIH)		2	3	3	6	19																														
3,0		PASIR KARANG ABU PUTIH						15																														
4,0		KARANG BERPASIR PUTIH						22																														
5,0		PASIR KASANG BERLEMPUNG ABU PUTIH		6	8	11	19	38																														
6,0		PASIR LEMPUNG ABU PUTIH						33																														
7,0		PASIR LEMPUNG BERPASIR ABU-ABU		7	9	13	22	45																														
8,0		LEMPUNG BERPASIR ABU-ABU						38																														
9,0		LEMPUNG PASIR BER KERIKIL (PECAHAN BATU KARANG ABU PUTIH)		9	15	23	38	45																														
10,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						33																														
11,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
12,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
13,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
14,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
15,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
16,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
17,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
18,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
19,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
20,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
21,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
22,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
23,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
24,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
25,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
26,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														
27,0		PASIR KARANG BERLEMPUNG PUTIH						37																														

ERANGAN :

= GRAVEL LL = Batas cair e = Angka Pon γ_t = Berat volum tanah (gr/cc) C = Kohesi (kg/cm2) C_v = Koefisien konsolidasi (cm2/sec) $q_u = c' \cdot N_c' + \gamma' \cdot D_f \cdot N_q' + 0,5 \cdot B \cdot \gamma' \cdot N_\gamma'$ B = Lebar pondasi 1 m
 = SAND PL = Batas plastis n = Porositas (%) γ_d = Berat volum tanah kering (gr/cc) ψ = Sudut geser dalam (") Cc = Indeks Pemampatan $\sigma_{ijin} = q_u / SF$ (ton/m2) Df = Kedalaman pondasi
 = SILT + CLAY PI = Indeks plastisitas Gs = Gravitasi spesifik γ_{sat} = Berat volum tanah jenuh (gr/cc) Cu = Kohesi (kg/cm2) Pp = Tekanan Pra-konsolidasi (kg/cm2) $c' = 2/3 c$ SF = angka keamanan. $\gamma' = \text{Berat volume efektif tanah}$
 NP = Non plasius Sr = Kejenuhan (%) Wc = Kadar air (%) Qu = Kakuatan tanah /batuan (kg/cm2) * : Tidak di test $N_c' ; N_q' \text{ dan } N_\gamma' = \text{Faktor daya dukung}$

PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember
Form AK/TA-04

NAMA PEMBIMBING	: Mustah Anif ST.MAT
NAMA MAHASISWA	: BAYU ADI L.P. EDWIN JULIAN P.
NRP	: 8104.100.038 8104.100.132
JUDUL TUGAS AKHIR	: STUDI PERILAKU TIANG PANGANG KELOMPOK MENGGUNAKAN PROGRAM. PLAXIS 3D FOUNDATION.
TANGGAL PROPOSAL	: 8-02-2008
NO. SP-MMTA	: 143/I2.3.2/PP/2008 144/I2.3.2/PP/2008

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	12/03 2008	Ambil data tanah dari lab. MebTan.	- hitung daya dukung tanah	Muta
2.	17/03 2008	- Analisa data tanah - perhitungan daya dukung	- perbaiki perhitungan daya dukung.	Muta
3.	16/04 2008	perbaikan analisa data tanah & perhitungan daya dukung.	- buat grafik daya dukung tanah.	Muta
4.	20/05 2008	- grafik daya dukung tanah	- hitung defleksi lateral tiang pangang tunggal.	Muta
5.	18/12 2008	- perhitungan manual defleksi lateral. - perbaikan grafik & tabel daya dukung tanah.	- hitung settlement tiang pangang tunggal.	Muta
6.	19/12 2008	- perhitungan manual settlement tiang pangang tunggal.	- input data untuk plaxis 3D.	Muta
7.	22/12 2008	- estimasi nilai E tanah per. Plaxis. 3D.	- hitung momen tiang pangang tunggal.	Muta
8.	30/12 2008	- perhitungan manual momen	- perbaiki input program.	Muta
9.	5/01 2009	- per analisa running program - perbaikan input program.	- lanjutkan kesimpulan & saran.	Muta
10.	7/01 2009	- output program Plaxis 3D		

PROGRAM S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 601111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Suwamo M.Eng.
NAMA MAHASISWA	: BAYU ADI L.P. EDWIN JULIAN P.
NRP	: 3104.100.038 3104.100.132.
JUDUL TUGAS AKHIR	: STUDI PERILAKU TIANG RANCANG KELOMPOC MENGGUNAKAN PROGRAM PLAXIS 3D FOUNDATION.
TANGGAL PROPOSAL	: 8-02-2008
NO. SP-MMTA	: 143 / I.2.32 / PP/2008 144 / I.23.2 / PP/2008

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1.	12/03 2008	- Ambil data tanah dari bab Mekanika Tanah	- lamputan metodologi - lamputan tinjauan pustaka	dy
2.	14/05 2008	- Perbaikan Metodologi & Tinjauan Pustaka	- ketepatan perhitungan manual - lamputan running program	dy
3.	19/12 2008	- Perhitungan manual lateral - Hasil Running Plaxis 3D	- perbaiki perhitungan manual.	dy
4.	30/12 2008	- Perbaikan perhitungan manual. - Perbaikan grafik & tabel	- lamputan kesimpulan.	dy
5.	7/01 2009	- Kesimpulan & Saran		dy

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, J.M., Z.H. Chik, M.R. Taha, *Single Pile Simulation and Analysis Subjected to Lateral Load*. 2007
- Bowles, J.E. *Foundation Analysis And Design Fifth Edition*. Peoria, Illionis. 1997
- Das, Braja M. *Mekanika Tanah Jilid 1*. 1985
- Engin, H.K., E.G. Septanika, R.B.J. Brinkgreve. *Estimation of Pile Group Behavior using Embedded Piles*. 2008
- Plaxis 3D Foundation 1.1 Manual*. Plaxis.bv. 2006
- Rahardjo, P.P. *Manual Pondasi Tiang*. 2005
- Wahjudi, Herman. *Daya Dukung Pondasi Dalam*. 1999

BIODATA PENULIS



Bayu Adi Laksono Putra lahir pada tanggal 29 Juni 1986 di Surabaya, Jawa Timur, merupakan anak bungsu dari dua bersaudara. Setelah menamatkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMUN 7 Surabaya, penulis melanjutkan studi di Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2004.

Semasa kuliah penulis sering erlibat dalam kegiatan organisasi kampus, seperti kegiatan pengkaderan, pelatihan dan sebagainya.



Edwin Julian Purnama lahir pada tanggal 14 Juli 1985 di Surabaya, Jawa Timur, merupakan anak bungsu dari empat bersaudara. Setelah menamatkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMUN 5 Surabaya, penulis melanjutkan studi di Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya pada tahun 2004.

Semasa SMA dan perkuliahan penulis cukup aktif terlibat dalam sebuah kegiatan organisasi, yaitu antara lain sebagai anggota MPK OSIS SMUN 5 Surabaya serta panitia dalam kegiatan pengkaderan di Teknik Sipil ITS Surabaya.