



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH SHIELDING PILES TERHADAP NILAI TEKANAN
LATERAL TANAH PADA PASSIVE PILES**

SKRIPSI

**AJI HAFID LAKSANA
0405010043**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JUNI 2011**



UNIVERSITAS INDONESIA

**PENGARUH SHIELDING PILES TERHADAP NILAI TEKANAN
LATERAL TANAH PADA
PASSIVE PILES**

SKRIPSI

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

**AJI HAFID LAKSANA
0405010043**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Aji Hafid Laksana

NPM : 0405010043

Tanda Tangan : 

Tanggal : 27 Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Aji Hafid Laksana

NPM : 0405010043

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Shielding Piles Terhadap Nilai Tekanan Tanah Pada Passive Piles

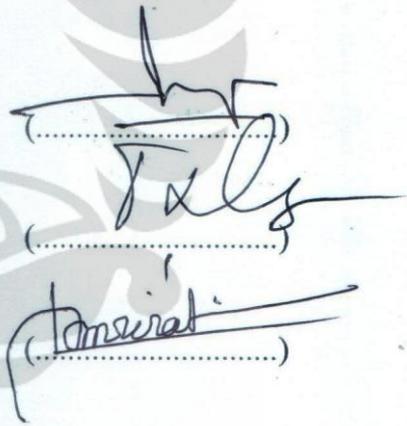
Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Widjojo A. Prakoso, MSCE, Ph.D

Penguji : Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng

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



The image shows three handwritten signatures in black ink. The top signature is for the supervisor, Ir. Widjojo A. Prakoso. The middle signature is for the examiner Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas. The bottom signature is for the examiner Dr. Ir. Damrizal Damoerin. Each signature is written over a horizontal dotted line.

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 27 Juni 2011

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Aji Hafid Laksana
NPM : 0405010043
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

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

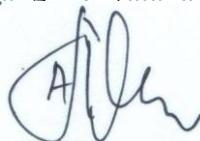
PENGARUH SHIELDING PILES TERHADAP NILAI TEKANAN TANAH PADA PASSIVE PILES

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

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 27 Juni 2011

Yang menyatakan



(Aji Hafid Laksana)

KATA PENGANTAR

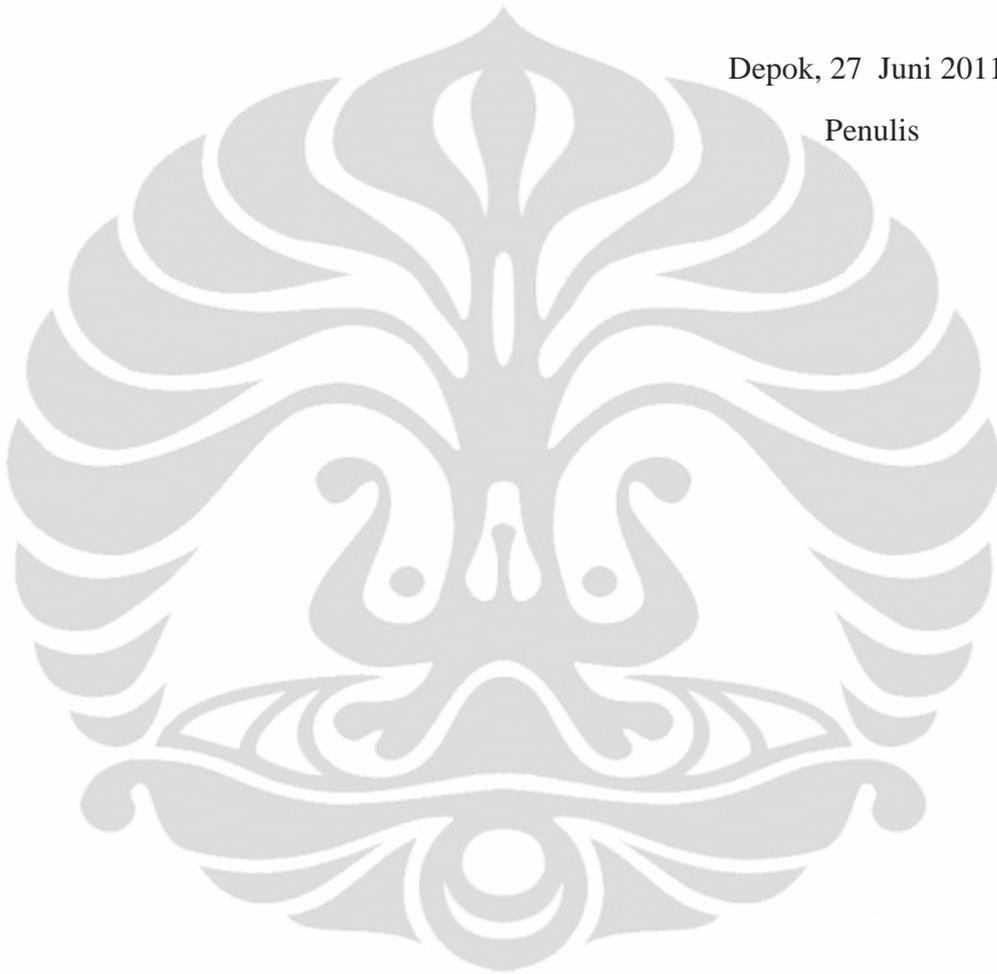
Segala puji bagi Allah SWT atas segala nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Yang Selalu Memberikan Semangat Kepada Penulis
2. Ayah dan adik-adik serta segenap keluarga atas semua dukungannya
3. Pak Ir. Widjojo Adi Prakoso, M.Sc, Ph.D sebagai pembimbing yang selalu memberikan bimbingan dalam penelitian ini, serta beliau selalu memberikan motivasi kepada penulis agar bisa menjadi seseorang yang lebih baik lagi terutama dalam pemecahan sebuah permasalahan.
4. Pak Prof. Dr. Ir. Tommy Ilyas, M.Eng dan Pak Dr. Ir. Damrizal Damoerin, M.Sc sebagai penguji dalam skripsi ini.
5. Teman-Teman Sipil Angkatan 2005.
6. Suryadi dan Hastomi yang selalu mengingatkan penulis untuk segera menyelesaikan penelitian ini. Terima kasih Tom, atas pinjaman personal komputernya dan terutama saat tilawah bersama bada subuh. Terima kasih juga pada Toni atas cadangan makanannya yang biasa kita makan bersama-sama.
7. Terima kasih kepada teman-teman satu kos, Odi, Tomi, Toni, Nanda, Mas Maman, Tiko, Fajar dan Amir.
8. Penulis juga mengucapkan terima kasih pada teman-teman yang memberikan semangat kepada penulis saat pertemuan kita di forum yang Insya Allah tempat saling mengingatkan dalam kebaikan dan kesabaran.
9. Serta kepada pihak-pihak yang belum penulis sebutkan dalam kata pengantar ini penulis juga ucapkan terima kasih.

Akhirnya, dengan selesainya penulisan skripsi ini, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya. Semoga Allah SWT memberikan rahman dan rahimNya kepada kita semua. Amiin.

Depok, 27 Juni 2011

Penulis



ABSTRAK

Nama : Aji Hafid Laksana
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Pengaruh Shielding Piles Terhadap Nilai Tekanan Lateral Tanah Pada Passive Piles

Pelaksanaan konstruksi *embankment* atau penyimpanan material industri pada suatu lahan menimbulkan pergerakan tanah secara lateral. Pergerakan ini membuat material tanah dibawahnya mengalami gangguan berupa terganggunya tiang yang berdekatan (*adjacent pile*). Pergerakan tanah secara lateral tersebut perlu diketahui dampaknya terhadap tiang-tiang yang ada dan juga perlu diketahui suatu *soil support* yang dapat mengurangi efek pergerakan tanah secara lateral tersebut. Salah satu *soil support* yang mendukung *adjacent pile* dalam menahan pergerakan tanah tersebut adalah *shielding piles*. Penelitian difokuskan pada nilai tekanan lateral tanah ultimate terhadap *adjacent pile* serta efek penggunaan *shielding piles* pada reduksi nilai tekanan tanah lateral ultimate.

Hasil penelitian pada group tiang 2x1, 2x3, 2x5, 2x7 tanpa group tiang memperlihatkan penurunan nilai tekanan lateral tanah pada group tiang yang semakin besar. Nilai tekanan lateral tanah near pile lebih besar dari pada far pile. Untuk group tiang 2x5 dan 2x7 nilai tekanan lateral tanah terkecil terjadi pada spasi $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$. Hasil penelitian group tiang 2x7 dengan *shielding piles* sisi *near pile* menampilkan reduksi terbesar terjadi pada sisi *near pile*. Reduksi terbesar terjadi pada penerapan *shielding piles* dengan jarak 2.5w dari tiang ukuran 100%w. Nilai tekanan lateral tanah rata-rata terkecil terjadi pada spasi $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$. Pada penggunaan *shielding piles* sisi near pile dan far pile untuk group 2x7 menampilkan reduksi terbesar terjadi pada sisi *near pile* dan *far pile*. Reduksi terbesar terjadi pada penggunaan *shielding piles* dengan jarak 2.5w dari tiang ukuran 100%w. Dan nilai terkecil terjadi pada spasi $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$.

Kata Kunci: Gerakan tanah lateral, tekanan tanah lateral ultimate, *shielding piles*

ABSTRACT

Name : Aji Hafid Laksana
Study Program : Civil Engineering
Title : Effect Of Shielding Piles Against Lateral Soil Pressure Value On Passive Piles

The construction activities of embankment or industrial material storage cause lateral soil movement of the land. This movement causes disturbance to the soil beneath that affects the adjacent pile. The effect of lateral soil movement and a soil support that reduce its effect need to be known. Shielding piles is known to be a soil support that reduces the effect. This research is focused on the value of ultimate lateral soil pressure to the adjacent pile and effect of shielding pile in reducing the ultimate lateral soil pressure.

The results of pile group 2x1, 2x3, 2x5, and 2x7 without pile group indicates decreasing value of lateral soil pressure of bigger pile group. The smallest lateral soil pressure value is obtained on pile group 2x5 and 2x7 with spacing of $S_h=2.5w$, $S_v=2.5w$ respectively. On the application of shielding pile on near pile side for pile group 2x7, biggest reduction is observed on the near pile side respectively. The biggest reduction happened on applying shielding pile with spacing of $S_h=2.5w$ of 100%w pile size. The smallest average of lateral soil pressure is observed at spacing of $S_h=2.5w$, $S_v=2.5w$. On the application of shielding pile on near pile and far pile side for pile group 2x7, biggest reduction is observed on the near pile and far pile side respectively. The biggest reduction happened on applying shielding pile with spacing of $S_h=2.5w$ of 100%w pile size. The smallest average of lateral soil pressure is observed at spacing of $S_h=2.5w$, $S_v=2.5w$.

Keywords: lateral soil movement, ultimate lateral soil pressure, shielding piles

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	1
1.3 Ruang Lingkup Penelitian.....	2
1.4 Metode Penelitian	2
1.5 Sistematika Penulisan	2
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Pendahuluan	4
2.2 Tanah.....	4
2.2.1 Tanah Lempung	4
2.2.2 Kuat Geser Tanah Lempung	5
2.2.3 Elastisitas Pada Tanah Lempung	7
2.3 Tiang	9
2.3.2 Elastisitas Pada Tiang Pancang	11
2.4 Py Curve.....	11
2.4.1 Definisi <i>py curve</i>	11
2.4.2 <i>Py Curve Pada Pile Subjected To Lateral Loading</i>	13
2.4.2.1 Nilai P_u dari Pile Subjected To Lateral Loading	13
2.4.2.2 Analisis Pile Subjected To Lateral Loading	14
2.4.2.3 <i>Single Pile and Group Pile Subjected To Lateral Loading</i>	15
2.4.3 Pile Subjected To Lateral Soil Movement	28
2.4.3.1 Nilai P_u Dari Pile Subjected To Lateral Soil Movement.....	29
2.4.3.2 Analisa Pile Subjected To Lateral Soil Movement	29
2.4.3.3 <i>Single Pile and Group Pile Subjected To Lateral Soil Movement</i>	29
2.4.4 Hasil Penelitian Sebelumnya Oleh Ramadona Simatupang Pada <i>Pile Subjected To Lateral Soil Movement</i>	34
2.5 Plaxis.....	45
2.5.1 Definisi plaxis	45

2.5.2	Permodelan pada plaxis	47
2.5.2.1	Permodelan Mohr-Coulomb	47
2.5.2.2	Permodelan Linear Elastic	47
2.5.3	Tipe-tipe perhitungan pada plaxis.....	47
BAB 3 METODE PENELITIAN		49
3.1	Penjelasan Penelitian	49
3.1.1	Mohr-Coulomb model	49
3.1.2	Linear elastic model	50
3.2	Diagram Alir Penelitian	52
3.3	Penjelasan Diagram Alir Penelitian	53
3.3.1	Permodelan Tiang dan Tanah	53
3.3.2	Tanah bergerak menekan tiang	54
3.3.3	Catat Pu/Cu	55
3.3.4	Tambahkan Shielding Piles.....	55
3.3.5	Catat Pu/Cu	57
3.3.6	Bandingkan Pu/Cu Sebelum dan Sesudah Pemberian <i>Shielding Piles</i>	57
BAB 4 PEMBAHASAN.....		58
4.1	Pendahuluan	58
4.2	Hasil Dan Analisa Tanpa Shielding Pile.....	60
4.3	Permodelan Dengan Shielding Piles Sisi Near Pile	67
4.3.1	Jarak Pemberian Shielding Pile 2.5w dengan ukuran 50% w	68
4.3.2	Jarak Pemberian Shielding Pile 2.5w dengan ukuran 100% w	71
4.3.3	Jarak Pemberian Shielding Pile 5w dengan ukuran 50% w	74
4.3.4	Jarak Pemberian Shielding pile 5w dengan ukuran 100% w	76
4.4	Permodelan Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile dan Far Pile	79
4.4.1	Ukuran Shielding Pile 50% w Dengan Jarak 2.5w	80
4.4.2	Ukuran Shielding Pile 100% w Dengan Jarak 2.5w	82
4.4.3	Ukuran Shielding Piles 50% Dengan Jarak 5w	85
4.4.4	Ukuran Shielding Piles 100% Dengan Jarak 5w	87
4.4.5	Perbandingan Antara Penggunaan Shielding Pile Ukuran 50% Dengan Ukuran 100%	90
4.5	Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya Oleh Ramadona Simatupang	94
4.5.1	Tanpa Shielding pile	94
4.5.2	Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile.....	97
4.5.3	Dengan Shielding Pile Dua Sisi	99
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		101
5.1	KESIMPULAN.....	101

5.2 SARAN.....102



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mohr-Coloumb Model Untuk Kuat Geser Tanah	5
Gambar 2. 2 Mohr Hasil Unconsolidated-undrained triaxial test untuk lempung tersaturasi.	6
Gambar 2. 3 perubahan tegangan pada dinding tiang	12
Gambar 2. 4 Konsep py curve.....	13
Gambar 2. 5 distribusi tegangan disekitar tiang yang terdorong secara lateral	15
Gambar 2. 6 Single Pile loaded laterally (Chen, 1994)	16
Gambar 2. 7 Element mesh untuk single pile loaded laterally	17
Gambar 2. 8 py curve pada single pile loaded laterally	18
Gambar 2. 9 Deformed Mesh Dan Vektor Displacement Untuk Single Pile Loaded Laterally	19
Gambar 2. 10 Empat kasus untuk analisis group piles	20
Gambar 2.11 <i>Element Mesh</i> Untuk Kasus A	21
Gambar 2.12 <i>Py Curve</i> Untuk Kasus A (Chen, 1994).....	22
Gambar 2.13 <i>Element mesh</i> untuk kasus b.....	22
Gambar 2. 14 <i>Py Curve</i> Untuk Kasus B	23
Gambar 2.15 <i>Element mesh</i> untuk kasus c	25
Gambar 2. 16 <i>Py Curve</i> Pada <i>Active Pile</i> Untuk Kasus C	25
Gambar 2.17 Efek Spasi Tiang Pada Pu (Chen, 1994)	26
Gambar 2.18 <i>Elemen Mesh</i> Untuk Kasus D (Chen, 1994).....	27
Gambar 2.19 Hubungan <i>Py Curve</i> Untuk 6 Pile Group.....	28
Gambar 2.20 <i>Elemen Mesh</i> Yang Digunakan Untuk <i>Infinitely Long Row Of Piles</i>	30
Gambar 2.21 Hubungan P/Cu Untuk <i>Single Pile Subjected To Lateral Soil Movement</i>	31
Gambar 2.22 Efek Spasi Tiang Terhadap Pu Untuk <i>One Long Row Piles</i>	32
Gambar 2. 23 Penamaan Tiang Pada Kasus <i>Lateral Soil Movement</i>	33
Gambar 2.24 Hubungan <i>Py Curve</i> Untuk Piles Kasus I-1	34
Gambar 2. 25 Permodelan tanpa <i>Shielding Piles</i>	35
Gambar 2. 26 Tanpa <i>Shielding Piles</i> , 2x1.....	36

Gambar 2. 27 Tanpa Shielding Piles; (a) 2x3, (b)2x5, (c) 2x7	38
Gambar 2. 28 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan <i>Shielding Piles</i> , 5w Dan 100% W	39
Gambar 2. 29 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan Shielding Piles, 2.5w Dan 100% W	40
Gambar 2. 30 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan <i>Shielding Piles</i> , 5w Dan 50% W	41
Gambar 2. 31 Perbandingan model tanpa dan dengan <i>Shielding Piles</i> , 2.5w dan 50% w	42
Gambar 2. 32 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan <i>Shielding Piles</i> , 2.5w Dan 50% W	43
Gambar 2. 33 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan <i>Shielding Piles</i> , 2.5w Dan 100% W	44
Gambar 2. 34 Contoh Model Plane Strain Dan Axisymmetric	45
Gambar 2. 35 Posisi Nodal Dan Stress Point Pada Elemen Tanah.....	46
Gambar 3. 1 Parameter untuk <i>Mohr-Coulomb model</i>	50
Gambar 3. 2 Parameter untuk <i>Linear elastic model</i>	51
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian	52
Gambar 3. 4 Permodelan tanpa <i>shileding piles</i>	54
Gambar 3. 5 Gerakan tanah lateral.....	55
Gambar 3. 6 Permodelan dengan <i>shileding piles</i>	56
Gambar 3. 7 Gerakan tanah lateral.....	56
Gambar 4. 1 Permodelan Tiang	58
Gambar 4. 2 Penamaan Tiang	59
Gambar 4. 3 Tegangan Normal Dan Geser Pada Tiang.....	59
Gambar 4. 4 Gaya Pu Yang Bekerja Pada Tiang Akibat Pergerakan Tanah.....	60
Gambar 4. 5 Group Tiang 2x7 Tanpa Shielding pile	61
Gambar 4. 6 Permodelan Tiang Tanpa <i>Shielding Pile</i> , (a). 2x1, (b). 2x3, (c). 2x5, (d). 2x7	67
Gambar 4. 7 Permodelan Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Sisi Near Pile	68

Gambar 4. 8 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Satu Sisi	70
Gambar 4. 9 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Satu Sisi	73
Gambar 4. 10 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Satu Sisi.....	76
Gambar 4. 11 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Piles Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100%.....	78
Gambar 4. 12 Permodelan Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Sisi Near Pile dan Far Pile	80
Gambar 4. 13 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Dua Sisi	82
Gambar 4. 14 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi	84
Gambar 4. 15 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Dua Sisi	87
Gambar 4. 16 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi	89
Gambar 4. 17 Perbedaan Posisi Tiang dalam menerima tekanan tanah lateral	94
Gambar 4. 18 Perbandingan nilai Pu/Cu pada group yang semakin besar	95
Gambar 4. 19 Permodelan Tiang Tanpa <i>Shielding Pile</i> , (a). 2x1, (b). 2x3, (c). 2x5, (d). 2x7	96
Gambar 4. 20 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Satu Sisi	97
Gambar 4.21 Perbandingan model tanpa dan dengan <i>Shielding Piles</i> , 2.5w dan 100% w	98
Gambar 4. 22 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi	99
Gambar 4.23 Perbandingan model tanpa dan dengan <i>Shielding Piles</i> , 2.5w dan 100% w	100

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Nilai Cu	6
Tabel 2. 2 Nilai Es Tanah	8
Tabel 2. 3 Nilai Poisson	9
Tabel 2. 4 Tiga Kasus Spasi Berbeda	33
Tabel 3.1 Parameter tanah dan tiang.....	53
Tabel 4. 1 Pu/Cu Tanpa <i>Shielding Piles</i> , $Sh=2.5w$ Dan $Sv=2.5w$	61
Tabel 4. 2 Pu/Cu Tanpa <i>Shielding Piles</i> , $Sh=2.5w$ Dan $Sv=4w$	62
Tabel 4. 3 Pu/Cu tanpa <i>shielding piles</i> , $Sh=4w$ dan $Sv=2.5w$	63
Tabel 4. 4 Pu/Cu tanpa <i>shielding piles</i> , $Sh=4w$ dan $Sv=4w$	64
Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata Pu/Cu Pada Tiap Variasi Spasi Group Tiang.....	65
Tabel 4. 6 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 50% Satu Sisi.....	69
Tabel 4. 7 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 100% Satu Sisi.....	72
Tabel 4. 8 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 50% Satu Sisi.....	75
Tabel 4. 9 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 100% Satu Sisi.....	77
Tabel 4. 10 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 50% Dua Sisi	81
Tabel 4. 11 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 100% Dua Sisi	83
Tabel 4. 12 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding Pile</i> 50% Dua Sisi	86
Tabel 4. 13 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan <i>Shielding Pile</i> Jarak 5w Dari Tiang Ukuran <i>Shielding pile</i> 100% Dua Sisi	88
Tabel 4. 14 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan <i>Shielding Pile</i> Jarak 2.5w Ukuran 50% Denga Ukuran 100% Satu Sisi	91
Tabel 4. 15 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan <i>Shielding Pile</i> Jarak 2.5w Ukuran 50% Denga Ukuran 100% Dua Sisi.....	91

Tabel 4. 16 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan Shielding Pile Jarak $5w$ Ukuran 50% Dengan Ukuran 100% Satu Sisi.....	93
Tabel 4. 17 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan Shielding Pile Jarak $5w$ Ukuran 50% Denga Ukuran 100% Dua Sisi	93
Pu/Cu tanpa <i>shielding piles</i> , $Sh=2.5w$ dan $Sv=2.5w$	95



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada lahan yang terbatas dimana jarak antar bangunan semakin dekat. Daerah tertentu yang biasanya terdapat pada wilayah bangunan industri atau perkotaan. Pelaksanaan konstruksi *embankment* atau penyimpanan material industri pada suatu lahan membuat material tanah dibawahnya dapat mengalami gangguan. Kasus ini pada kondisi kritisnya membuat tanah di bawah kegiatan tersebut bergerak sehingga membuat tiang-tiang eksisting di sekitarnya dapat terganggu. Terganggunya tiang yang berdekatan (*adjacent pile*) terjadi karena adanya *settlement* dan *lateral soil movement*. Kejadian *Lateral soil movement* dampaknya lebih kritis pada *adjacent pile*, terutama yang terjadi pada tanah lunak. Pergerakan tanah secara lateral tersebut perlu diketahui dampaknya terhadap tiang-tiang yang ada dan juga perlu diketahui suatu *soil support* yang dapat mengurangi efek pergerakan tanah secara lateral tersebut. Salah satu *soil support* yang mendukung *adjacent pile* dalam menahan pergerakan tanah tersebut adalah *shielding pile*. *Shielding pile* merupakan tameng yang terdiri dari sekelompok pile yang terletak diantara konstruksi *embankment* dengan *adjacent pile*. Dalam penelitian ini penelitian difokuskan pada efek dari *lateral soil movement* terhadap *adjacent pile* serta efek penggunaan *shielding pile* dan juga variasi jaraknya terhadap *adjacent pile*.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah:

1. Mengetahui apakah pengaruh penerapan *shielding pile* pada tanah lempung dapat mengurangi tekanan tanah *ultimate* P_u akibat *embankment*.
2. Mengetahui jarak efektif penggunaan *shielding pile*, sehingga dapat diketahui pengurangan nilai p_u/c_u yang terjadi akibat dari penerapan variasi jarak *shielding pile* pada *passive pile*.
3. Dalam penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perubahan nilai P_u/C_u sebagai efek dari penggunaan *shielding pile*.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian pada skripsi ini adalah analisa mengenai P_u untuk *single pile dan group pile* (2x1, 2x3, 2x5 dan 2x7). Penelitian ini akan membahas nilai tekanan tanah lateral *ultimate* (p_u/c_u) pada kondisi sebelum dan sesudah penggunaan *shielding pile*.

Permodelan yang digunakan adalah tiang panjang dengan permodelan *plane strain*.

1.4 Metode Penelitian

- Metode penelitian yang digunakan dalam skripsi ini adalah metode numerik dengan menggunakan software PLAXIS. PLAXIS merupakan salah satu alat bantu berupa program finite element dalam masalah-masalah geoteknik. Jenis tanah yang dianalisis dalam penelitian ini adalah tanah lempung lunak.
- Dalam penelitian ini akan diteliti beberapa variasi, yaitu variasi jumlah tiang dalam group, variasi spasi tiang pada tiap group, variasi jarak penggunaan *shielding pile* terhadap tiang, dan variasi ukuran *shielding pile*. Dari penelitian ini akan diperoleh nilai tekanan tanah lateral ultimate per kohesi *undrained* (p_u/c_u) yang memperlihatkan besaran gerakan tanah lateral.

1.5 Sistematika Penulisan

a. Bab 1 : Pendahuluan

Pada bagian ini dijelaskan mengenai bagaimana latar belakang dilakukannya analisa mengenai pengaruh pola deformasi lateral tanah pada perilaku passive piles, tujuan dilakukannya penelitian ini, ruang lingkup penelitian, metode penelitian, dan sistematika penulisan penelitian.

b. Bab 2 : Tinjauan Pustaka

Pada bagian ini diuraikan teori dasar yang digunakan dalam penulisan laporan ini. Pada bab ini dijelaskan mengenai tanah secara umum, tanah lempung, kuat geser tanah lempung, elastisitas pada tanah lempung. Selanjutnya pada sub bab kedua dijelaskan mengenai tiang pancang, elastisitas pada tiang pancang. Sub bab ketiga menjelaskan membahas *py curve* yang terdiri dari definisi *py curve*, *py curve* pada *pile subjected to lateral loading*, *py curve* pada

pile subjected to lateral soil movement, dan sub bab keempat membahas plaxis yang terdiri dari definisi plaxis, analisis permodelan pada plaxis, dan *plastic calculation* pada plaxis.

c. Bab 3 : Metode Penelitian

Pada bagian ini dijelaskan mengenai metode penelitian untuk mengetahui perubahan nilai tekanan tanah lateral ultimate p_u pada *adjacent pile* sebelum dan sesudah penggunaan *shielding pile* yang digambarkan dengan bagan penelitian. Dalam penelitian ini digunakan bantuan software PLAXIS.

d. Bab 4 : Pembahasan

Pada bagian ini dijelaskan hasil dan pengolahan data dari setiap permodelan. Analisa setiap permodelan dilengkapi tabel dan grafik.

e. Bab 5 : Kesimpulan dan Saran

Pada bab ini penulis menarik kesimpulan dari pembahasan dan analisa pada bab sebelumnya lalu memberikan saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Pada bab ini dijelaskan mengenai landasan teori yang akan digunakan dalam penelitian ini. Pembagian bab ini terbagi menjadi empat sub bab, dimana pada sub bab pertama dalam bab ini akan menjelaskan tanah secara umum, dilanjutkan dengan pembahasan tanah lempung, kuat geser tanah, elastisitas tanah. Selanjutnya pada sub bab dua dibahas tiang secara umum lalu dilanjutkan dengan pembahasan tiang, tiang pancang, serta elastisitas pada tiang pancang. Pada sub bab ke tiga akan dijelaskan p-y curve yang meliputi definisi *py curve*, *py curve* pada *pile subjected to lateral loading*, *py curve* pada *pile subjected to lateral soil movement*. Hasil penelitian sebelumnya mengenai efek penggunaan *shielding pile*. Dan pada sub bab ke empat akan dibahas plaxis, yang meliputi definisi plaxis, analisis permodelan pada plaxis, serta tipe-tipe perhitungan pada plaxis.

2.2 Tanah

Tanah merupakan campuran partikel-partikel yang ukurannya dapat mencakup ukuran yang sangat luas. Rentang ukuran tersebut diberi nama-nama khusus seperti berangkal, kerikil, pasir, lanau, lempung, dan koloid. Tanah merupakan hasil dari pelapukan batuan secara mekanis dan kimiawi. Pada penelitian ini tanah yang diteliti merupakan tanah lempung sehingga pembahasan akan difokuskan pada tanah lempung.

2.2.1 Tanah Lempung

Lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm. Lempung termasuk tanah yang kohesif karena mengandung mineral lempung. Lempung termasuk tanah deposit, Tanah deposit sendiri didefinisikan sebagai kumpulan partikel mineral yang mempunyai indeks plastisitas sesuai dengan batas atterberg yang pada waktu mengering membentuk suatu massa yang bersatu sedemikian rupa sehingga diperlukan gaya untuk memisahkan setiap butiran mikroskopisnya.

2.2.2 Kuat Geser Tanah Lempung

Kuat geser merupakan kemampuan tanah dalam menahan beban geser yang terjadi saat tanah terbebani. Keruntuhan suatu blok tanah bukan karena hancurnya butir-butir tanah tersebut melainkan karena terjadi pergeseran relatif antara butir-butir tanah tersebut. Hipotesis pertama mengenai kuat geser tanah diuraikan oleh Coloumb (1773), sebagai

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

dimana τ = kuat geser (kN/m^2)

c = kohesi

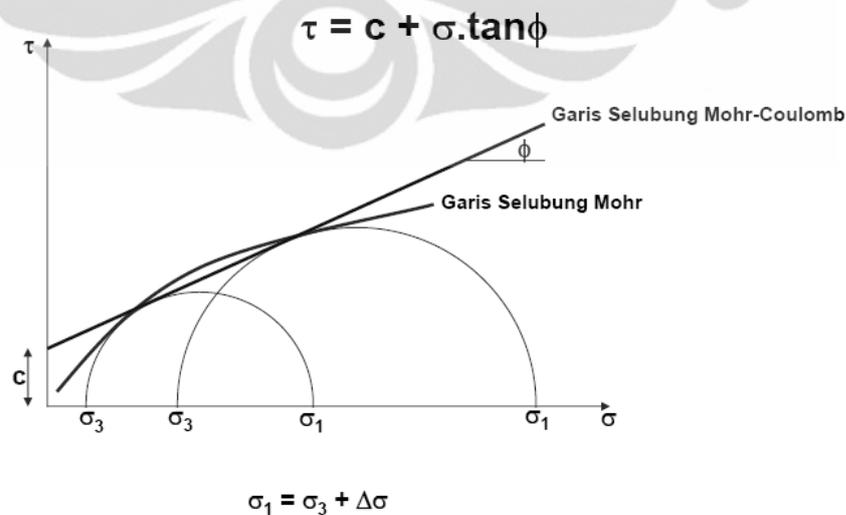
σ = tegangan normal (kN/m^2)

ϕ = sudut geser ($^\circ$)

pada kondisi efektif kita peroleh :

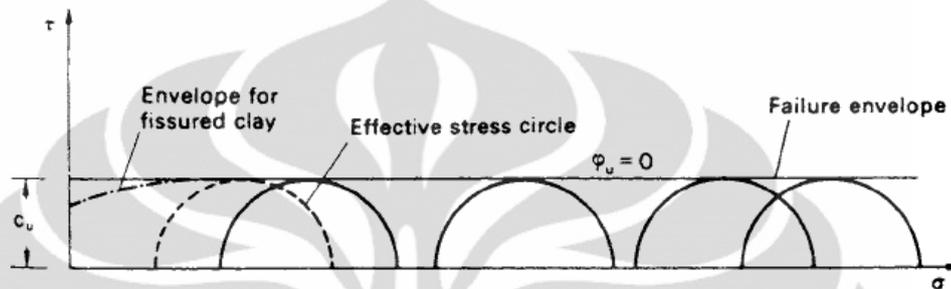
$$\tau' = c' + \sigma' \tan \phi'$$

Dalam kurva tegangan-kuat geser kita peroleh hubungan kuat geser dalam grafik dibawah ini :



Gambar 2. 1 Mohr-Coloumb Model Untuk Kuat Geser Tanah

Dalam penelitian ini penulis memodelkan tanah dalam kondisi tanah lempung lunak yang sangat kritis sehingga tanah diasumsikan tersaturasi 100 %. Pada kondisi tersebut uji geser yang sesuai adalah dalam keadaan tak terkonsolidasi – tak terdrainasi (unconsolidated-undrained) atau UU test. Dari tes triaksial tersebut didapatkan hasil UU test sebagai berikut :



Gambar 2. 2 Mohr Hasil Unconsolidated-undrained triaxial test untuk lempung tersaturasi.

Sumber: Craig, 1987

Dari gambar diatas terlihat nilai $\Delta\sigma$ sama, hal ini menyebabkan nilai sudut geser total ϕ adalah 0. Pada keadaan seperti ini nilai $\Delta\sigma$ sangat mempengaruhi nilai kohesi tanah dimana apabila $\Delta\sigma$ semakin besar maka nilai kohesi akan semakin besar, dan apabila $\Delta\sigma$ semakin kecil maka nilai kohesi akan semakin kecil. Di bawah ini tabel nilai kohesi undrained C_u :

Tabel 2. 1 Nilai C_u

Undrained Shear Strength	Su (kPa)	
Hard soil	Su > 150 kPa	
Stiff soil	Su = 75-150 kPa	
Firm soil	Su = 40-75 kPa	
Soft soil	Su = 20-40 kPa	
Very soft soil	Su < 20 kPa	
Drained shear strength	C' (kPa)	Φ (deg)
Compact sands	0	35°-45°
Loose sands	0	30°-35°
Unweathered		

overconsolidated clay		
Critical state	0	18°-25°
Peak state	10-25 kPa	20°-28°
Residual	0-5 kPa	8°-15°

Sumber : Dr. Leslie Davison, University of the West of England, Bristol.

Dari data diatas nilai C_u yang sesuai untuk tanah lunak adalah 20 kPa karena pada kondisi ini nilai kekuatan geser hanya bergantung pada nilai kohesi akibat nilai sudut geser 0. Sehingga apabila nilai kohesi tanah besar maka nilai kekuatan geser akan besar pula.

2.2.3 Elastisitas Pada Tanah Lempung

Modulus elastisitas atau modulus young dari tanah adalah sebuah parameter elastis tanah yang banyak digunakan dalam menghitung settlement dari beban statis. Modulus elastisitas merupakan perbandingan antara tegangan dengan regangan

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

dimana : E = modulus elastisitas (kN/m^2)

σ = tegangan (kN/m^2)

ε = regangan

Nilai modulus elastisitas tanah, E_s , dapat kita dapatkan dari korelasi empiris, tes laboratorium pada spesimen undisturbed dan hasil tes lapangan. Tes laboratorium yang bisa digunakan dalam untuk menghitung nilai modulus tanah adalah tes triaxial dengan kondisi unconsolidated undrained, artinya di sini contoh di uji tanpa adanya kontrol terhadap drainase air pori. Selain tes laboratorium juga dapat dilakukan tes lapangan dengan plate load test, cone penetration test, standard penetration test (SPT) dan pressuremeter test.

Korelasi empiris dari USACE EM 1110-1-1904 memperlihatkan hubungan sebagai berikut :

$$E_s = K_c C_u$$

dimana : E_s = modulus young tanah (tsf)

K_c = correlation factor

C_u = undrained shear strength (tsf)

Modulus elastisitas tanah berdasarkan tipe tanah serta konsistensi/densitas, (dari USACE, *Settlement Analysis*) :

Tabel 2. 2 Nilai Es Tanah

Soil	E_s (Mpa)
very soft clay	0.5 - 5
soft clay	5 - 20
Medium clay	20 - 50
Stiff clay, silty clay	50 - 100
sandy clay	25 - 200
clay shale	100 - 200
loose sand	100- 25
dense sand	25 - 100
dense sand and gravel	100 - 200
silty sand	25 - 200

Poisson rasio adalah sifat elastis suatu material yang didefinisikan sebagai perbandingan antara regangan lateral dengan regangan aksial.

$$E = \frac{\varepsilon_l}{\varepsilon_a}$$

Nilai rasio poisson sering dianggap sebesar 0,2 sampai 0,4 dalam pekerjaan-pekerjaan mekanika tanah. Nilai 0,5 biasanya dipakai untuk tanah jenuh, dan 0,0 sering dipakai untuk tanah kering dan tanah lainnya untuk kemudahan perhitungan. Ini karena nilai rasio poisson sukar diperoleh untuk tanah. Regangan vertikal relatif mudah didapatkan, tetapi regangan lateral sangat

sukar apabila dibandingkan dengan pengukurannya untuk logam dimana suatu pengukur regangan dapat dipasang pada alat pengukur tersebut.

Berikut nilai poisson yang dipublikasikan oleh Joseph E. Bowles :

Tabel 2. 3 Nilai Poisson

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	0.1-1.0 0.3-0.4
Rock	0.1-0.4 (depends somewhat on what type of rock)
Loess	0.1-0.3
Ice	0.36
Concrete	0.15
Steel	0.33

Dari nilai-nilai tersebut untuk tanah lempung jenuh nilai μ berkisar antara 0,4-0,5 dari rentang nilai tersebut dapat diambil $\mu = 0,495$ karena semakin besar nilai μ maka akan semakin besar pula tegangan lateralnya.

2.3 Tiang

Pondasi dangkal digunakan dalam tanah yang memiliki daya dukung yang cukup baik, dalam hal ini tanah di tuntut mampu menahan beban struktur di atasnya tanpa merusak struktur tersebut akibat penurunan yang terjadi pada tanah ataupun terjadinya *swelling* (pengembangan). Untuk tanah yang mampu menahan beban struktur di atasnya pondasi yang digunakan adalah pondasi alas, telapak, telapak sebar atau pondasi rakit, tetapi apabila tanah tidak mampu

melakukan fungsi tersebut maka beban akan di transfer ke lapisan tanah yang lebih dalam.

Beban struktur tersebut ditransfer kedalam tanah dengan menggunakan struktur tiang. Tiang merupakan kolom ramping panjang diantaranya berupa tiang pancang, tiang bor dan tiang cast in situ. Tiang pancang terbuat dari beton, baja, dan kayu. Sementara tiang bor dan cast in situ terbuat dari beton. Pada penelitian ini penulis hanya membahas mengenai tiang pancang.

2.3.1 Tiang Pancang

Salah satu tipe tiang adalah tiang pancang. Tiang pancang merupakan tiang yang terbuat dari material kayu, beton, atau baja. Tiang pancang di hujamkan ke dalam tanah dengan cara di pukul, di bor, atau di dongkrak. Tiang pancang berfungsi untuk menerima dan mentransfer beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Tiang pancang berbentuk panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Fungsi dari tiang pancang adalah :

- Untuk menyalurkan pondasi ke tanah keras
- Untuk menahan beban vertikal, lateral dan uplift

Pada penelitian kali ini penulis hanya membahas mengenai tiang pancang beton. Dalam aplikasinya tiang pancang biasanya di gunakan dalam bentuk atau formasi grup tiang yang dihubungkan dengan pile cap. Suatu grup tiang mempunyai jarak tertentu antar tiangnya. Jarak tersebut sangat berpengaruh pada kekuatan grup tiang yang di hasilkan. Umumnya jarak antar tiang (spasi) berjarak kurang dari 6 lebar tiang. Dikatakan juga bahwa sekelompok tiang pancang berjarak $2B-4B$ di mana B adalah lebar atau diameter masing-masing tiang pancang. Pondasi tiang pancang digunakan apabila tanah dasar tidak mempunyai kapasitas daya pikul yang memadai. Hal ini biasanya terlihat dari hasil pemeriksaan tanah yang menunjukkan tanah tidak stabil dan kurang keras atau hasil estimasi penurunan yang terjadi tidak dapat diterima. Untuk kasus konstruksi berat kapasitas daya dukung dari tanah dangkal tidak akan memuaskan sehingga struktur perlu di buat diatas pondasi tiang. Selain untuk menahan beban vertikal tiang pancang juga digunakan untuk menahan beban horizontal. Tiang pancang

sangat cocok untuk pondasi diatas tanah lunak maupun diatas air, seperti di sungai ataupun pembuatan dermaga. Dalam penelitian ini tiang pancang digunakan dalam tanah lunak yang bergerak.

2.3.2 Elastisitas Pada Tiang Pancang

Material beton yang merupakan material dari tiang pancang yang di bahas dalam penelitian ini memiliki karakteristik material berupa elastisitas bahan. Dalam hal ini penulis mengambil parameter beton berupa modulus elastisitas dan rasio poisson. Untuk nilai modulus elastisitas tiang pancang beton diambil nilai $E_p = 2400 \text{ GPa}$ ($2.4 \times 10^7 \text{ kN/m}^2$). Sedangkan nilai rasio poisson untuk tiang pancang beton diambil nilai berdasarkan tabel 2.3. Pada tabel tersebut terlihat bahwa nilai μ beton adalah 0.15.

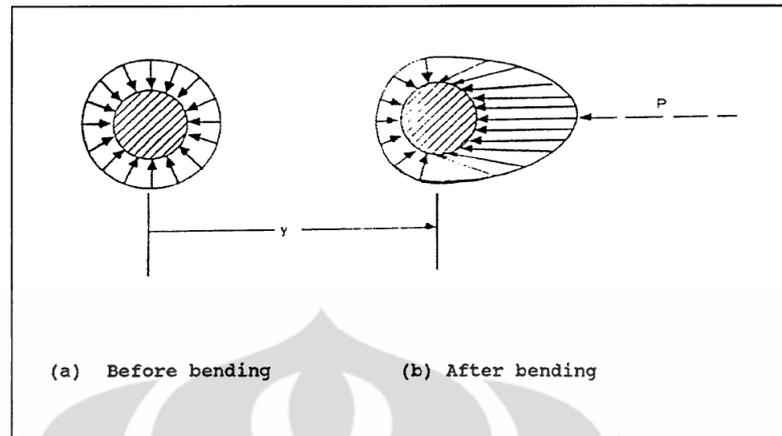
2.4 Py Curve

Dalam perhitungan nilai tekanan tanah ultimate dalam kondisi tekanan tanah lateral untuk interaksi tanah dengan struktur memerlukan suatu metoda khusus dalam perhitungannya. Masalah ini membutuhkan solusi sebuah masalah nonlinear dalam interaksi tanah dan struktur. Untuk memberikan solusi dalam hubungan antara *soil resistance* p dengan defleksi tiang y maka *py curve* memberikan hubungan antara keduanya.

2.4.1 Definisi *py curve*

Kurva *py* merupakan suatu kurva yang memberikan gambaran reaksi tanah sebagai fungsi dari defleksi lateral tanah. Metode ini memprediksi respon tiang yang terbebani beban lateral dengan menggunakan metoda finite-difference model dengan pegas horizontal nonlinear. Dalam hal ini pegas mewakili ketahanan lateral tanah yang didefinisikan dalam *p-y curve*. *p-y curve* bergantung pada banyak faktor diantaranya tipe tanah, tipe beban, karakteristik tiang, kedalaman di bawah permukaan tanah, dan efek interaksi grup tiang.

Untuk memahami nilai p dan y maka kita dapat melihat gambar pile dibawah ini :

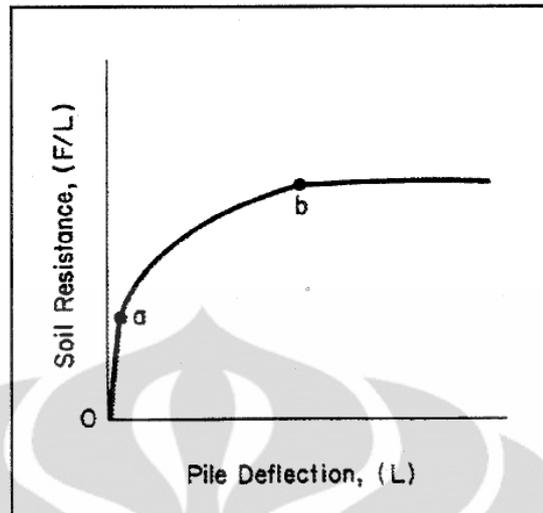


Gambar 2. 3 perubahan tegangan pada dinding tiang

Sumber : , L.C. Reese, EI 02C097 01 Jul 97

Dalam gambar diatas pada tiang a memperlihatkan distribusi unit tegangan normal yang bekerja pada dinding tiang. Distribusi tersebut merupakan distribusi tegangan yang terjadi pada tiang yang tidak mengalami bending. Pada pile yang mengalami pergeseran berjarak y distribusi tegangan normal akan berubah seperti pada gambar tiang b. pada kondisi tiang b tegangan akan mengalami penurunan pada sisi belakang tiang dan mengalami peningkatan pada sisi depan tiang. Antara tegangan normal maupun tegangan geser keduanya mengalami perubahan sepanjang keseluruhan keliling tiang. Integrasi pada unit tegangan akan memperlihatkan besaran p yang bekerja berlawanan dengan arah y . Dimensi dari p adalah beban per satuan panjang sepanjang tiang.

Dalam gambar dibawah ini di perhatikan sebuah konsep dasar kurva py . Kurva tersebut di gambar pada kuadran pertama untuk kemudahan,



Gambar 2. 4 Konsep py curve

Sumber : , L.C. Reese, EI 02C097 01 Jul 97

Pada kurva tersebut garis 0-a memperlihatkan bagian dari tanah yang bersifat elastis pada defleksi yang kecil. Pada garis a-b merupakan bagian transisi dari kurva yang berbentuk non linier, dimana nilai soil resistance (p) pada poin b telah tercapai nilai ultimate dari soil resistance. Bagian horizontal pada kurva py diatas menunjukan bahwa tanah bersifat plastis dengan tidak adanya kehilangan *shear strength* pada peningkatan *strain*.

2.4.2 *Py Curve Pada Pile Subjected To Lateral Loading*

Sebuah tiang yang diberikan beban lateral atau disebut *Pile subjected to lateral loading* merupakan kondisi dimana tiang diberikan beban tegak lurus tiang atau beban yang tidak searah dengan tiang. Pada kondisi tersebut tiang dapat mengalami defleksi sejauh y dan tanah disekitarnya mengalami gangguan. Pada saat tiang mengalami defleksi dalam jarak tertentu *soil resistance* tanah dapat mencapai kondisi ultimate dan mencapai tekanan ultimate, P_u . Pada saat terjadinya kejadian tersebut dapat kita buat sebuah kurva py .

2.4.2.1 Nilai P_u dari Pile Subjected To Lateral Loading

Penelitian mengenai nilai tekanan lateral tanah ultimate sudah dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya adalah Broms (1964). Menurut Broms, pada

tanah non kohesif, berdasarkan observasi dari uji laboratorium yang dilakukan oleh peneliti lain, tiang-tiang mengalami efek yang kecil pada tahanan lateral ultimate untuk bentuk bagian tiang tertentu. Broms mengemukakan sebuah formula untuk menghitung tekanan tanah ultimate yang ditentukan sebagai :

$$P_u = 3P_p$$

dimana

- P_p = Tekanan pasif Rankine, $= \gamma z K_p$;
- γ = Berat tanah;
- z = kedalaman di bawah permukaan tanah;
- K_p = koefisien tekanan pasif Rankine.

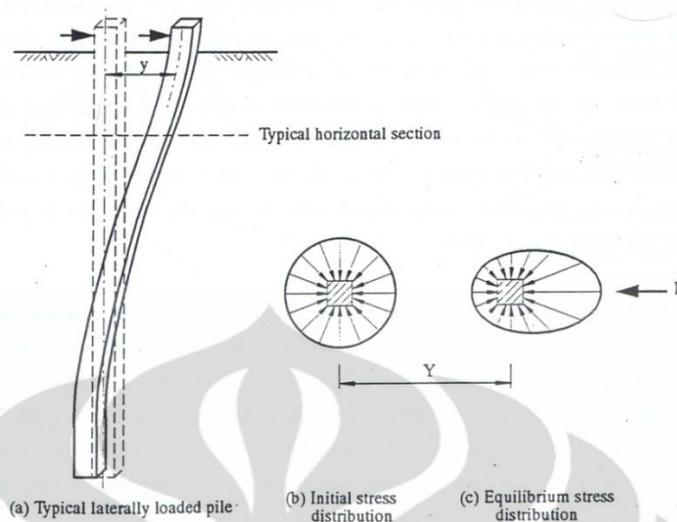
Sedangkan pada tanah kohesif, nilai tekanan tanah ultimate P_u secara normal dinyatakan dalam istilah kuat geser tanah dalam kondisi *undrained* sebagai berikut :

$$P_u = Kc_u$$

Dimana K adalah koefisien luas dan c_u adalah kuat geser *undrained* dari lempung.

2.4.2.2 Analisis Pile Subjected To Lateral Loading

Seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.5, ketika sebuah tiang diberikan beban lateral, tiang akan mengalami displacement secara lateral hingga mencapai keseimbangan antara tanah dan tiang. Keseimbangan tersebut terjadi pada hubungan antara tegangan-tegangan yang bekerja sepanjang tiang dan displacement dari tanah dan tiang pada setiap titik sepanjang tiang. Ketika tiang bergerak sejauh y maka tegangan yang bekerja pada keliling tiang pada setiap level akan berubah dari kondisi *uniform* ke kondisi *non uniform*.



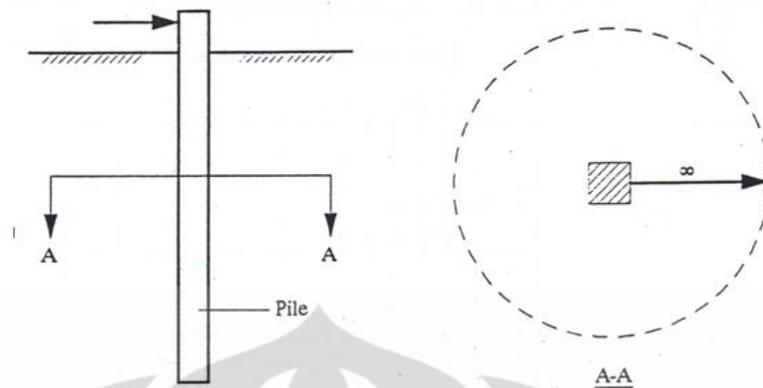
Gambar 2. 5 distribusi tegangan disekitar tiang yang terdorong secara lateral

Sumber : Chen, 1994

Nilai tegangan rata-rata (p) (gaya per unit panjang tiang) diperoleh dari jumlah tegangan-tegangan yang bekerja pada arah gerakan tiang sepanjang tiang yang mengalami displacement dan dipengaruhi oleh lebar tiang yang tegak lurus dengan arah gerakan tiang. Nilai (p) yang bekerja di sini berlawanan arah dengan arah gerakan tiang. Jadi sebuah “ p - y ” dari sebuah tiang pada kedalaman tertentu dapat dibuat maka pada saat terjadi failure tekanan tanah lateral ultimate bisa diperoleh. Jadi nilai tekanan lateral tanah ultimate P_u dapat kita peroleh dengan permodelan kondisi *plane strain*. Untuk perbandingan analisis *plane strain* pertama kali dilakukan pada kasus *single pile* dan sejumlah *group pile*.

2.4.2.3 *Single Pile and Group Pile Subjected To Lateral Loading*

Untuk melihat kurva p - y pertama kali *single pile* dianalisa. Pada gambar 2.6 memperlihatkan belahan horizontal dari *single pile* yang diberi beban secara lateral. Untuk suatu analisa, sebuah tiang persegi diasumsikan dengan lebar 0.5 m dan dipilih kondisi tegangan awal pada kedalaman 6 kali lebar tiang untuk menunjukkan *overburden stress*. Untuk mempermudah analisis tegangan awal diasumsikan *uniform* untuk seluruh *mesh*, namun pada kenyataannya tidak seperti ini karena *localized stress* meningkat pada tanah disekitar tiang selama dan setelah instalasi.

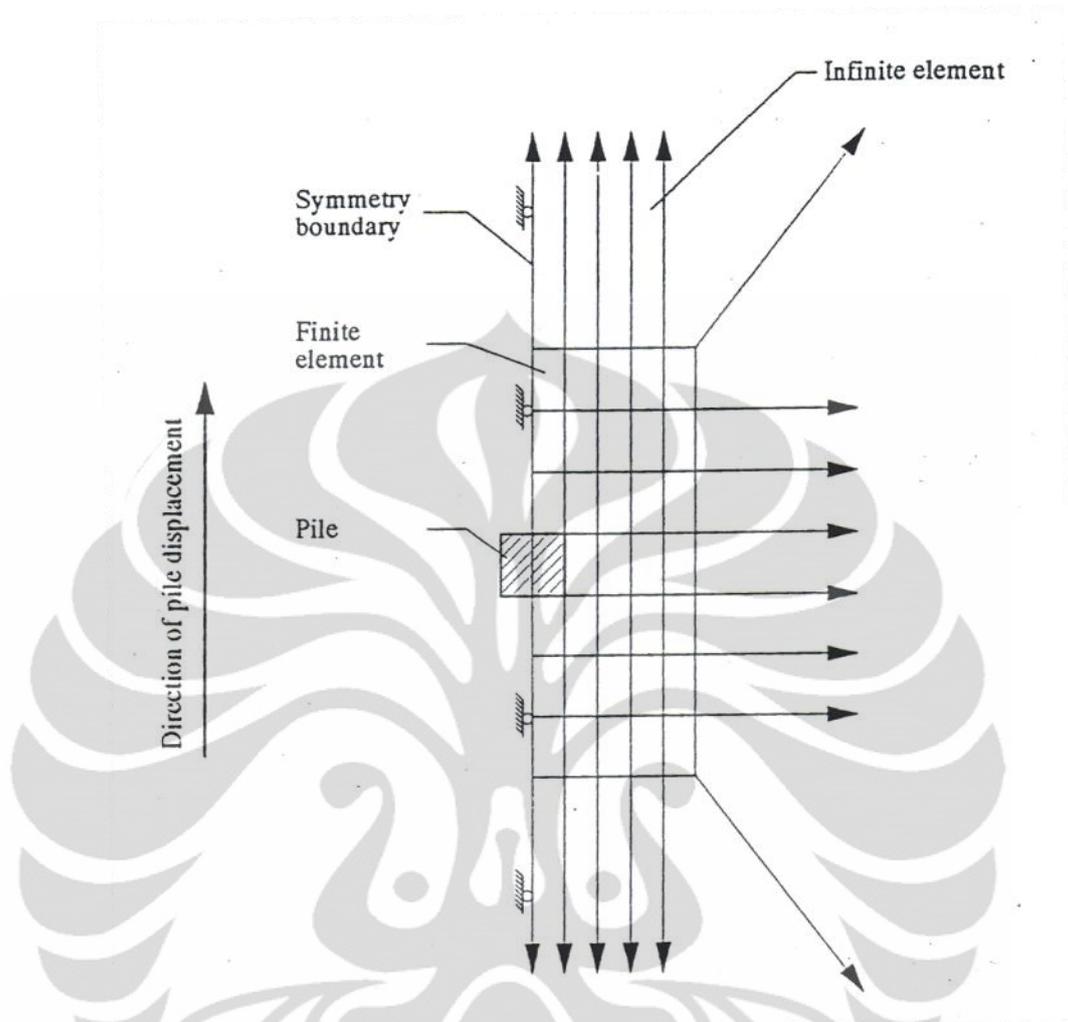


Gambar 2. 6 Single Pile loaded laterally

Sumber : Chen, 1994

Pada gambar 2.7 menunjukkan permodelan pada analisis ini yang disusun atas *infinite* dan *finite element mesh*. Analisa hanya dilakukan pada setengah dari kasus yang dianalisa karena kasus memiliki bentuk yang simetri, dan untuk menunjukkan kesimetrian ini digunakan perletakkan rol. Kondisi batas dari tanah terpenuhi karena *infinite element* yang dibuat digunakan untuk memodelkan tingkah laku tanah.

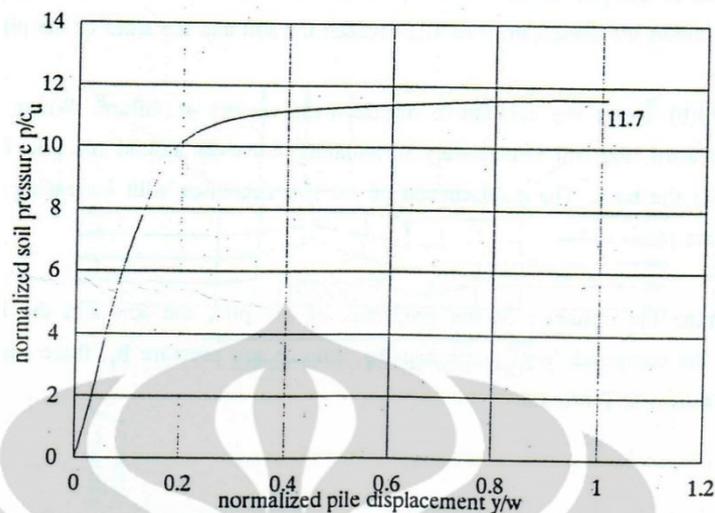
Pada model tersebut diberikan displacement pada pile secara seragam dan terus meningkat pada arah gerakan tiang. Pada interface dapat dihitung tegangan normal dan tegangan geser dengan analisis *infinite* dan *finite element*. Tegangan-tegangan tersebut dapat kita rubah menjadi tekanan rata-rata p yang bekerja sepanjang lebar tiang, sehingga untuk tiap-tiap kenaikan titik tunggal pada tiang, p - y curve untuk tiang dapat dihasilkan.



Gambar 2. 7 Element mesh untuk single pile loaded laterally

Sumber : Chen, 1994

Pada kasus diatas tanah hanya memiliki kemampuan yang terbatas dalam menahan gaya tarik sehingga pemisahan antara tiang dan tanah dapat terjadi. Karena hal tersebut maka tanah diasumsikan memiliki kekuatan tarik nol dan diperbolehkan untuk terpisah dari tiang segera setelah tanah mengalami tegangan tarik.



Gambar 2. 8 p_y curve pada single pile loaded laterally

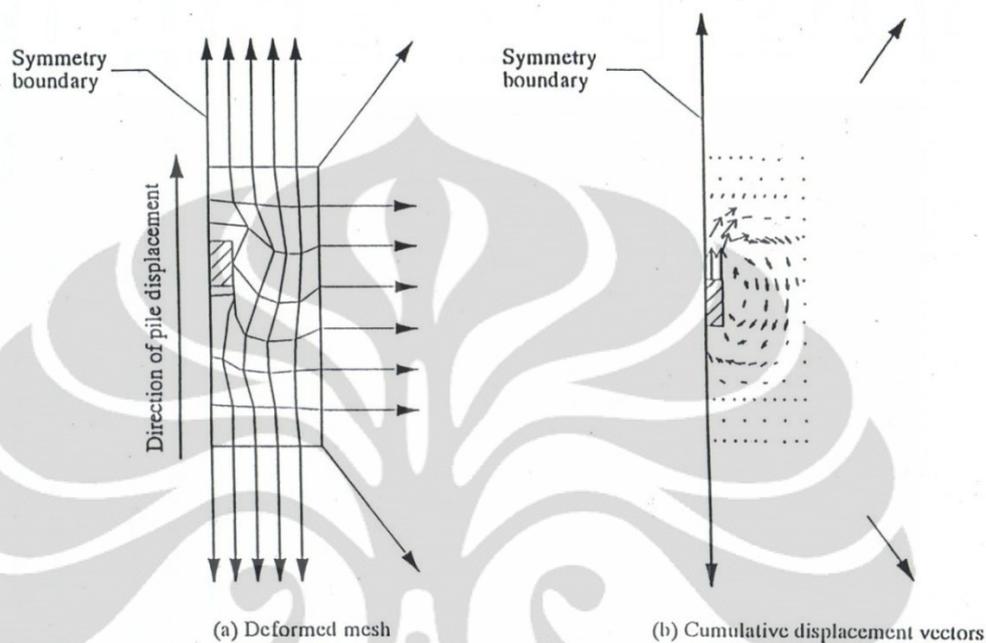
Sumber : Chen, 1994

Pada gambar 2.8 menunjukkan hubungan antara tekanan normal tanah P_u/C_u , dan *displacement* tiang y/w . Dari analisis ini diperoleh p_y curve yang mirip dengan analisa berbagai peneliti lain seperti penelitian yang dipublikasikan Matlock (1970) dan Yegian & Wright (1973). Namun belum ada percobaan untuk menggunakan p_y curve hasil dari analisis ini, sehingga perhatian cukup difokuskan pada tekanan *lateral ultimate*. Walaupun ada perbedaan dalam analisa, dimana pada keduanya tidak boleh ada pemisahan tanah dengan tiang, namun dengan nilai p_u/c_u 11.7 masih sesuai dengan prediksi analitis yang telah didiskusikan sebelumnya dan persetujuan ini menguji metode saat ini dan juga untuk solusi pada group pile.

Pada gambar 2.9 (a) diilustrasikan deformasi mesh pada kondisi failure. Pada perhitungan ini tegangan awal pada tanah dimasukkan dalam perhitungan sehingga tidak terdapat pemisahan antar tanah dan tiang. Akan tetapi ketika tegangan-tegangan berubah menjadi tarikan celah antara tanah dan sisi belakang tiang mulai timbul karena tanah diasumsikan tidak memiliki kekuatan tarik. Pada gambar ini juga terlihat secara jelas terjadi *slip* antara tanah dan sisi-sisi tiang.

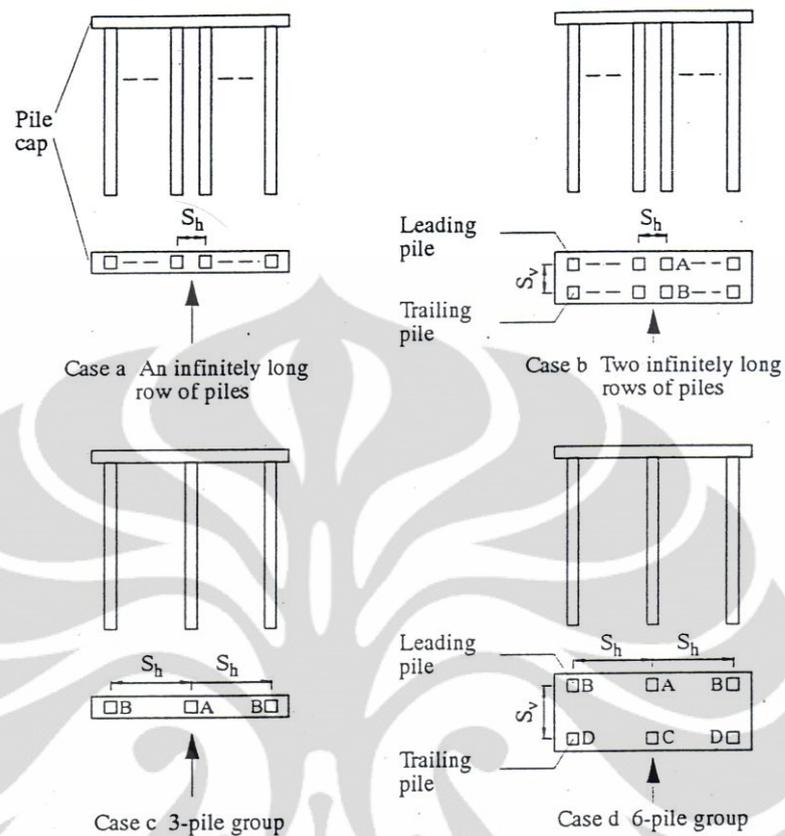
Vektor akumulasi displacement pada kondisi failure dapat kita lihat pada gambar 2.9 (b). Dalam gambar tersebut terlihat juga pergerakan tanah yang mengelilingi tiang yang dimulai dari arah depan menuju ke belakang tiang pada saat tiang bergerak ke depan. *Displacement* tanah menurun dari depan ke

belakang seiring dengan meningkatnya jarak dari posisi awal tiang menuju arah pergerakan tiang.



Gambar 2. 9 Deformed Mesh Dan Vektor Displacement Untuk Single Pile Loaded Laterally
Sumber : Chen, 1994

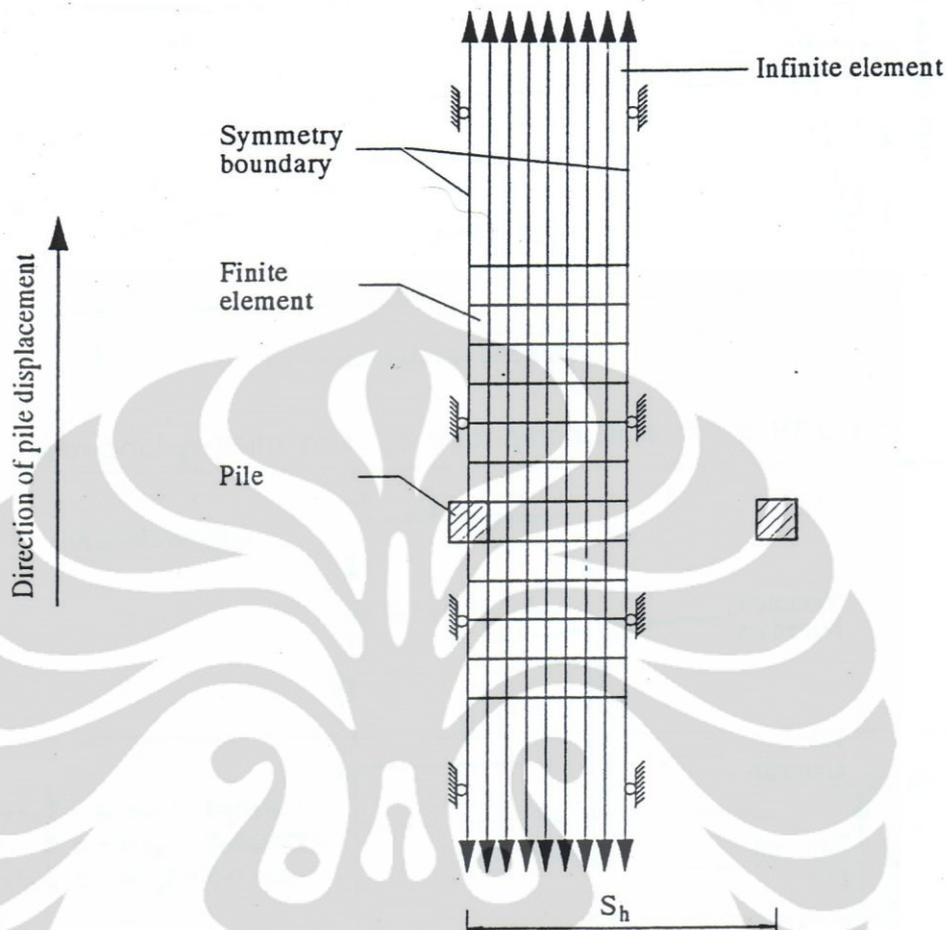
Pada kasus group piles dilakukan analisis terhadap empat kondisi pada group piles yang ditunjukkan pada gambar 2.10. Sebuah teknik yang mirip untuk membuat *py curve* pada single pile diadopsi untuk group pile. Pada masing-masing kasus setiap tiang pada group pile diasumsikan dihubungkan dengan rigid cap, dan cukup kaku untuk mengalami displacement bersamaan pada setiap level.



Gambar 2. 10 Empat kasus untuk analisis group piles

Sumber : Chen, 1994

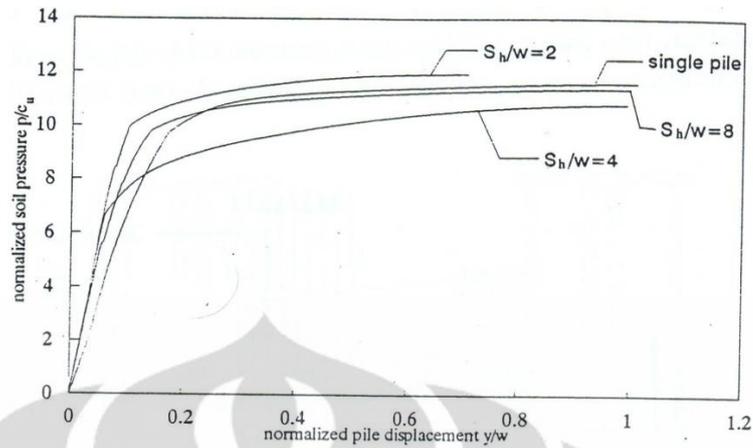
Pada kasus a dengan *group piles* yang sebaris, beberapa spasi yang berbeda dianalisis. Gambar 2.11 menunjukkan mesh yang digunakan.



Gambar 2.11 Element Mesh Untuk Kasus A

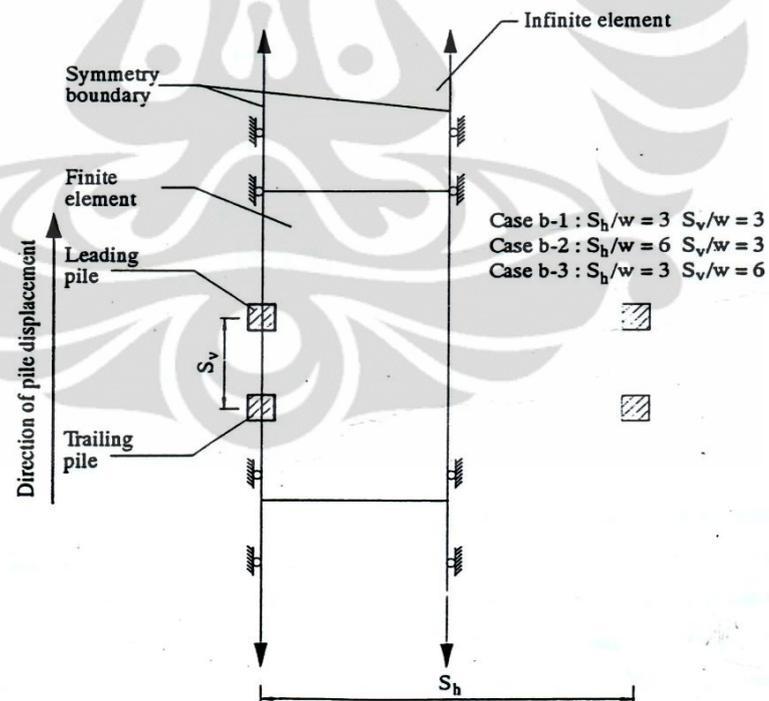
Sumber : Chen, 1994

Pada gambar 2.12 menunjukkan *py curve* yang diprediksi, bersamaan dengan *single pile* untuk perbandingan. Dari hasil analisis ditarik kesimpulan bahwa ketika S_h lebih besar dari $2w$, ada trend p_u menurun sebagaimana spasi antara tiang bertambah, tetapi pengurangannya kecil. Ketika spasi sangat kecil, misalnya $s_h=2w$, p_u menjadi sedikit lebih besar dari *single pile*. Namun pada kenyataannya pelaksanaan spasi antara tiang-tiang jarang kurang dari $2.5w$, jadi untuk group pile satu baris interaksi group memiliki efek yang kecil pada tahanan lateral ultimate p_u , dan hal ini sesuai dengan pernyataan yang dikemukakan oleh Yegian dan Wright (1973)



Gambar 2.12 P_y Curve Untuk Kasus A (Chen, 1994)
Sumber : Chen, 1994

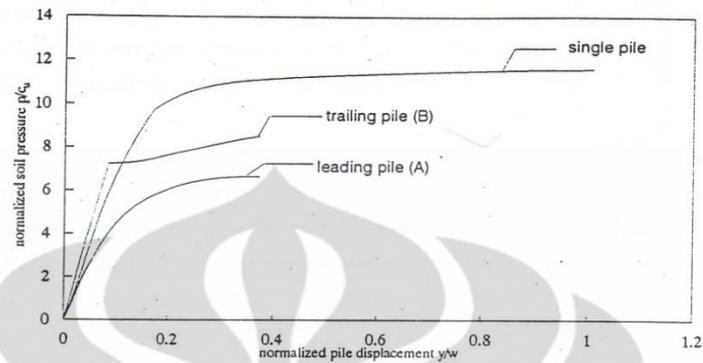
Tiga spasi yang berbeda dipilih dan dianalisa untuk kasus b (*two infinitely long rows of piles*), pada gambar 2.13 dapat kita lihat model mesh yang digunakan.



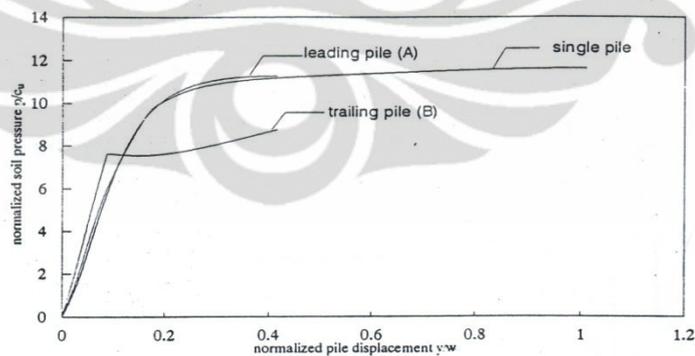
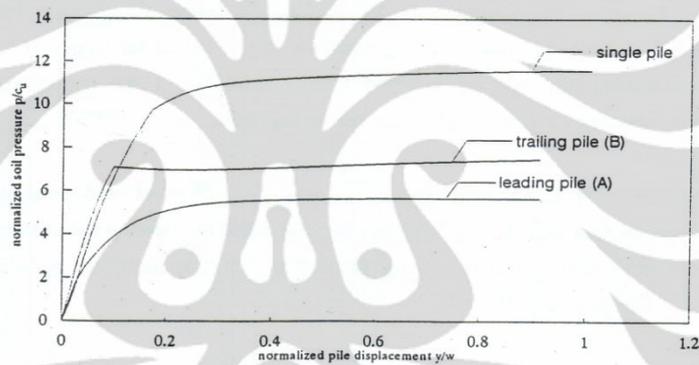
Gambar 2.13 Element mesh untuk kasus b

Sumber : Chen, 1994

Ketiga spasi tersebut adalah kasus b1: $S_h/w = S_v/w = 3$; kasus b2 : $S_h/w = 6$, $S_v/w = 3$; kasus b3 : $S_h/w = 3$, $S_v/w = 6$.



(a) $S_h/w=3$ $S_v/w=3$



(c) $S_h/w=3$ $S_v/w=6$

Gambar 2. 14 Py Curve Untuk Kasus B

Sumber : Chen, 1994

Pada gambar 2.14 memperlihatkan py curve untuk tiga kasus yang berbeda. Pada kasus (b-1) terjadi pengurangan yang sangat besar baik pada

leading maupun *trailing pile*, dengan pengurangan sekitar 43% dan 24% berturut-turut dibandingkan dengan *single pile*. Nilai pu untuk *trailing pile* lebih besar dari pada nilai pu untuk *leading pile*.

Pada kasus (b-2), S_v dijaga tetap konstan sementara Sh diatur menjadi 6 kali lebar tiang. Dari gambar 2.14 (b) bahwa hasilnya mirip dengan kasus (b-1), perbedaan keduanya terdapat pada dibutuhkan nilai displacement yang lebih besar pada kasus (b-2) untuk mencapai kondisi ultimate, dan pu yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan kasus (b-1).

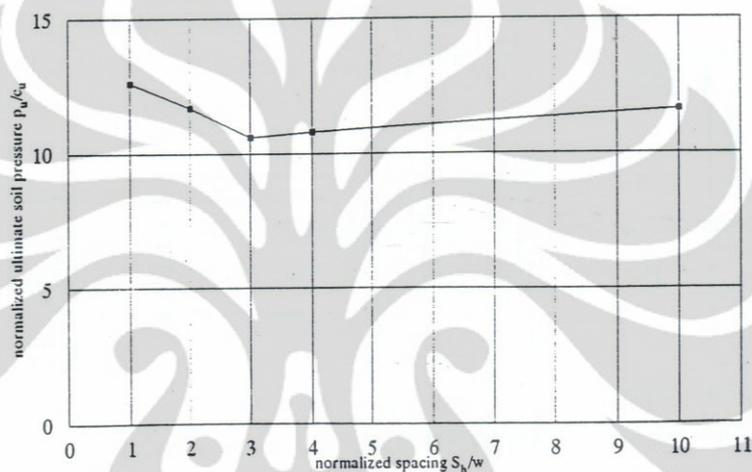
Pada kasus (b-3), nilai Sh dijaga tetap konstan sedangkan perubahan pada S_v diatur menjadi 6 kali lebar tiang. Pada gambar 2.14 (c) dapat kita lihat bahwa nilai pu untuk *leading pile* lebih besar dari pada *trailing pile*. Dan jika kita bandingkan *leading pile* dengan *py curve* untuk *single pile* hasilnya hampir mirip, tapi dengan nilai pu yang lebih kecil. Sementara untuk *trailing pile* memiliki *py curve* yang berbeda dan nilai pu berkurang sekitar 24%. Bila kita perhatikan dari kasus tersebut bahwa *py curve* dan nilai pu pada kasus (b-3) untuk *trailing pile* hampir sama untuk kasus (b-1). Dapat kita tarik kesimpulan bahwa peningkatan S_v merubah tingkah laku dari *leading pile*, tetapi memiliki efek yang kecil pada *trailing pile*.

Untuk tiang-tiang pada kasus *two infintely long rows*, dapat ditarik kesimpulan bahwa spasi pada arah tegak lurus terhadap arah pembebanan memiliki efek yang sangat kecil pada nilai pu , sementara spasi pada arah sejajar terhadap arah pembebanan memiliki efek yang besar pada nilai pu , khususnya untuk tiang-tiang pada *leading row*.

Pada gambar 2.15 menunjukkan mesh yang digunakan pada kasus c (3 pile group) dan beberapa perbedaan dianalisa.

Hasil-hasil untuk spasi lainnya juga menunjukkan bahwa *centre* dan *outer pile* memiliki *py curve* yang mirip dan mempunyai nilai p_u yang agak mirip. Pada gambar 2.17 menunjukkan hubungan antara nilai rata-rata dari p_u/c_u dan spasi S_h/w .

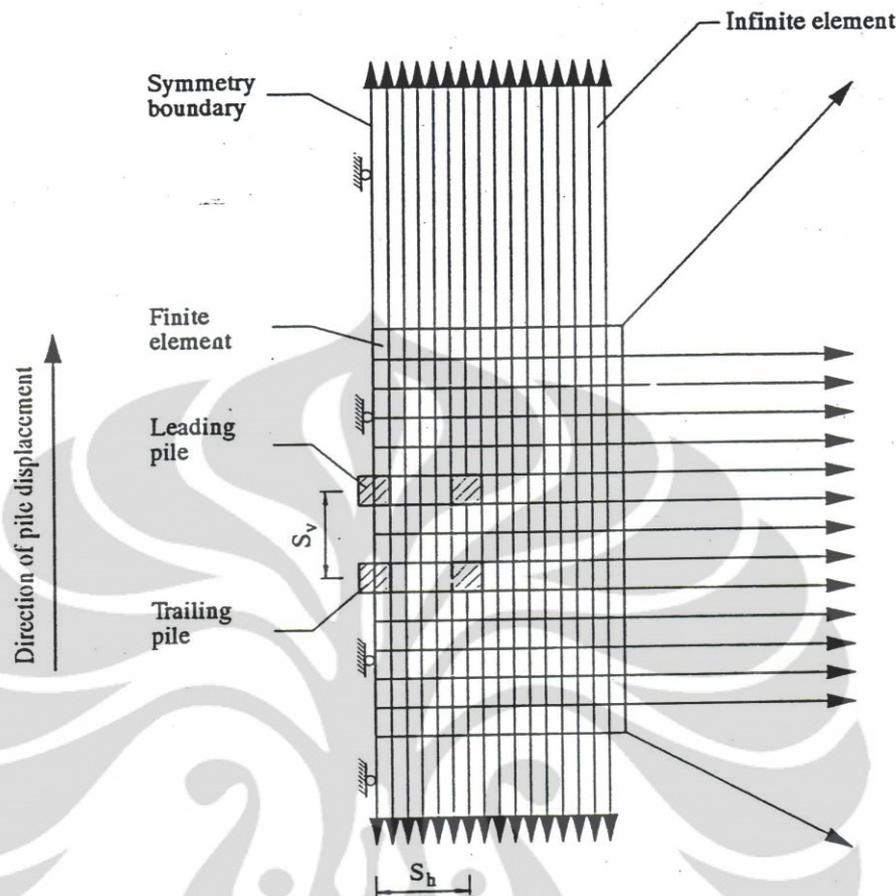
Perlu dicatat bahwa ketika spasi S_v sama dengan satu lebar tiang, pemecahannya sama untuk single pile dengan lebar $3w$.



Gambar 2.17 Efek Spasi Tiang Pada P_u (Chen, 1994)

Sumber : Chen, 1994

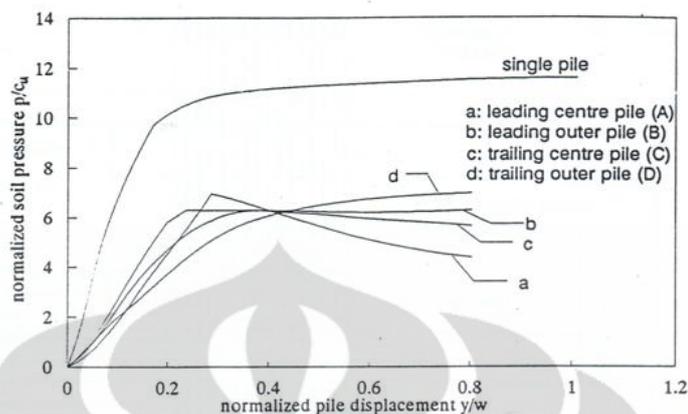
Pada gambar 2.18 menunjukkan mesh yang digunakan untuk kasus d (3x2 group).



Gambar 2.18 Elemen Mesh Untuk Kasus D (Chen, 1994)

Sumber : Chen, 1994

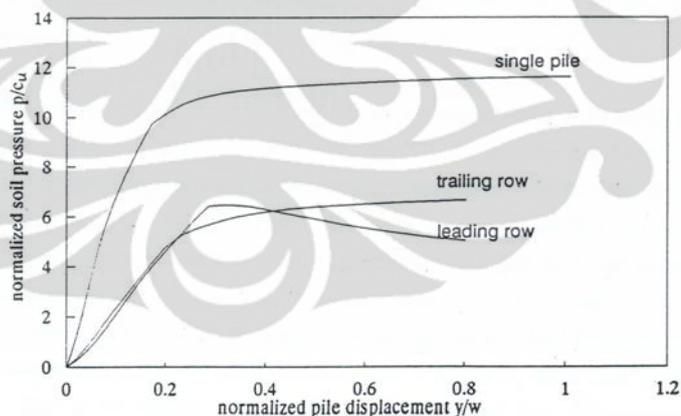
Pada gambar 2.19 menunjukkan *py curve* yang dihasilkan. Pada analisis ini jumlah tiang yang terlibat lebih banyak sehingga dalam mekanisme interaksi tanah dan tiang-tiang lebih sulit dibandingkan dengan kasus-kasus sebelumnya. *Py curve* dan nilai p_u yang dihasilkan pun menunjukkan perbedaan-perbedaan untuk posisi tiang-tiang yang berbeda. Untuk *outer pile*, kekuatan tanah p meningkat dibarengi dengan *displacement* tiang hingga *failure*, sementara untuk *centre pile*, nilai p meningkat hingga titik puncak dan kemudian kembali turun sebelum mencapai *failure*. Fenomena penurunan nilai p pada *center pile* dapat disebabkan oleh terjadinya load redistribution (pendistribusian kembali beban). Ketika terjadi *failure*, nilai p_u untuk *outer pile* menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai p_u pada *centre pile*. Kekuatan p_u dari masing-masing tiang pun menurun drastis dibandingkan dengan *single pile*, dengan reduksi berkisar 40-65%, hal ini disebabkan efek interaksi dengan tiang lain.



Gambar 2.19 Hubungan P_y Curve Untuk 6 Pile Group

Sumber : Chen, 1994

Pada gambar 2.20 diplot juga p_y curve rata-rata untuk *leading row* dan *trailing row*. Dari sini terlihat bahwa p_y curve yang dihasilkan cukup mirip dengan kondisi awal, tetapi berbeda pada *ultimate failure*, dengan *trailing row* memiliki nilai p_u yang lebih besar dari pada *leading row*.



Gambar 2.20 Hubungan P_y Curve Rata-Rata Untuk 6 Pile Group

Sumber : Chen, 1994

2.4.3 Pile Subjected To Lateral Soil Movement

Ketika suatu kumpulan tanah mengalami pergerakan lateral dan memberikan suatu efek pada sebuah tiang maka kondisi ini biasa disebut *Pile subjected to lateral soil movement* (tiang yang terkena gerakan tanah lateral). Pergerakan tanah ini mengakibatkan kondisi tanah disekitar tiang mungkin akan

mencapai kondisi ultimate dan pada saat *failure* dapat mencapai tekanan lateral ultimate, P_u . Nilai P_u untuk bagian active dan bagian passive bisa berbeda, oleh karena itu keduanya harus diperiksa secara terpisah. Pile yang terkena gerakan tanah lateral biasa disebut sebagai *passive pile*.

2.4.3.1 Nilai P_u Dari Pile Subjected To Lateral Soil Movement

Nilai P_u untuk *pile subjected to lateral soil movement* merupakan nilai P_u untuk bagian “passive”. Penelitian P_u untuk bagian “passive” tidak memadai relatif terhadap bagian “active”. Nilai P_u tersebut diperoleh dari kasus-kasus tiang yang diam dan terkena gerakan tanah lateral. Kebanyakan penelitian mengenai P_u dilakukan untuk kasus tiang *active*. Dan pada bagian ini akan membahas nilai P_u untuk tiang *passive*.

2.4.3.2 Analisa Pile Subjected To Lateral Soil Movement

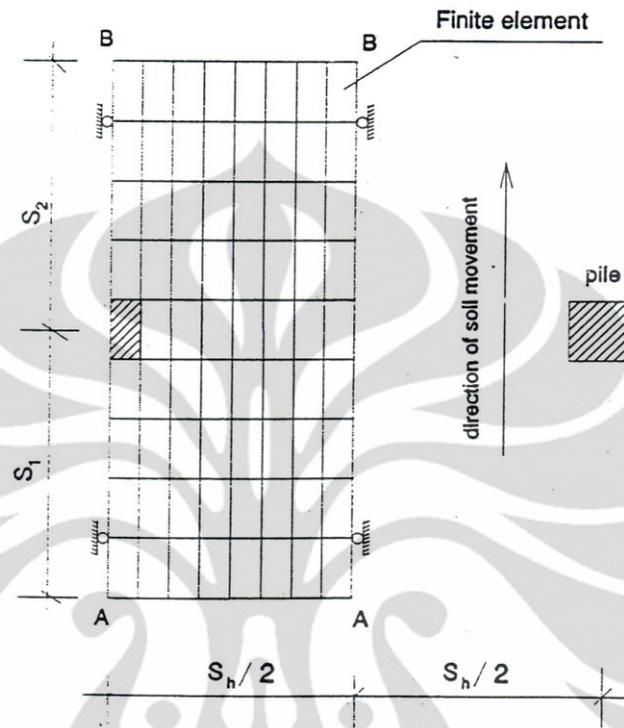
Pergerakan tanah secara lateral yang berpengaruh pada sebuah tiang memiliki dua bagian yang harus ditinjau secara terpisah. Pemisahan ini dikarenakan sifat dari keduanya yang berbeda. Sebuah tiang yang mengalami gerakan lateral akan memiliki bagian “passive” dan bagian “active”. Nilai P_u yang terjadi sepanjang bagian “active” telah dibahas sebelumnya dengan analisa dan solusi yang digunakan untuk tiang “active”. Sementara untuk bagian ini pembahasan difokuskan hanya pada nilai P_u yang terjadi sepanjang bagian “passive”. Analisa yang digunakan dalam kasus ini bergantung pada kedalaman yang ditinjau. Pada kedalaman tanah dangkal analisis dilakukan dengan analisis *plane-stress*, sedangkan tanah pada kedalaman yang lebih besar ditinjau dengan analisis *plane strain*.

Dalam membuat model untuk kondisi tiang yang terkena gerakan tanah lateral digunakan parameter yang sama dengan permodelan yang sudah didiskusikan sebelumnya untuk tiang “active”. Perbedaan keduanya terdapat pada tipe mesh yang berbeda karena perbedaan kondisi batas.

2.4.3.3 Single Pile and Group Pile Subjected To Lateral Soil Movement

Untuk melihat nilai P_u pada kondisi tiang yang terkena pergerakan tanah lateral pertama kali single pile dianalisis. Analisis yang diterapkan untuk memodelkan kondisi ini dengan *plane strain finite element*. Permodelan mesh

yang digunakan dalam kondisi tiang yang terkena pergerakan tanah lateral ditunjukkan pada gambar 2.21.

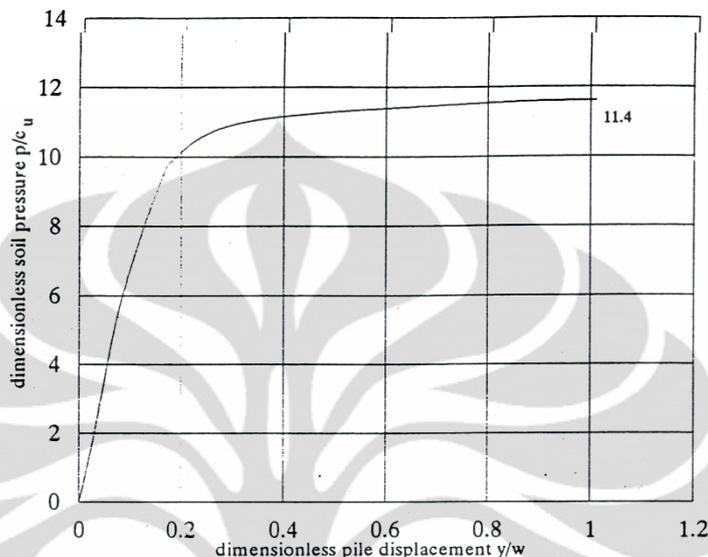


Gambar 2.20 Elemen Mesh Yang Digunakan Untuk *Infinitely Long Row Of Piles*

Sumber : Chen, 1994

Hanya setengah dari sebuah tiang yang dianalisa dalam permodelan ini karena bentuknya yang simetri, untuk memperlihatkan kesimetriannya digunakan perletakkan rol pada model tersebut. Gerakan tanah seragam (y) diberikan secara inkremental pada baris pertama pada batas terluar (AA), sedangkan pada batas atas terluar (BB) diatur menjadi stress-free (bebas). Pada kondisi ini tiang tidak mengalami displacement sehingga dimodelkan dengan memberikan total fixity (jepit). Pada saat tanah bergerak melewati tiang, tegangan-tegangan yang bekerja pada sekeliling tiang pada setiap kedalaman akan berubah dari *initial form state ke non-uniform state*. Tegangan rata-rata p (per unit panjang tiang), pada lebar tiang yang tegak lurus dengan arah gerakan tanah, dihitung dari jumlah tegangan-tegangan yang bekerja pada arah gerakan tiang baik tegangan normal maupun tegangan geser. Dari nilai tegangan rata-rata tersebut sama halnya dengan *laterally loaded pile*, sebuah py curve (kurva p versus y) untuk tiang pada

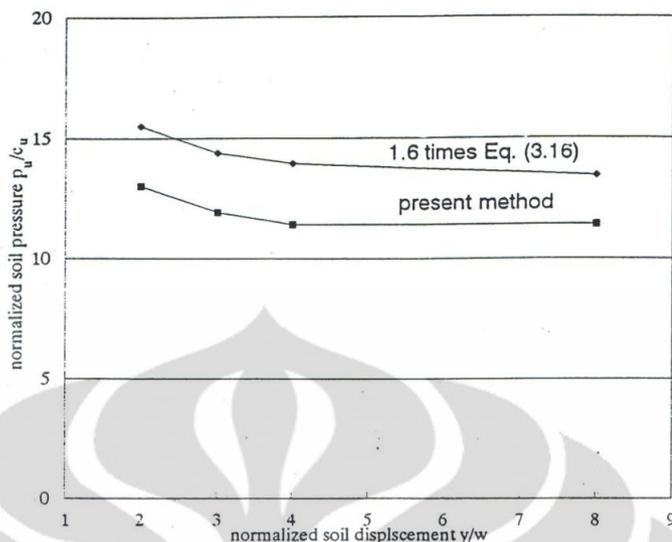
kedalaman tertentu dapat dibuat, dan pada saat terjadi kondisi *failure*, tekanan tanah ultimate (p_u) bisa diperoleh.



Gambar 2.21 Hubungan P/C_u Untuk *Single Pile Subjected To Lateral Soil Movement*

Sumber : Chen, 1994

Gambar 2.22 menunjukkan hubungan antara tekanan tanah (p/c_u), dan perpindahan tanah yang diberikan (y/w) untuk *single pile*. P_y curve yang diperoleh dari analisis ini mirip dengan p_y curve untuk kondisi tiang yang diberikan beban lateral sebagaimana yang telah ditunjukkan sebelumnya pada bagian II.4.2.3 gambar 2.8. Nilai tekanan tanah ultimate (p_u/c_u) 11.4 sangat dekat dengan 11.7. Hasil tersebut menunjukkan bahwa dengan keakuratan finite element, tekanan tanah ultimate p_u pada dasarnya sama untuk single pile baik pada kondisi tiang yang terkena perpindahan tanah lateral maupun kondisi tiang yang dibebani secara lateral.



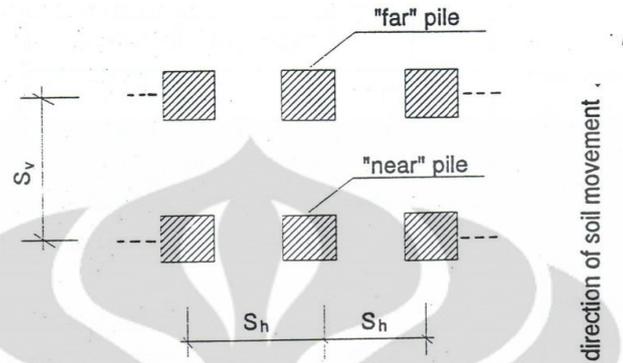
Gambar 2.22 Efek Spasi Tiang Terhadap P_u Untuk *One Long Row Piles*

Sumber : Chen, 1994

Untuk melihat efek group tiang sebaris pada tekanan tanah lateral ultimate sejumlah kisaran nilai dari spasi variasi dianalisis. Gambar 2.23 menunjukkan hubungan antara p_u/c_u dan s_h/w . Dapat dilihat bahwa ketika nilai s_h/w lebih kecil dari 4.5, terdapat trend p_u/c_u meningkat dengan menurunnya jarak spasi walaupun kenaikannya tidak banyak, tetapi ketika nilai s_h/w lebih dari 4.5 nilai p_u/c_u konstan. Hal ini menunjukkan untuk tiang-tiang sebaris, ketika s_h/w lebih kecil dari 4.5, efek group cenderung sedikit mempertinggi nilai p_u , dan ketika s_h/w lebih besar dari 4.5, tidak terdapat efek group. Untuk perbandingan, gambar 2.23 juga menunjukkan hasil dari penelitian Ito dan Matsui (1975) dan Matsui et al (1982). Ito dan Matsui (1975) menyatakan bahwa apa yang terpenting dari tiang-tiang sebaris yang dikenakan gerakan tanah bukanlah tekanan tanah ultimate, tetapi tekanan tanah ketika tanah di sekitar tiang menjadi plastis.

Dalam memberikan istilah yang digunakan untuk tiang “*passive*” yang tersusun lebih dari satu baris, berkenaan dengan posisi-posisi tiang di dalam group berbeda dengan tiang “*active*”. Pada kasus tiang “*active*” penggunaan istilah-istilah “*leading*” dan “*Trailing*” sudah sering digunakan, sementara pada kasus tiang “*passive*” penggunaan istilah tersebut membingungkan. Karena hal tersebut, untuk tiang “*passive*” yang tersusun lebih dari satu baris, digunakan istilah “*near*” atau “*far*”. Pengertian tersebut bisa kita lihat pada gambar 2.24 dimana

dalam gambar tersebut dapat kita definisikan bahwa “near” pile mengalami gerakan tanah sebelum “far” pile.



Gambar 2. 23 Penamaan Tiang Pada Kasus *Lateral Soil Movement*

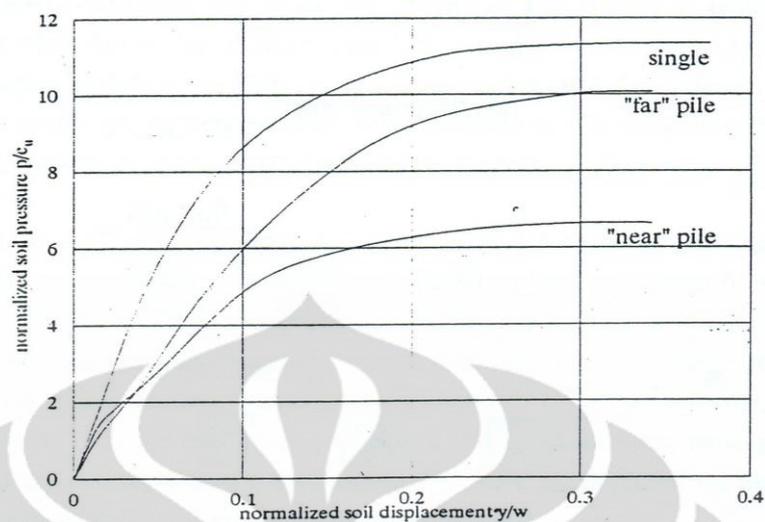
Sumber : Chen, 1994

Untuk kasus “passive” pile dianalisa tiga kasus dengan spasi yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.4, gambar 2.25 menunjukkan p_y curve untuk “near” dan “far” pile untuk kasus pertama, bersamaan dengan single pile sebagai pembandingan. Dapat dilihat bahwa pada awalnya tekanan tanah untuk “near” dan “far” pile sangat mirip, tetapi dengan peningkatan displacement yang diberikan “far” pile cenderung lebih besar ketimbang “near” pile hingga *failure*. Pada saat *failure*, nilai p_u untuk “near” dan “far” pile lebih kecil dari *single pile*. Reduksi yang terjadi berturut-turut sekitar 41% dan 11%.

Tabel 2. 4 Tiga Kasus Spasi Berbeda

Case	Spasi		K= p_u/c_u	
	S_h/w	S_v/w	"Near" Piles	"far" Piles
I-1	3	3	6.7	10.1
I-2	3	6	10.9	12
I-3	6	3	6.2	6.8

Sumber : Chen, 1994



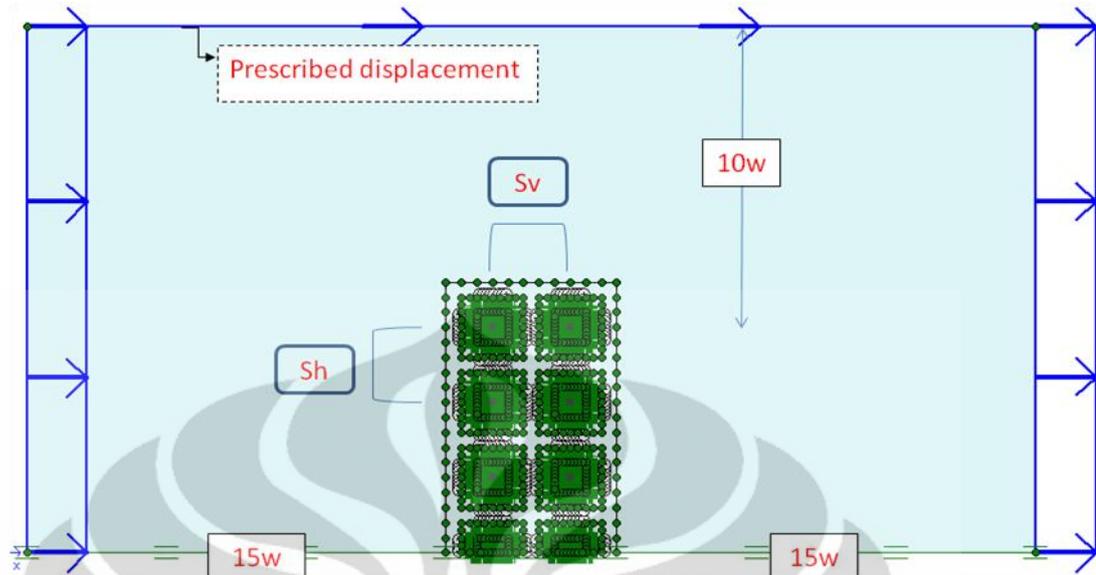
Gambar 2.24 Hubungan P_y Curve Untuk Piles Kasus I-1

Sumber : Chen, 1994

2.4.4 Hasil Penelitian Sebelumnya Oleh Ramadona Simatupang (2010) Pada *Pile Subjected To Lateral Soil Movement*.

Penelitian mengenai pile subjected to lateral soil movement sebelumnya telah diteliti oleh Ramadona Simatupang (2010). Penelitian tersebut bertujuan untuk melihat efek penggunaan *shielding pile* pada perilaku *passive pile* terhadap nilai tekanan lateral tanah ultimate (P_u/C_u). Pada penelitian tersebut di buat beberapa permodelan untuk mengetahui efek dari pergerakan tanah pada perilaku *passive pile*. Dalam penelitian tersebut juga ditujukan untuk mendapatkan kesimpulan jarak efektif tameng berupa *shielding pile* untuk mengurangi efek dari pergerakan tanah lateral terhadap tiang.

Model tanah dan tiang serta pergerakannya dengan penerapan *shielding pile* dalam permodelan tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2. 25 Permodelan tanpa *Shielding Piles*

Sumber : Ramadona, 2010

Dalam permodelan yang dilakukan peneliti sebelumnya kasus yang dimodelkan adalah kasus single pile dan group pile (2x1, 2x3, 2x5, dan 2x7). Pada tiap group pile dilakukan analisa terhadap beberapa variasi jarak horizontal dan vertikal antar tiang. Dalam permodelan ini juga dilakukan analisa kasus group pile tanpa shielding pile dan dengan penggunaan shielding pile. Dalam penerapan shielding pile juga dilakukan variasi penerapan shielding pile di depan dan di belakang tiang.

Hasil penelitian Ramadona Simatupang pada kasus single pile didapatkan nilai tekanan lateral tanah ultimate (P_u/C_u) sebesar 11.25. Selanjutnya untuk group pile dibagi berdasarkan penggunaan shielding pile. Dalam kasus group tiang tanpa penggunaan shielding pile, dilakukan analisa untuk beberapa variasi spasi, yaitu : $S_h=2.5w;S_v=2.5w$, $S_h=2.5w;S_v=4w$, $S_h=4w;S_v=2.5w$, $S_h=4w;S_v=4w$. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai tekanan tanah lateral ultimate sebagai berikut :

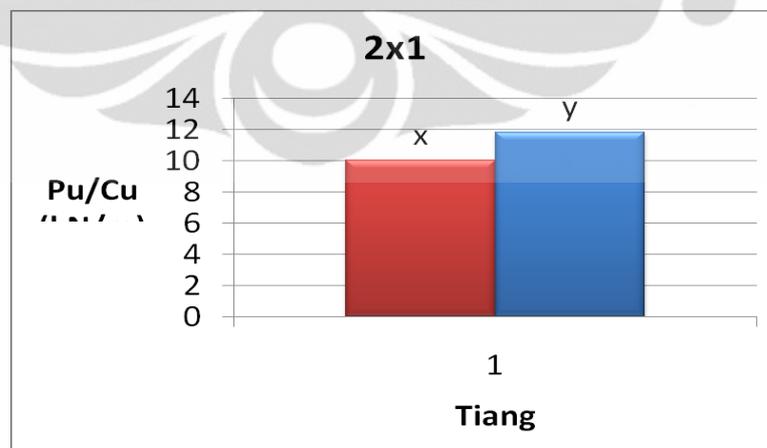
Sebagai contoh pada tabel dibawah ini diperlihatkan nilai p_u/c_u untuk variasi spasi $S_h=2.5w;S_v=2.5w$.

Tabel 2. 5 Nilai Pu/Cu tanpa shielding pile $Sh=2.5w; Sv=2.5w$

• 2x1 $Sh=-; Sv=2.5w$			• 2x3		
Pile	pu/cu		Pile	pu/cu	
2x1	13.17	6.93	2x3	12.44	10.21
	Mean	10.05		12.45	10.58
				12.44	10.4
		Mean		11.42	
• 2x5			• 2x7		
Pile	pu/cu		Pile	pu/cu	
2x5	12.42	10.38	2x7	12.38	10.28
	12.31	10.87		12.37	10.83
	11.98	10.65		12.3	10.74
	12.23	10.64		12.02	10.77
	Mean	11.44		12.27	10.65
		Mean		11.46	

Sumber : Ramadona, 2010

Hasil penelitian dalam kasus tanpa shieldieng pile pada group tiang menunjukkan bahwa pengaruh yang paling besar adalah ketika terjadi perubahan spasi vertikal (S_v). Penelitian terhadap nilai spasi vertikal yang berbeda :



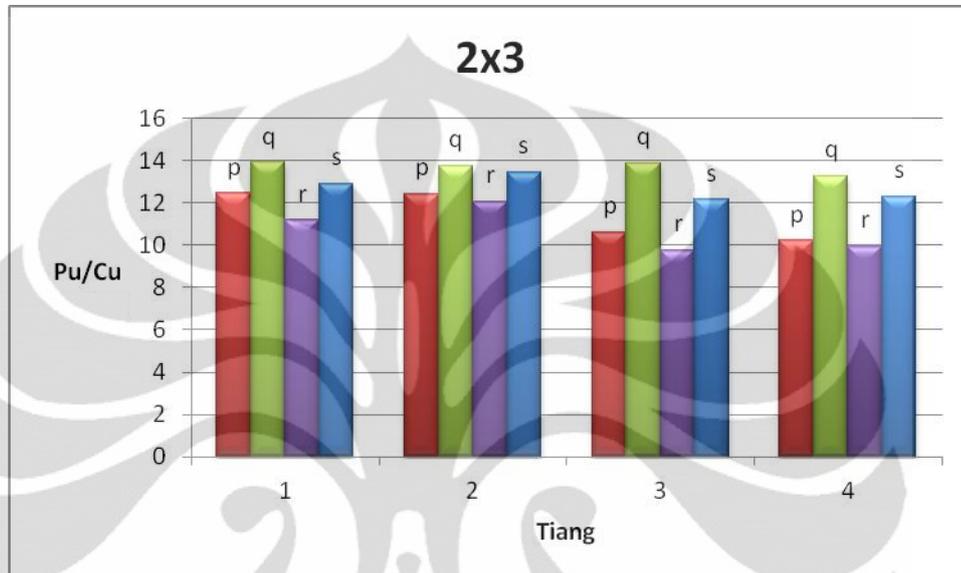
Keterangan: $x = Sh = -; Sv = 2.5w$
 $y = Sh = -; Sv = 4w$

Gambar 2. 26 Tanpa Shielding Piles, 2x1

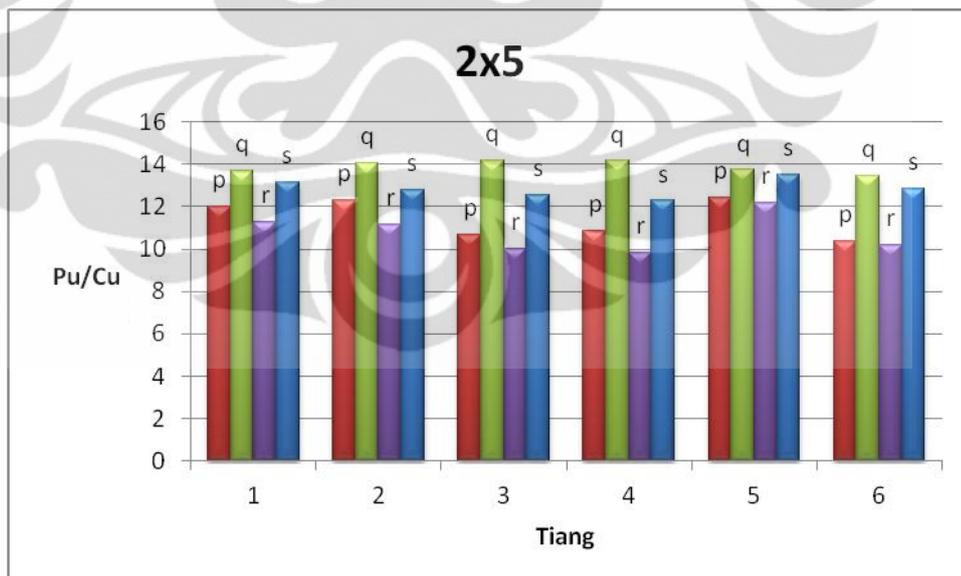
Sumber : Ramadona, 2010

Dalam gambar 2.27 terlihat pengaruh spasi vertikal yang cukup besar terhadap nilai tekanan lateral tanah yang diperoleh. Nilai P_u/C_u terlihat lebih besar untuk spasi vertikal tiang yang lebih besar.

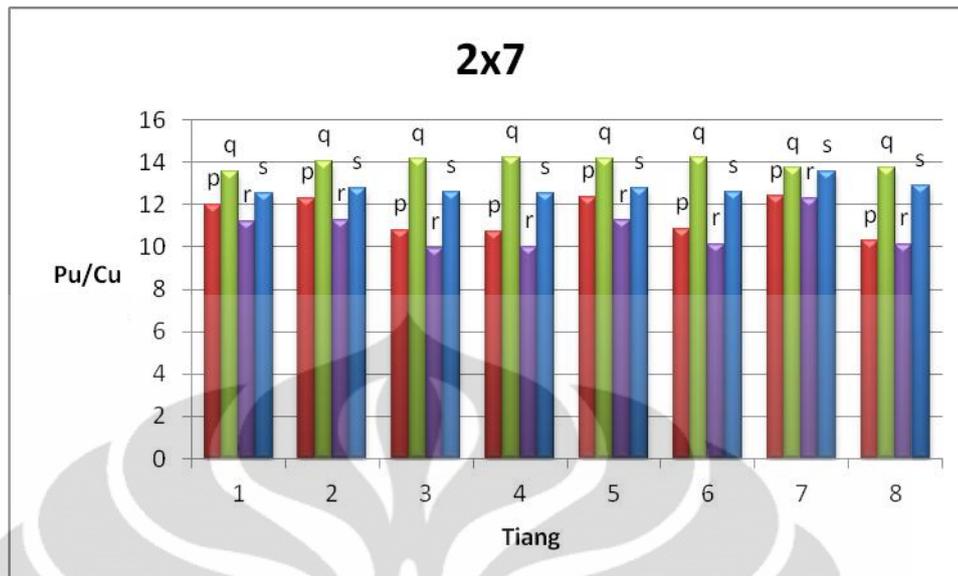
Selanjutnya untuk group pile yang lain diperoleh nilai tekanan tanah lateral ultimate sebagai berikut :



(a) 2x3



(b) 2x5



(c)2x7

Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$ q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$ r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$ s = $Sh=4w$; $Sv=4w$

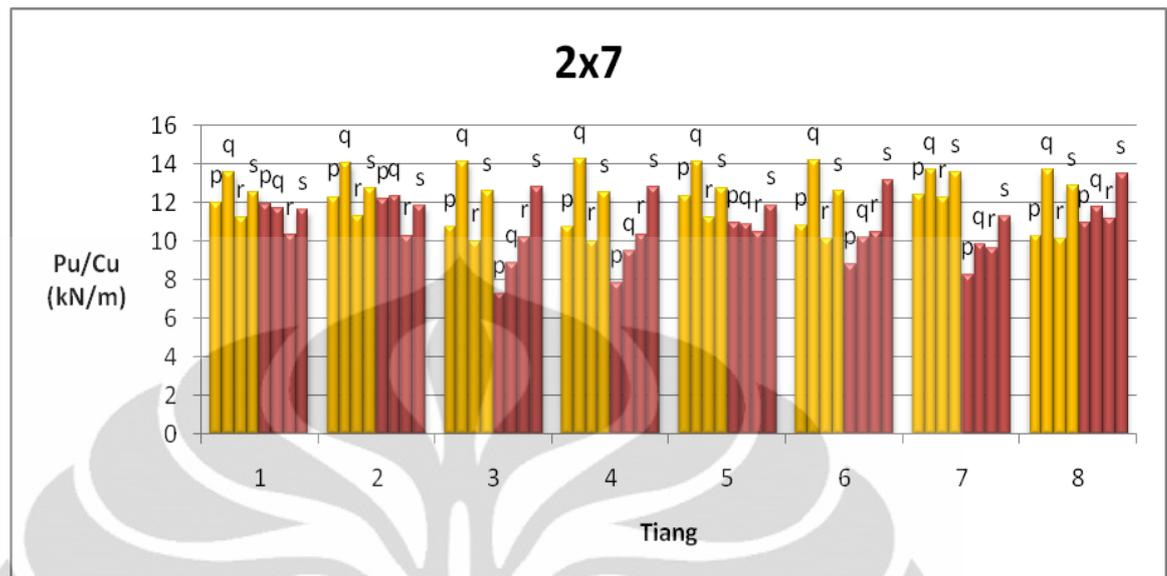
Gambar 2. 27 Tanpa Shielding Piles; (a) 2x3, (b)2x5, (c) 2x7

Sumber : Ramadona, 2010

Pada grafik diatas dapat kita lihat bahwa dengan spasi horizontal yang berbeda, pengaruhnya sangat kecil terhadap nilai Pu/Cu. Sedangkan pada variasi spasi vertikal yang berbeda nilai Pu/Cu mempunyai perubahan nilai yang cukup besar jika kita bandingkan dengan hasil single pile. Pada group tiang 2x3 nilai Pu/Cu terkecil terdapat pada tiang ke 4, pada group tiang 2x5 pada tiang ke 6 dan pada tiang group tiang 2x7 pada group tiang ke 8. Jadi secara umum pada ujung tiang atas pada far pile memiliki nilai Pu/Cu terkecil.

Nilai tekanan tanah lateral (Pu/Cu) untuk group tiang dengan shieldieng pile dilakukan dengan berbagai variasi. Dalam permodelan ini dilakukan variasi ukuran shielding pile dan variasi jarak shielding pile terhadap adjacent pile. Variasi ukuran shielding piles yaitu $100\%w$ dan $50\%w$ dimana w adalah lebar tiang. Variasi jarak *Shielding piles* diletakkan di depan tiang dengan variasi jarak $2.5w$ dan $5w$.

Untuk jarak pemberian shielding pile $5w$ dengan ukuran $100\%w$ didapatkan hasil sebagai berikut :



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$
 q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$
 r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$
 s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



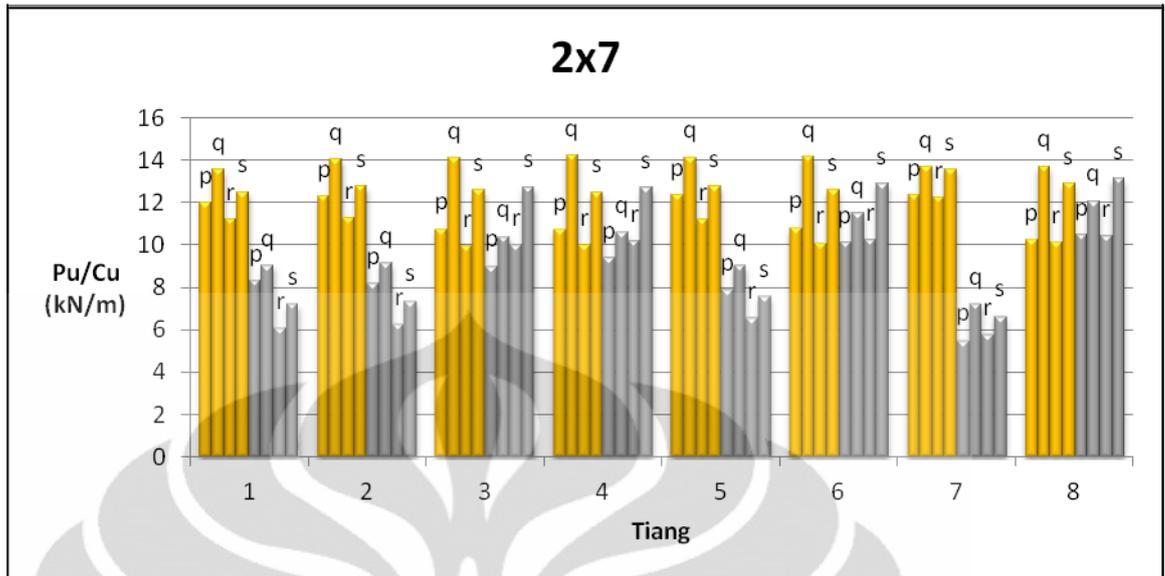
Tanpa Shielding Piles
 Shielding Piles, 5w, 100%w

Gambar 2. 28 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan *Shielding Piles*, 5w Dan 100% W

Sumber : Ramadona, 2010

Pada grafik diatas terlihat pengurangan nilai Pu/Cu dengan ditambahkannya *shielding pile*. Pengurangan yang cukup besar terdapat pada group tiang dengan ukuran $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$ dan $Sh=2.5w$; $Sv=4w$, dan pengurangan nilai pu/cu terbesar terletak di daerah near pile. Dan nilai Pu/Cu terbesar kembali terjadi pada jarak spasi vertikal tiang (Sv) dengan jarak 4w.

Untuk jarak pemberian *shielding pile* 2.5w dengan ukuran 100%w didapatkan hasil sebagai berikut :



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$

q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$

r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



Tanpa Shielding Piles

Shielding Piles, 2.5w, 100%w

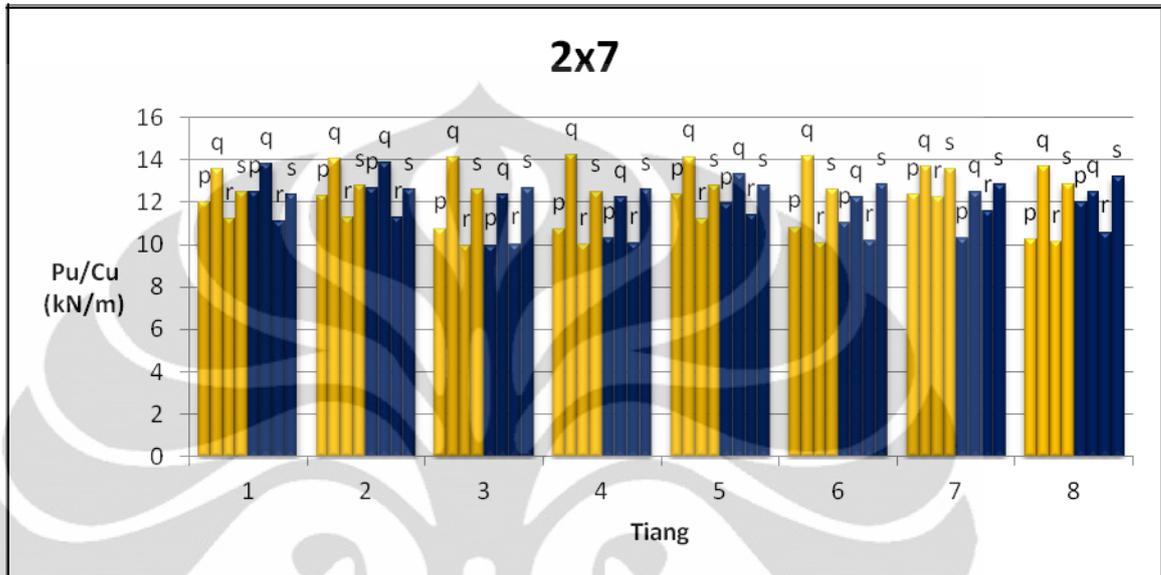
Gambar 2. 29 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan Shielding Piles, 2.5w Dan 100% W

Sumber : Ramadona, 2010

Dari hasil yang diperoleh pada grafik diatas dengan jarak shielding pile 2.5 w nilai Pu/Cu mengalami pengurangan yang cukup besar jika dibandingkan dengan jarak 5w. Nilai Pu/Cu rata-rata terbesar juga terdapat pada tiang dengan spasi vertikal lebih besar. Pengurangan nilai terbesar untuk Pu/Cu rata-rata terjadi pada near pile.

Penerapan shielding pile dengan ukuran 50% w

Untuk jarak pemberian shielding pile 5w dengan ukuran 50% w didapatkan hasil sebagai berikut :



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$

q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$

r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

s = $Sh=4w$; $Sv=4w$

 Tanpa Shielding Piles

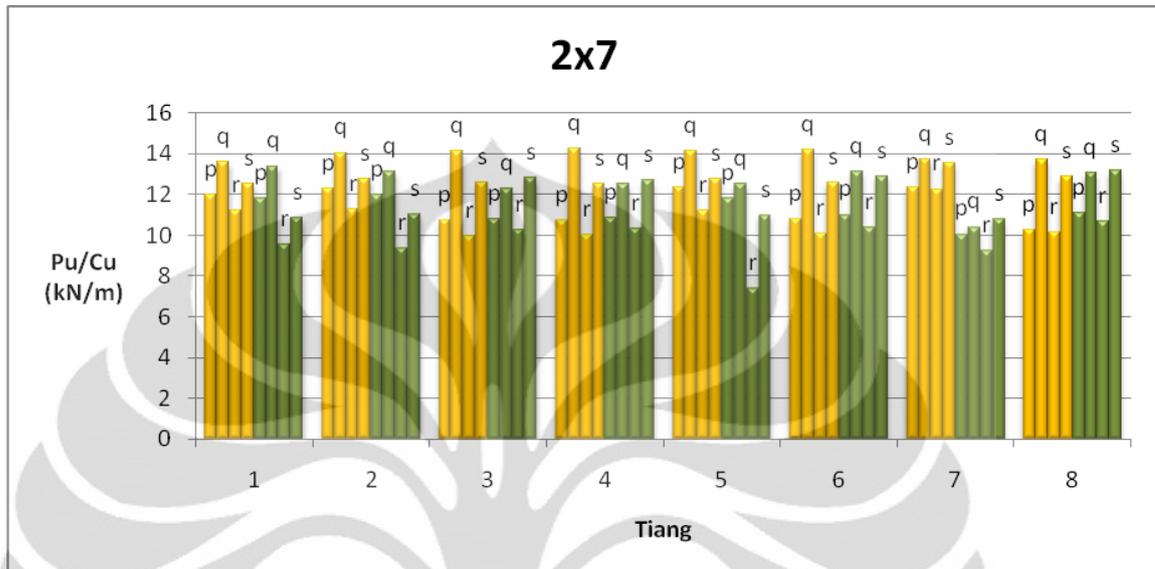
 Shielding Piles, 5w, 50% w

Gambar 2. 30 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan *Shielding Piles*, 5w Dan 50%W

Sumber : Ramadona, 2010

Dari hasil yang diperoleh pada grafik diatas dengan pemberian shielding pile dengan ukuran 50%w memperlihatkan bahwa perubahan nilai Pu/Cu sangat kecil jika dibandingkan shielding pile dengan ukran 100% dengan jarak yang sama. Pengurangan rata-rata terbesar terjadi pada spasi vertikal yang kecil. Pengurangan rata-rata terbesar terjadi pada far pile.

Untuk jarak pemberian shielding pile 2.5w dengan ukuran 50%w didapatkan hasil sebagai berikut :



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$

q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$

r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



Tanpa Shielding Piles

Shielding Piles, 2.5w, 50%

Gambar 2. 31 Perbandingan model tanpa dan dengan *Shielding Piles*, 2.5w dan 50%

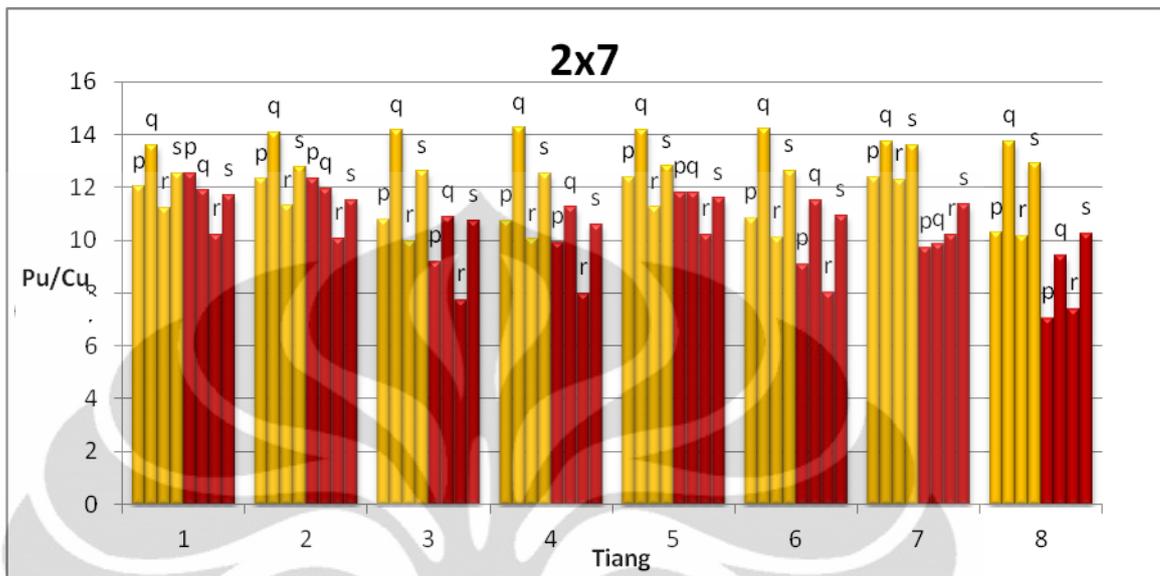
Sumber : Ramadona, 2010

Secara umum pengurangan nilai Pu/Cu pada kasus ini lebih besar jika dibandingkan dengan jarak shielding pile 5w, terutama pada variasi group pile $Sh=4w$; $Sv=2.5w$. pengurangan nilai Pu/Cu terbesar rata-rata terdapat pada near pile.

Permodelan shielding pile di depan dan di belakang tiang.

Selanjutnya adalah permodelan shielding pile di depan dan di belakang tiang. Tiang Eksisting yang diberikan *Shielding Piles* dengan jarak 2.5w dari tiang eksisting. *Shielding piles* tersebut diletakkan di depan dan dibelakang tiang eksisting. Dalam kasus ini di variasikan ukuran shielding pile 50%w dan 100%w.

Ukuran Shielding Piles 50%w



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$

q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$

r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



Tanpa Shielding Piles

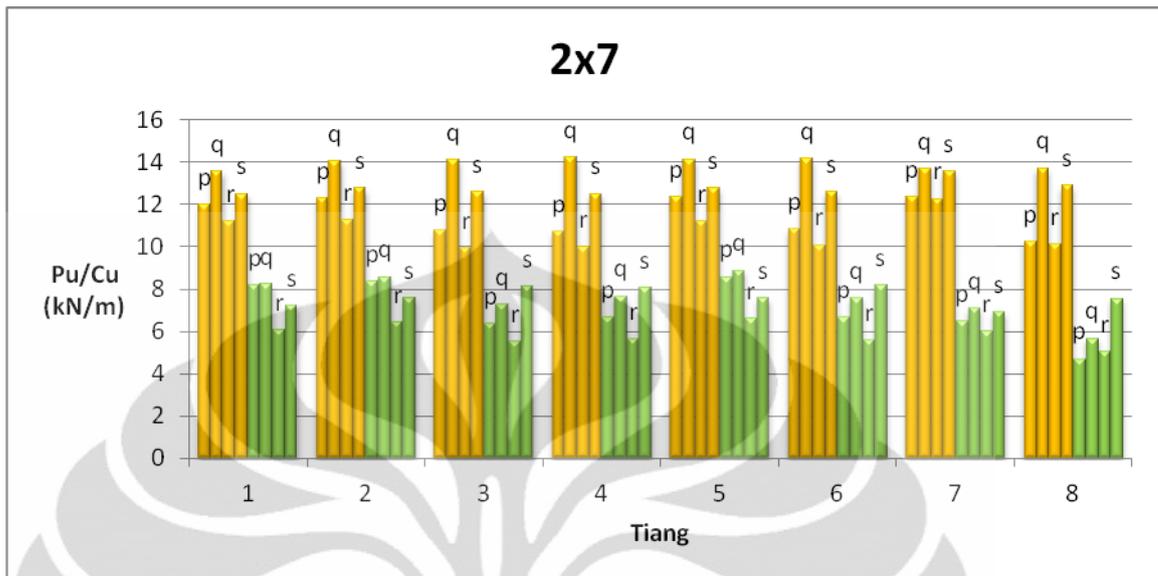
Shielding Piles, 2.5w, 50%w

Gambar 2. 32 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan *Shielding Piles*, 2.5w Dan 50%W

Sumber : Ramadona, 2010

Pengurangan terbesar terjadi pada far pile. Dan pengurangan terbesar juga terdapat pada variasi jarak dengan spasi vertikal yang lebih besar.

Ukuran Shielding Piles 100% w



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$

q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$

r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



Tanpa Shielding Piles

Shielding Piles, 2.5w, 100%w

Gambar 2. 33 Perbandingan Model Tanpa Dan Dengan *Shielding Piles*, 2.5w Dan 100%W

Sumber : Ramadona, 2010

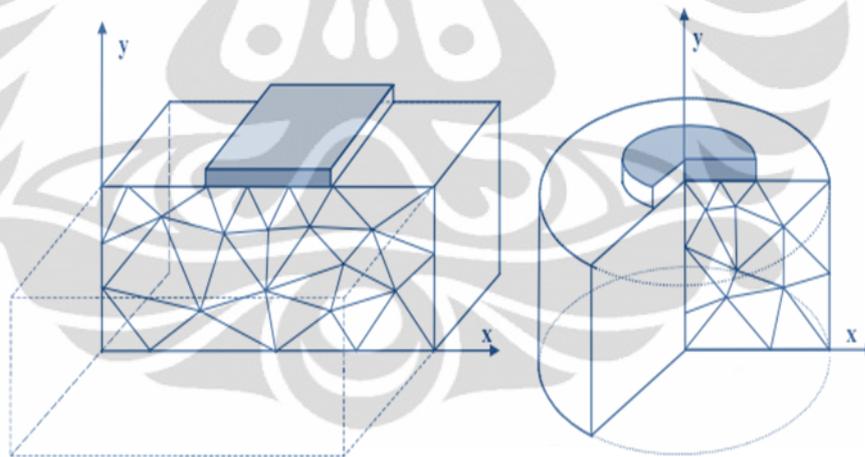
Pengurangan nilai Pu/Cu pada ukuran shielding pile 100% lebih besar jika dibandingkan dengan ukuran shielding pile 50%. Pengurangan pada near pile dan juga far pile terjadi secara rata pada kasus ini. Pengurangan paling optimal terjadi pada tiang dengan ukuran $Sh=2.5w$; $Sv=4w$.

2.5 Plaxis

Dalam menganalisa kasus-kasus dalam bidang geoteknik, banyak digunakan alat bantu berupa software dalam perhitungan, hal tersebut memberikan kemudahan kepada para perekayasa. Dalam bidang geoteknik banyak software komputer yang berhubungan dengan bidang geoteknik salah satunya adalah plaxis.

2.5.1 Definisi plaxis

PLAXIS merupakan program finite elemen yang digunakan dalam aplikasi geoteknik untuk memodelkan tanah dan simulasi kelakuan tanah. Dalam berbagai kasus geoteknik program PLAXIS dapat melakukan analisis deformasi dan stabilitas tanah. Kondisi tanah yang sebenarnya dimodelkan dengan model plane strain maupun dengan model axisymmetric.



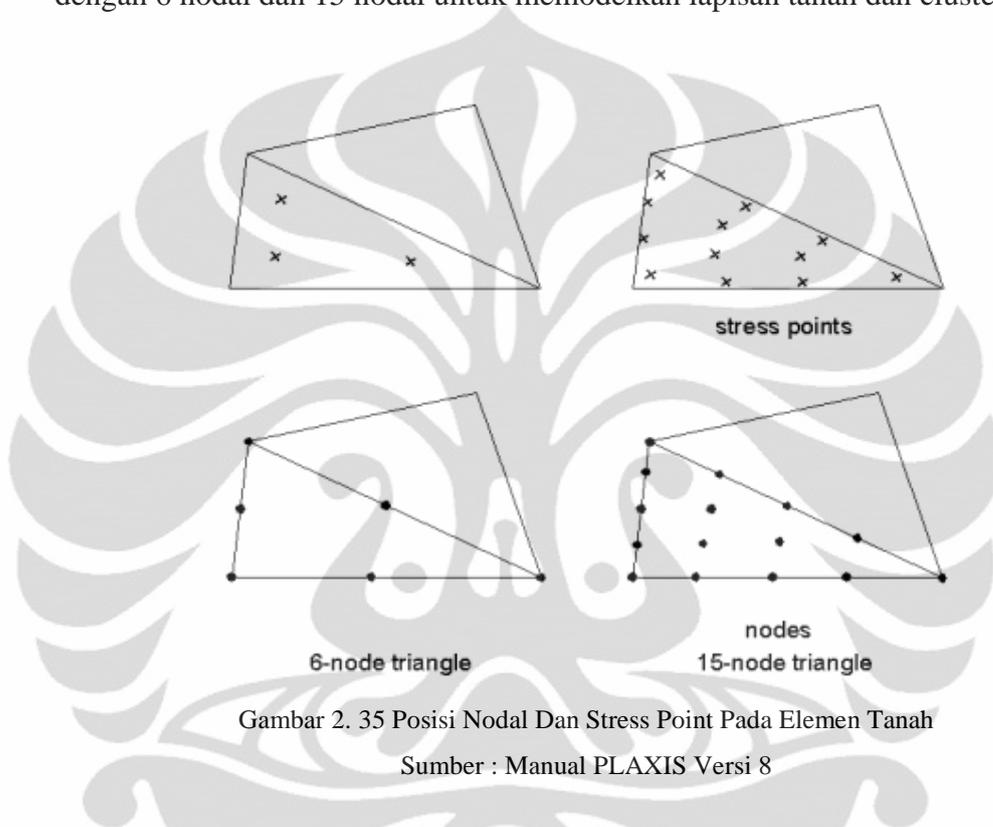
Gambar 2. 34 Contoh Model Plane Strain Dan Axisymmetric

Sumber : Manual PLAXIS Versi 8

Permodelan plane strain digunakan untuk geometri cross section yang (lebih kurang) seragam dimana tegangan maupun beban tegak lurus terhadap cross section tersebut (arah z) dianggap seragam. Sehingga displacement dan strain pada arah ini diasumsikan nol. Akan tetapi, tegangan normal pada arah ini dimasukkan dalam perhitungan.

Permodelan axisymmetric digunakan untuk struktur lingkaran dengan radial cross section yang seragam dan pembebanan disekitar sumbu tengah, yang mana deformasi dan tegangan diasumsikan sama untuk semua arah radial.

Pada program PLAXIS tersedia dua tipe element, yaitu elemen dengan 6 nodal dan element dengan 15 nodal. Pengguna bisa memilih elemen segitiga dengan 6 nodal dan 15 nodal untuk memodelkan lapisan tanah dan cluster lainnya.



Gambar 2. 35 Posisi Nodal Dan Stress Point Pada Elemen Tanah

Sumber : Manual PLAXIS Versi 8

Segitiga dengan 15 nodal merupakan elemen yang sangat akurat yang menghasilkan tegangan dengan kualitas yang baik untuk masalah yang kompleks,. Penggunaan segitiga dengan 15 elemen membutuhkan waktu yang lebih lama karena proses kalkulasinya sangat lambat. Oleh karena itu tipe elemen yang lebih sederhana juga tersedia.

Segitiga dengan 6 nodal merupakan elemen yang cukup akurat yang memberikan hasil yang baik dalam analisis deformasi standar, asalkan digunakan jumlah elemen yang cukup. Meskipun demikian, elemen ini kurang sesuai untuk perhitungan pada model axisymmetric khususnya pada kalkulasi phi c reduction karena faktor keamanan yang dianalisis tidak sesuai dengan kondisi yang

sebenarnya. Sehingga segitiga dengan 15 nodal dianggap lebih baik untuk kasus ini.

Pada penelitian ini, elemen yang digunakan adalah elemen dengan 15 nodal, yang mana elemen-elemen tersebut memiliki besar yang berbeda-beda. Dengan demikian, jumlah derajat kebebasan setiap elemen adalah 30.

2.5.2 Permodelan pada plaxis

PLAXIS menyajikan beberapa permodelan untuk mensimulasikan beberapa tingkah laku dari tanah. Material model merupakan suatu set persamaan matematika yang menggambarkan hubungan antara tegangan dan regangan. Permodelan-permodelan tersebut adalah Permodelan Linear Elastic, Permodelan Mohr-Coulomb, Permodelan Jointed-Rock, Permodelan Hardening soil, Permodelan Soft Soil, Permodelan Soft Soil Creep, Permodelan User-Defined Soil. Namun penulis hanya menggunakan dua permodelan dalam penelitian ini, yaitu adalah Permodelan Linear Elastic dan Permodelan Mohr-Coulomb.

Permodelan dan parameter-parameter tersebut antara lain sebagai berikut

2.5.2.1 Permodelan Mohr-Coulomb

Permodelan ini digunakan sebagai perkiraan awal dari tingkah laku tanah secara umum. Permodelan ini meliputi lima parameter, yaitu Young's modulus, E , Poisson's ratio, ν , kohesi, c , sudut geser, ϕ , dan sudut dilatansi, ψ .

2.5.2.2 Permodelan Linear Elastic

Permodelan ini menggambarkan hukum Hooke mengenai linear elastis isotropis. Permodelan ini meliputi dua parameter kekakuan elastis, yaitu Young's modulus, E , dan Poisson's ratio, ν . Permodelan linear elastis terbatas untuk simulasi kelakuan tanah. Permodelan ini biasa digunakan untuk struktur kaku pada tanah.

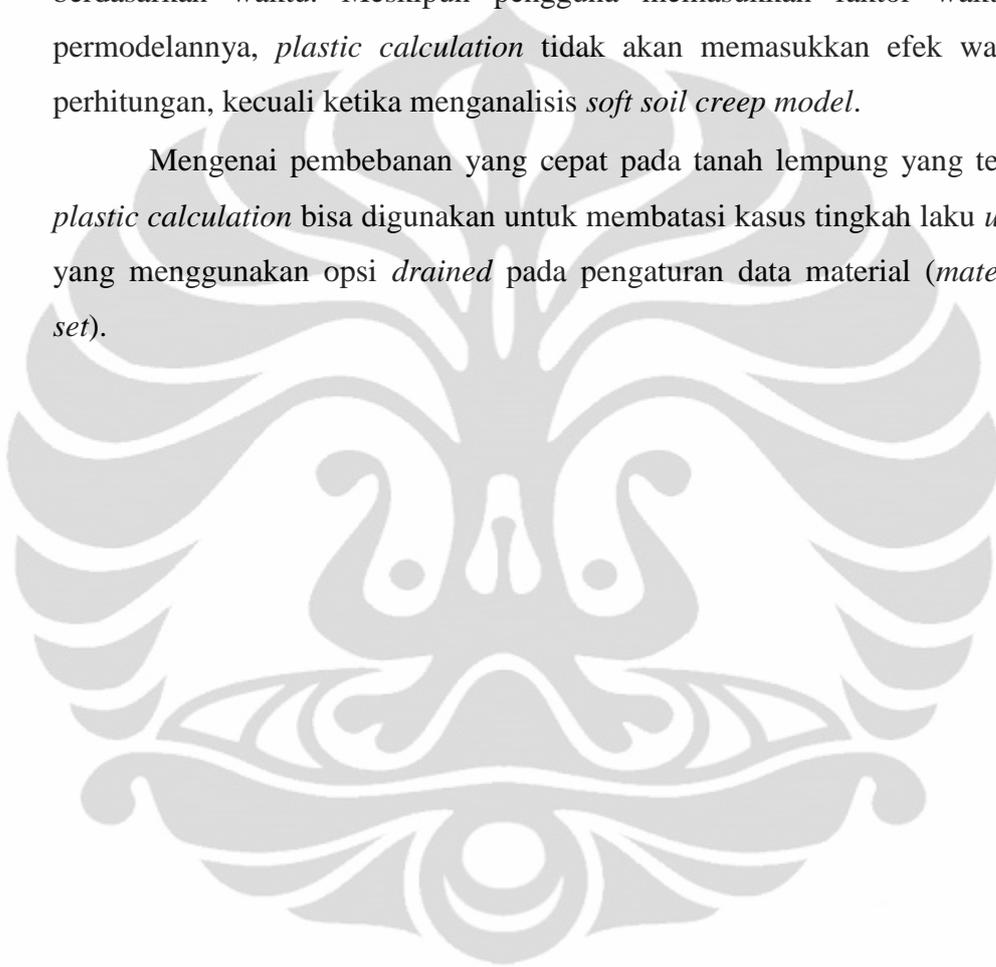
2.5.3 Tipe-tipe perhitungan pada plaxis.

Tipe kalkulasi pada setiap tahap ditentukan pada combo box sebelah kanan atas dari *General tab sheet*. Perbedaan yang dibuat antara tiga tipe dasar kalkulasi adalah: *plastic calculation*, *consolidation* and *phi-c reduction (safety*

analysis), dan *dynamic calculation*. Namun penulis hanya membahas mengenai *plastic calculation* karena pada penelitian ini hanya tipe kalkulasi ini yang digunakan oleh penulis.

Plastic calculation dipilih untuk melakukan analisis deformasi elastis-plastis di mana tidak diperlukan perhitungan kehilangan tekanan air pori berlebih berdasarkan waktu. Meskipun pengguna memasukkan faktor waktu dalam permodelannya, *plastic calculation* tidak akan memasukkan efek waktu pada perhitungan, kecuali ketika menganalisis *soft soil creep model*.

Mengenai pembebanan yang cepat pada tanah lempung yang tersaturasi, *plastic calculation* bisa digunakan untuk membatasi kasus tingkah laku *undrained* yang menggunakan opsi *drained* pada pengaturan data material (*material data set*).



BAB 3

METODE PENELITIAN

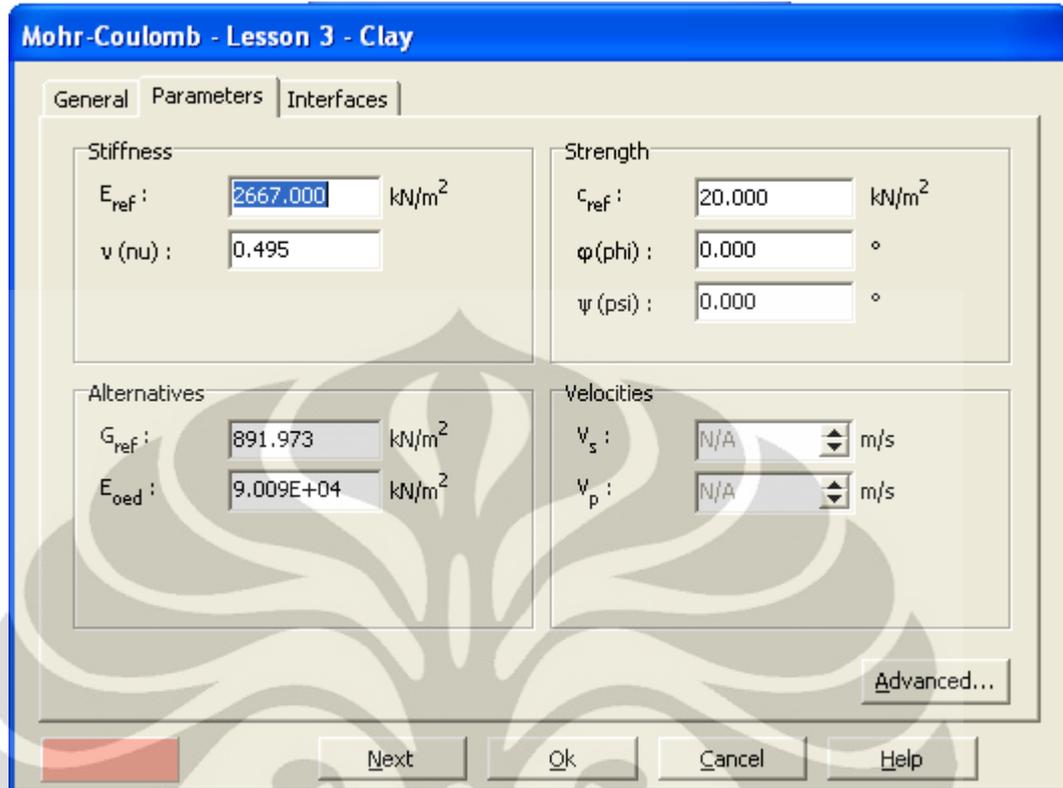
3.1 Penjelasan Penelitian

Pada penelitian ini kelakuan tanah dan tiang di simulasikan menggunakan program PLAXIS. PLAXIS merupakan program finite elemen yang digunakan dalam aplikasi geoteknik untuk memodelkan tanah dan simulasi kelakuan tanah. . Proses perhitungan pada program ini berjalan secara otomatis dan berjalan sesuai dengan prosedur numerik yang lengkap. Dengan prosedur pemasukkan input yang sederhana PLAXIS mampu melakukan perhitungan finite element yang kompleks dengan waktu yang cepat, dan hasil perhitungan yang dihasilkan pun cukup detail. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan software PLAXIS. Pada penelitian ini analisa dilakukan pada *single pile* dan *group piles*. Untuk memodelkan kondisi yang sebenarnya, penulis menggunakan dua tipe *material model* yaitu *Mohr-Coulomb* dan *Linear elastic*. *Mohr-Coulomb model* diperuntukkan untuk material tanah. Sedangkan *Linear elastic model* untuk material tiang.

3.1.1 Mohr-Coulomb model

Permodelan *Mohr Coulomb* digunakan untuk mesimulasikan kelakuan tanah secara umum. Tipe permodelan *Mohr Coulomb* terdiri atas lima parameter yang secara umum dikenal oleh banyak engineer geoteknik dan bisa diperoleh dari pengujian dasar pada contoh tanah. Parameter-parameter tersebut dengan satuan standarnya masing-masing disajikan di bawah ini:

E	: Modulus Young	(kN/m ²)
μ	: Rasio poisson	(-)
φ	: Sudut geser	(°)
c	: Kohesi	(kN/m ²)
ψ	: Sudut dilatasi	(°)



Gambar 3. 1 Parameter untuk *Mohr-Coulomb model*

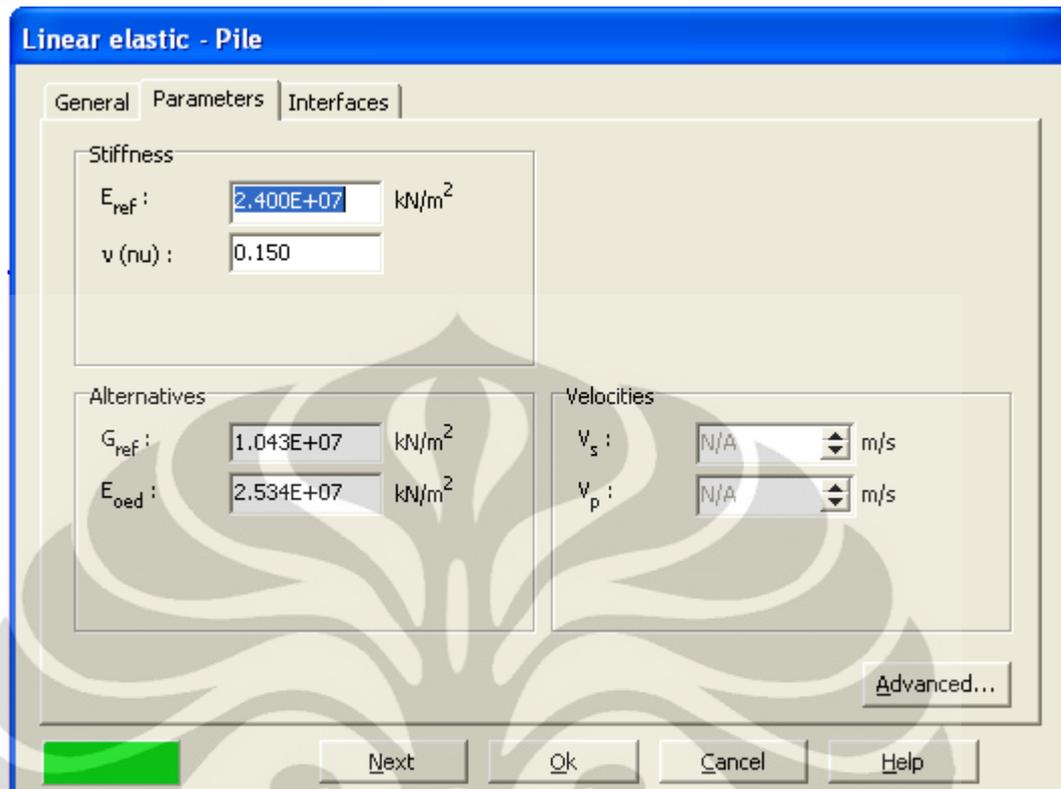
Sumber : Plaxis Versi 8.2

3.1.2 Linear elastic model

Permodelan ini menggambarkan hukum Hooke mengenai linear elastis isotropis. Berbeda dengan permodelan material tanah, Tipe permodelan pada tiang adalah *Linear elastic* yang terdiri atas dua parameter. Parameter-parameter tersebut dengan satuan standarnya masing-masing disajikan di bawah ini:

E : Modulus Young (kN/m²)

μ : Rasio poisson (-)

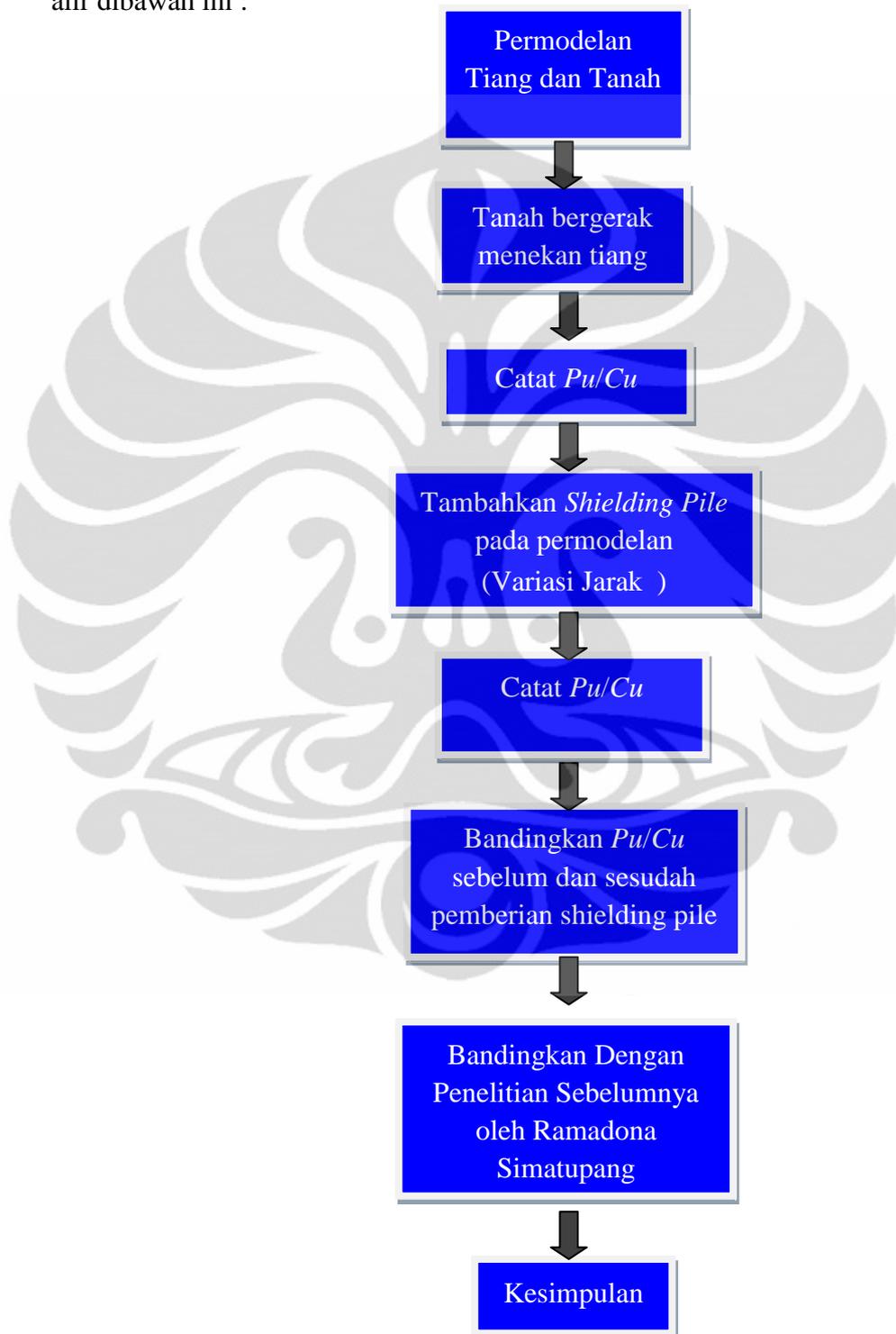


Gambar 3. 2 Parameter untuk *Linear elastic model*

Sumber : Plaxis Versi 8.2

3.2 Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian dilakukan beberapa proses penelitian untuk mendapatkan hasil yang diperoleh. Proses tersebut digambarkan dalam diagram alir dibawah ini :



Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian

3.3 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

3.3.1 Permodelan Tiang dan Tanah

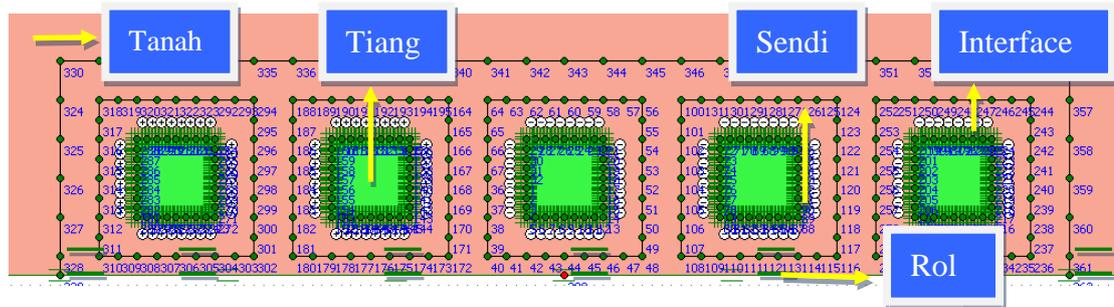
Permodelan tiang dan tanah dalam penelitian ini berdasarkan beberapa nilai parameter tertentu yang sudah di sebutkan diatas. Nilai-nilai parameter tersebut digunakan untuk semua permodelan yang dibuat dalam penelitian ini. Parameter-parameter untuk kedua material tersebut adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Parameter tanah dan tiang

Material Mode	
Mohr-Coulomb	Linear Elastic
Tanah	Tiang
C = 20 kN/m ³	E = 2.4x10 ⁷ kN/m ²
γ_{unsat} = 0 KN/m ³	$\nu(\text{nu})$ = 0.15
γ_{sat} = 0 KN/m ³	
E = 2667 kN/m ²	
$\nu(\text{nu})$ = 0.495	

Nilai-nilai parameter diatas digunakan pada semua jenis permodelan. Permodelan tersebut terdiri dari single pile dan group pile. Pada masing-masing group tiang dimodelkan dengan variasi spasi yang berbeda. Selain perbedaan spasi, perbedaan pada group tiang juga dibedakan dengan penggunaan *shielding pile* pada tiang . Pada kasus pertama tiang dimodelkan tanpa *shielding pile* sedangkan pada kasus kedua tiang diberikan *soil support* berupa *shielding pile*.

Dalam penelitian ini tiang yang diberikan beban lateral dengan tiang yang terkena pergerakan tanah lateral merupakan dua kasus yang berbeda. Dalam penelitian ini tiang dimodelkan dalam keadaan diam sedangkan tanah diberikan beban berupa prescribed displacement untuk memodelkan bahwa tiang yang mengalami pergerakan. Simulasi kelakuan tersebut digambarkan dalam permodelan seperti dibawah ini :

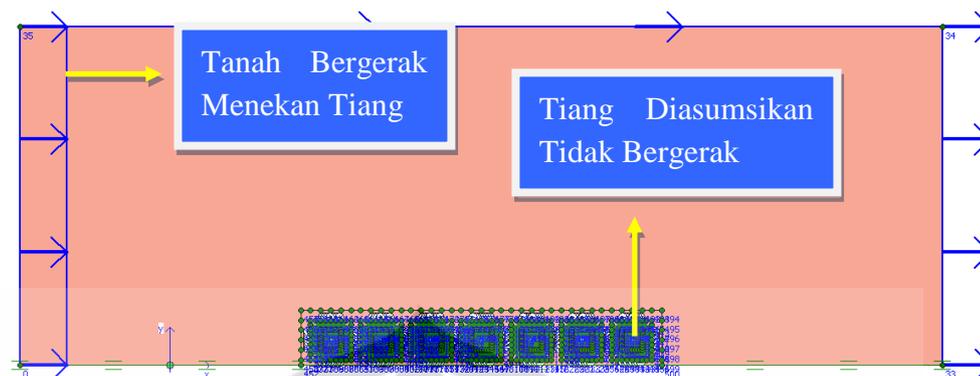


Gambar 3. 4 Permodelan tanpa *shileding piles*

Gambar diatas merupakan salah satu contoh dari permodelan tiang dan tanah. Dalam gambar tersebut tanah dimodelkan dengan warna merah muda sedangkan tiang digambarkan dengan warna hijau. Pada permodelan tersebut tiang dianggap tidak bergerak dengan memberikan total fixities yang pada gambar diatas digambarkan dengan warna hijau yang lebih tua yang terdapat di sekeliling tiang hal ini menunjukkan bahwa yang bergerak adalah tanah bukan tiang. Disekitar tiang juga terdapat interface yang dalam permodelan ini berfungsi untuk melihat persebaran tegangan geser dan tegangan normal pada sekitar tiang. Dalam permodelan tersebut juga pada ujung tiang bawah diberikan perletakan rol untuk menunjukkan kesimetrian model, sedangkan pada ujung-ujung tiang yang lain dianggap bebas.

3.3.2 Tanah bergerak menekan tiang

Pada gambar 3.4 telah digambarkan permodelan tiang dan tanah dengan keterangan-keterangannya. Pada permodelan tersebut menggambarkan tiang mengalami tekanan lateral tanah. Untuk memberikan pergerakan tanah pada model maka pada ujung-ujung keliling tiang diberikan beban berupa *prescribed displacement* dengan besaran pergerakan tanah sebesar 1.00 meter. Permodelan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.5 berikut ini :



Gambar 3. 5 Gerakan tanah lateral

Pada gambar diatas panah-panah biru yang terdapat di sekitar keliling tanah merupakan beban yang menggambarkan pergerakan tanah yang menekan tiang.

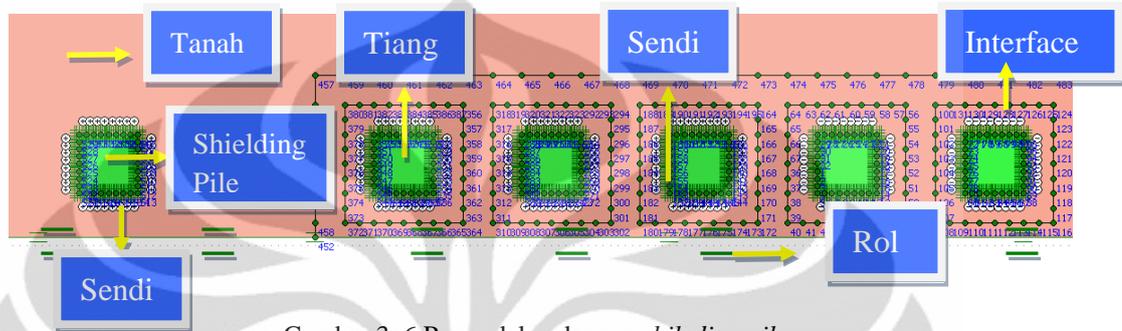
3.3.3 Catat P_u/C_u

Setelah tanah dan tiang dimodelkan dan kondisi-kondisi pada permodelan diterapkan, maka untuk mengetahui hasil dari permodelan tersebut dilakukan *calculation*. Proses *calculation* merupakan proses perhitungan pada PLAXIS dengan menggunakan metode finite elemen. Dari proses *calculation* akan kita peroleh out put berupa tegangan normal dan tegangan geser yang bekerja pada tiap-tiap tiang yang kita lihat dalam interface. Hasil tegangan tersebut selanjutnya dilakukan proses perhitungan kembali dengan program spread sheet untuk mendapatkan nilai tekanan lateral tanah ultimate (P_u) yang bekerja pada tiap tiang. Hasil dari pengolahan tersebut lalu disajikan dalam bentuk grafik. Grafik ini menggambarkan tekanan lateral tanah ultimate (P_u/C_u) VS Displacement/Diameter tiang.

3.3.4 Tambahkan Shielding Piles

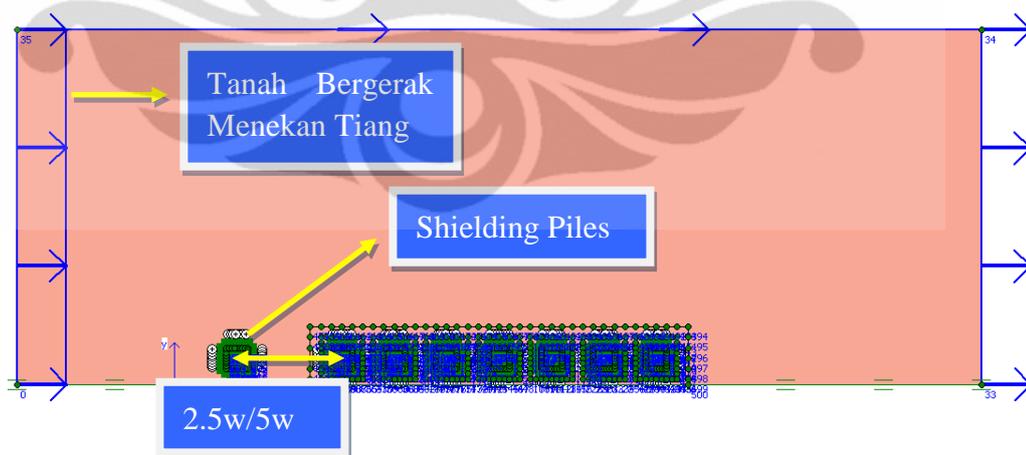
Setelah proses permodelan dan kalkulasi diatas, penelitian lain yang dilakukan penulis adalah dengan menambahkan *shielding piles*. Penambahan *shielding piles* dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap nilai tekanan lateral ultimate yang dihasilkan. Parameter-parameter yang digunakan dalam memodelkan *shielding piles* sama dengan parameter pada tiang.

Shielding piles yang ditambahkan memiliki dimensi 1m x 1m dengan variasi diameter *shielding piles* 50%w dan 100%w, dimana w merupakan lebar tiang. Selain variasi diameter, pada penelitian ini juga penulis menggunakan variasi jarak *shielding piles* terhadap *adjacent piles*. Variasi dilakukan untuk mencari jarak efektif guna meminimalisasi efek tekanan tanah lateral terhadap *adjacent piles*.



Gambar 3. 6 Permodelan dengan *shielding piles*

Sama seperti kasus sebelumnya dimana permodelan tersebut menggambarkan tiang mengalami tekanan lateral tanah. Untuk memberikan pergerakan tanah pada model maka pada ujung-ujung keliling tiang diberikan beban berupa *prescribed displacement* dengan besaran pergerakan tanah sebesar 1.00 meter. Permodelan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.7 berikut ini :



Gambar 3. 7 Gerakan tanah lateral

3.3.5 Catat Pu/Cu

Setelah menambahkan permodelan dengan shielding pile maka penulis melakukan langkah yang sama seperti yang dilakukan pada pemodelan tanpa shielding pile. Setelah semua kondisi di modelkan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *calculation*. Setelah proses *calculation* maka akan dihasilkan *output* berupa tegangan normal dan tegangan geser untuk tiap tiang yang kita lihat pada masing-masing interface. Hasil tegangan tersebut selanjutnya dilakukan proses perhitungan kembali dengan program spread sheet untuk mendapatkan nilai tekanan lateral tanah ultimate (Pu) pada masing-masing interface, variasi diameter *shielding piles*, dan variasi jarak *shielding piles* terhadap *adjacent piles*. Hasil dari pengolahan tersebut lalu disajikan dalam bentuk grafik. Grafik ini menggambarkan tekanan lateral tanah ultimate (Pu/Cu) VS Displacement/Diameter tiang.

3.3.6 Bandingkan Pu/Cu Sebelum dan Sesudah Pemberian *Shielding Piles*

Setelah semua proses *calculation* selesai dan semua *out put* telah diolah sehingga mendapatkan nilai tekanan tanah lateral ultimate (Pu/Cu) untuk semua kondisi permodelan. Maka penulis selanjutnya membandingkan grafik Pu/Cu kondisi permodelan tanpa *shielding piles* dengan kondisi permodelan dengan *shielding piles*.

3.3.7 Bandingkan Dengan Penelitian Sebelumnya Oleh Ramadona Simatupang

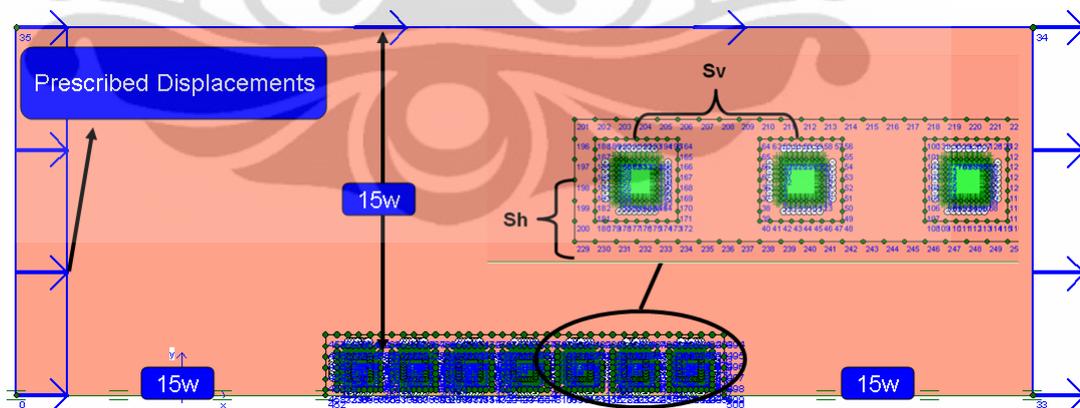
Hasil dari penelitian ini selanjutnya dibandingkan dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh Ramadona Simatupang. Dari perbandingan itu diharapkan mendapatkan nilai rata-rata tekanan tanah *lateral ultimate* terkecil pada posisi group tiang yang berbeda, serta efektifitas penggunaan *shielding pile* pada *adjacent piles*.

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Pendahuluan

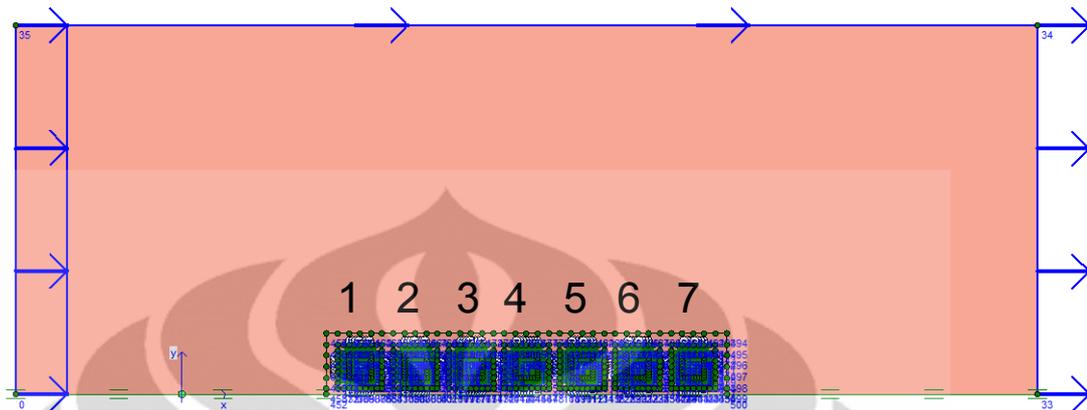
Suatu tiang atau group tiang yang terkena beban lateral perlu mendapatkan *soil support* untuk mengurangi efek beban lateral terhadap tiang. Pada penelitian ini *soil support* yang digunakan adalah *shielding pile*. Pembahasan pada bab ini untuk melihat pengaruh penerapan *shielding pile* pada group tiang terhadap reduksi nilai tekanan lateral tanah *ultimate* per kohesi tanah *undrained* (P_u/C_u). Pembahasan dilakukan pada permodelan tanpa *shielding pile*, permodelan dengan *shielding pile* satu sisi dan permodelan dengan *shielding pile* dua sisi. Pada bagian akhir analisa dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian ini dengan hasil penelitian sebelumnya.

Pada setiap permodelan dibuat variasi jarak antar tiang, jarak antara tiang dapat di lihat dalam inset pada gambar 4.1, jarak yang sejajar dengan arah gerakan tanah dinamakan spasi vertikal (S_v) dan jarak yang tegak lurus gerakan tanah dinamakan spasi horizontal (S_h). Model di beri *prescribed displacements* dan dibuat jarak antara ujung tiang dengan ujung model tanah berjarak $15w$ (w adalah ukuran tiang). Model secara lengkap dapat dilihat pada gambar 4.1 :



Gambar 4. 1 Permodelan Tiang

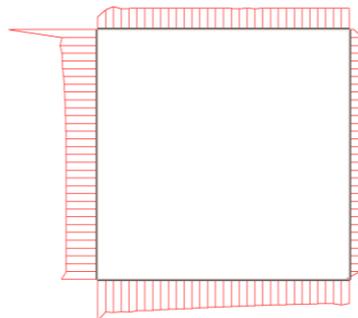
Analisa dilakukan pada variasi spasi $S_h = 2.5 w$; $S_v = 2.5w$, $S_h = 2.5w$; $S_v = 4w$, $S_h = 4w$; $S_v = 2.5w$ dan $S_h = 4w$; $S_v = 4w$. Penamaan pada tiang ditetapkan agar mempermudah dalam analisa seperti pada gambar 4.2 :



Gambar 4. 2 Penamaan Tiang

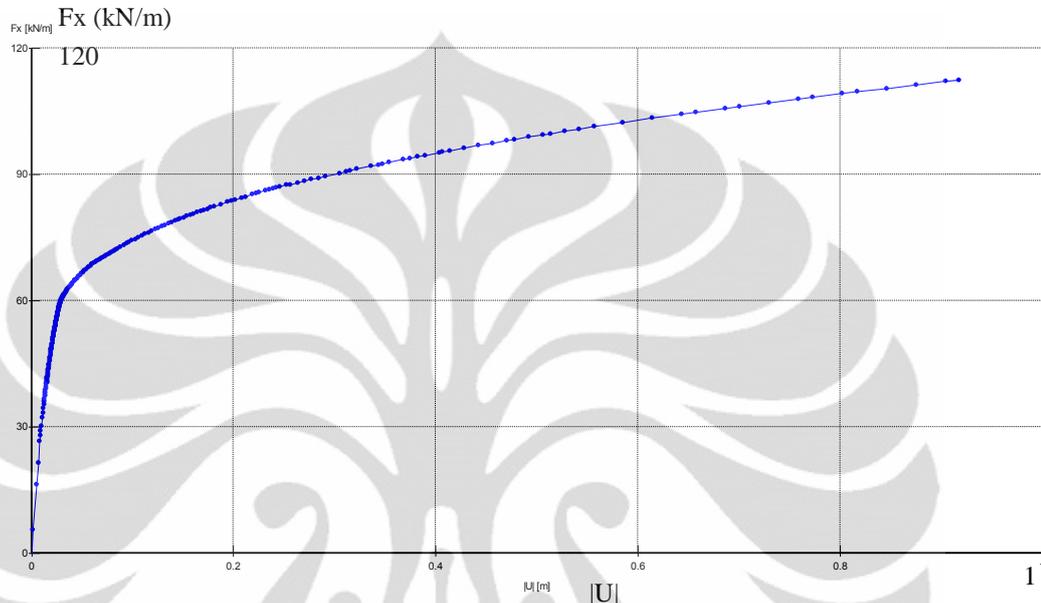
Analisa permodelan tanpa *shielding pile* dilakukan pada pile group 2x1, 2x3, 2x5, dan 2x7. Dilanjutkan analisa permodelan dengan *shielding pile* pada pile group 2x7. Kemudian analisa terakhir dilakukan dengan menambahkan *shielding pile* pada depan dan belakang tiang pada pile group 2x7.

Nilai P_u/C_u dihitung berdasarkan nilai tekanan tanah lateral yang diderita tiang karena pergerakan tanah. Setelah model dibuat pada program plaxis seperti gambar 4.1 dan parameter tiang dan tanah telah dimasukkan. Maka proses selanjutnya adalah proses kalkulasi. Proses kalkulasi akan menghitung berapa besar gaya yang menekan tiang saat terjadinya pergerakan tanah. Proses selanjutnya adalah melihat besar tegangan yang bekerja pada tiang. Tegangan ini didapatkan dari *interface* tiap tiang yang kita ambil dari opsi *output* seperti gambar 4.3



Gambar 4. 3 Tegangan Normal Dan Geser Pada Tiang

Nilai tersebut selanjutnya akan kita olah pada excel untuk mendapatkan tekanan tanah *lateral ultimate* (P_u). Nilai P_u atau gaya yang bekerja pada tiap tiang digambarkan pada gambar 4.4. Nilai tersebut merupakan gaya total yang bekerja pada tiang akibat pergerakan tanah



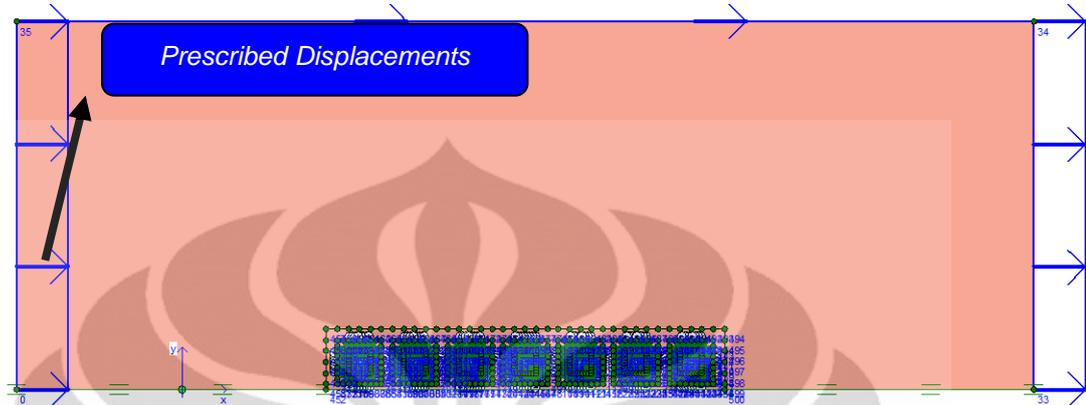
Gambar 4. 4 Gaya P_u Yang Bekerja Pada Tiang Akibat Pergerakan Tanah

Perhitungan nilai tekanan lateral tanah *ultimate* pertama kali dilakukan untuk *single pile*. Dalam gambar 4.4 terlihat nilai F_x yang diperoleh adalah 112.32 maka nilai P_u untuk satu *single pile* adalah 112.32 dikali 2 maka mendapatkan nilai P_u sebesar 224.64. Nilai tersebut selanjutnya kita bagi dengan nilai kohesi (C_u) pada modelisasi tanah sebesar 20. Dari proses yang dilakukan seperti langkah –langkah yang telah dipaparkan maka nilai P_u didapatkan . P_u/C_u untuk *single pile* sebesar 11.23.

4.2 Hasil Dan Analisa Tanpa *Shielding Pile*

Analisa dilakukan pada group tiang tanpa *soil support shielding pile*. Dalam sub bab ini membahas nilai tekanan lateral tanah ultimate P_u/C_u pada group tiang 2x1, 2x3, 2x5, dan 2x7. Nilai tekanan lateral tanah ultimate P_u/C_u pada setiap model dibandingkan dengan hasil nilai tekanan lateral tanah ultimate

Pu/Cu untuk *single pile*. Analisa juga dilakukan dengan membandingkan antara nilai Pu/Cu *near pile* dengan *far pile*.



Gambar 4. 5 Group Tiang 2x7 Tanpa Shielding pile

Gambar 4.5 memperlihatkan permodelan tanpa shielding pile group 2x7 dengan arah gerakan tanah bergerak dari sebelah kiri ke sebelah kanan.

1. $Sh = 2.5w$; $Sv = 2.5w$

Tabel 4.1 menampilkan nilai Pu/Cu untuk spasi $Sh = 2.5w$ dan $Sv = 2.5w$. Nilai Pu/Cu dibawah ini semakin kecil ketika jumlah tiang semakin banyak.

Tabel 4. 1 Pu/Cu Tanpa *Shielding Piles*, $Sh=2.5w$ Dan $Sv=2.5w$

No Pile	Pu/Cu							Mean
	1	2	3	4	5	6	7	
2x1	14.71							14.71
2x3	13.35	6.21	8.37					9.31
2x5	11.59	6.87	4.5	4.71	8.23			7.18
2x7	11.61	7.45	4.11	2.95	3.08	4.57	8.34	6.02

Jika dibandingkan antara nilai Pu/Cu untuk *single pile* dengan nilai Pu/Cu group pile terlihat nilai Pu/Cu untuk *near pile* memiliki nilai lebih besar dari *single pile*. Sedangkan untuk nilai Pu/Cu untuk *far pile* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai Pu/Cu *single pile*.

Nilai Pu/Cu *near pile* lebih besar jika dibandingkan *far pile*. Perbedaan antara *near pile* dan *far pile* mempunyai rentang sebesar 28-37%.

Dari group tiang yang ada, ukuran 2x1 memiliki nilai Pu/Cu yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai Pu/Cu untuk group tiang lainnya. Dari nilai tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata Pu/Cu akan semakin kecil pada group yang lebih besar.

2. $Sh = 2.5w$; $Sv = 4w$

Tabel 4.2 menampilkan nilai Pu/Cu untuk spasi $Sh = 2.5w$ dan $Sv = 4w$. Nilai Pu/Cu dibawah ini semakin kecil ketika jumlah tiang semakin banyak.

Tabel 4. 2 Pu/Cu Tanpa *Shielding Piles*, $Sh=2.5w$ Dan $Sv=4w$

No Pile	Pu/Cu							Mean
	1	2	3	4	5	6	7	
2x1	14.79							14.79
2x3	12.73	10.68	8.98					10.80
2x5	12.73	8.38	4.81	7.23	8.86			8.40
2x7	12.83	8.99	4.83	4.49	4.57	7.35	8.78	7.40

. Nilai Pu/Cu untuk *near pile* lebih besar dibandingkan dengan nilai Pu/Cu untuk *single pile*. Untuk Pu/Cu pada *far pile* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan *single pile*.

Nilai Pu/Cu *near pile* lebih besar dibandingkan *far pile*. Perbedaan Nilai Pu/Cu antara *near pile* dan *far pile* sebesar 30%-31%.

Dari group tiang yang ada, ukuran 2x1 memiliki nilai Pu/Cu yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai Pu/Cu untuk group tiang lainnya. Dari nilai tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata Pu/Cu akan semakin kecil pada group yang lebih besar.

3. $Sh = 4w$; $Sv = 2.5w$

Tabel 4.3 menampilkan nilai Pu/Cu untuk spasi $Sh = 4w$ dan $Sv = 2.5w$. Nilai Pu/Cu dibawah ini semakin kecil ketika jumlah tiang semakin banyak.

Tabel 4. 3 Pu/Cu tanpa shielding piles, $Sh=4w$ dan $Sv=2.5w$

No Pile	Pu/Cu							Mean
	1	2	3	4	5	6	7	
2x1	14.59							14.59
2x3	12.88	6.04	6.39					8.44
2x5	13.17	6.20	5.54	5.43	8.60			7.79
2x7	12.38	6.46	6.16	5.55	5.34	5.65	8.80	7.19

Jika dibandingkan antara nilai Pu/Cu untuk *single pile* dengan nilai Pu/Cu *group pile* terlihat nilai Pu/Cu untuk *near pile* memiliki nilai lebih besar dari *single pile*. Sedangkan untuk nilai Pu/Cu untuk *far pile* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai Pu/Cu *single pile*.

Nilai Pu/Cu *near pile* lebih besar dibandingkan *far pile* . Perbedaan Nilai Pu/Cu antara *near pile* dan *far pile* sebesar 29%-50%.

Dari group tiang yang ada, ukuran 2x1 memiliki nilai Pu/Cu yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai Pu/Cu untuk group tiang lainnya. Dari nilai tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata Pu/Cu akan semakin kecil pada group yang lebih besar.

4. $Sh = 4w$; $Sv = 4w$

Tabel 4.4 menampilkan nilai Pu/Cu untuk spasi $Sh = 4w$ dan $Sv = 2.5w$. Nilai Pu/Cu dibawah ini semakin kecil ketika jumlah tiang semakin banyak.

Tabel 4. 4 Pu/Cu tanpa *shielding piles*, $Sh=4w$ dan $Sv=4w$

No Pile	Pu/Cu							Mean
	1	2	3	4	5	6	7	
2x1	14.56							14.56
2x3	13.84	8.89	10.43					11.05
2x5	12.28	10.43	8.42	10.33	8.84			10.06
2x7	12.18	10.08	8.3	6.19	6.7	9.63	8.43	8.79

Jika dibandingkan antara nilai Pu/Cu untuk *single pile* dengan nilai Pu/Cu *group pile* terlihat nilai Pu/Cu untuk *near pile* memiliki nilai lebih besar dari *single pile*. Sedangkan untuk nilai Pu/Cu untuk *far pile* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan nilai Pu/Cu *single pile*.

Nilai Pu/Cu **near pile** lebih besar dibandingkan *far pile* . Perbedaan Nilai Pu/Cu antara *near pile* dan *far pile* sebesar 24-30%.

Perbedaan nilai Pu/Cu pada spasi ini terlihat pada variasi spasi $Sh=4w;Sv=4w$ yaitu tiang 2x5 dan 2x7. Pada variasi tiang 2x5 nilai Pu/Cu pada tiang ke -4 memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai pada tiang ke -5 dan pada variasi tiang 2x7 nilai Pu/Cu pada tiang ke -6 memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan nilai pada tiang ke -7. Hasil ini berbeda dengan nilai Pu/Cu pada spasi-spasi lainnya.

Analisa terhadap 4 variasi spasi mendapatkan beberapa kesimpulan yang mengerucut pada suatu kelakuan yang terjadi pada group tiang yang terbebani beban lateral.

Dari group tiang yang ada, ukuran 2x1 memiliki nilai Pu/Cu yang lebih besar jika dibandingkan dengan nilai Pu/Cu untuk group tiang lainnya. Dari nilai

tersebut terlihat bahwa nilai rata-rata Pu/Cu akan semakin kecil pada group yang lebih besar.

Nilai rata-rata Pu pada tiap variasi spasi terlihat pada tabel 4.5 nilai tersebut dapat kita lihat untuk menentukan nilai rata-rata Pu/Cu terkecil pada variasi spasi tiang yang ada. Nilai tersebut dapat kita jadikan acuan untuk melihat mana spasi yang paling berpengaruh.

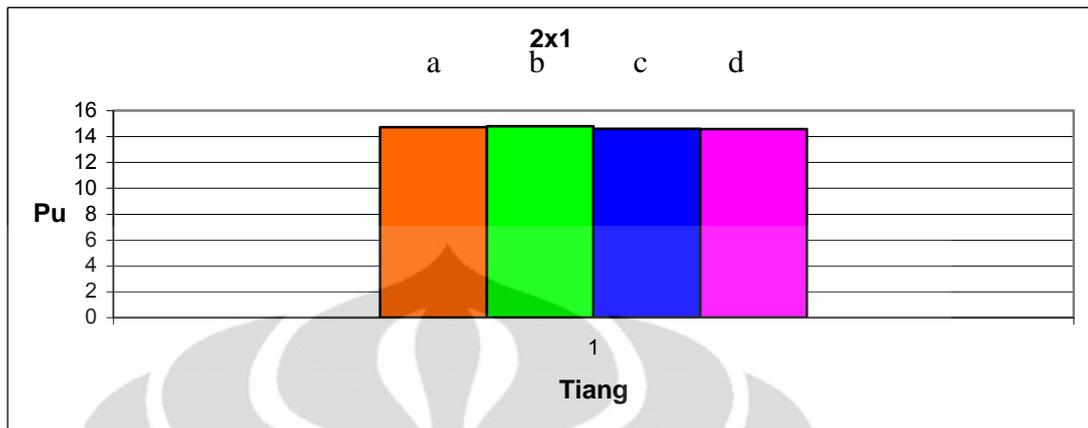
Tabel 4. 5 Nilai Rata-Rata Pu/Cu Pada Tiap Variasi Spasi Group Tiang

Group Tiang	Sh=2.5w; Sv=2.5w	Sh=2.5w; Sv=4w	Sh=4w; Sv=2.5w	Sh=4w; Sv=4w
2x1	14.71	14.79	14.59	14.56
2x3	9.31	10.80	8.44	11.05
2x5	7.18	8.40	7.79	10.06
2x7	6.02	7.40	7.19	8.79

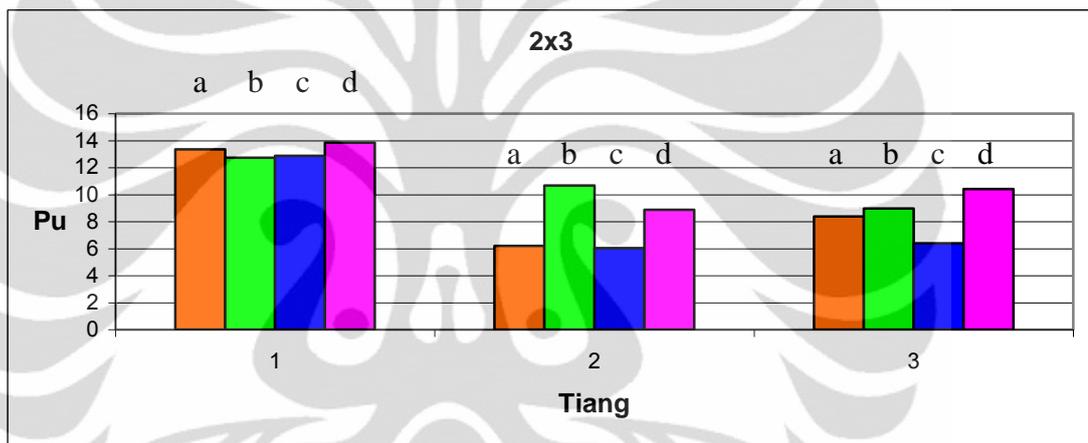
Dari rata-rata nilai group pile dengan variasi spasi yang berbeda terlihat bahwa nilai spasi vertikal yang semakin besar akan menyebabkan nilai Pu yang lebih besar, sedangkan untuk nilai spasi vertikal yang lebih kecil maka nilai pu akan semakin kecil.

Kesimpulan permodelan tanpa shielding pile memperlihatkan nilai pu akan semakin kecil ketika besar group tiang semakin kecil. Spasi paling berpengaruh dalam hal ini adalah besar spasi vertikal pada setiap tiang sedangkan untuk spasi horizontal mempunyai pengaruh yang lebih kecil. Tabel 4.5 menampilkan nilai Pu/Cu pada variasi spasi Sh=2.5w; Sv=2.5w dan Sh=4w; Sv=2.5w memiliki nilai berturut-turut 6.02-14.71 dan 7.19-14.59. Nilai ini memperlihatkan pengaruh spasi horizontal terhadap besar nilai Pu walaupun perbedaannya sedikit. Untuk variasi spasi Sh=2.5w; Sv=4w dan Sh=4w; Sv=4w memiliki nilai Pu/Cu berturut-turut 7.4-14.79 dan 8.79-14.56. Nilai ini memperlihatkan perbedaan nilai yang cukup besar pada spasi horizontal yang berbeda.

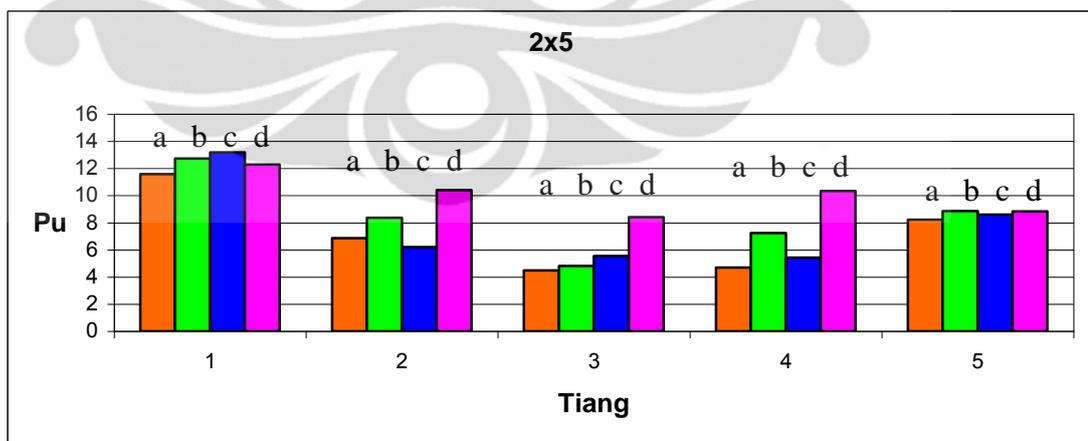
Dari empat variasi spasi tiang pada group pile dengan ukuran 2x1,2x3,2x5,2x7 terlihat bahwa spasi optimum terdapat pada spasi Sh= 2.5w dan Sv= 2.5w karena nilai rata-rata pada variasi spasi ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai rata-rata spasi lainnya.



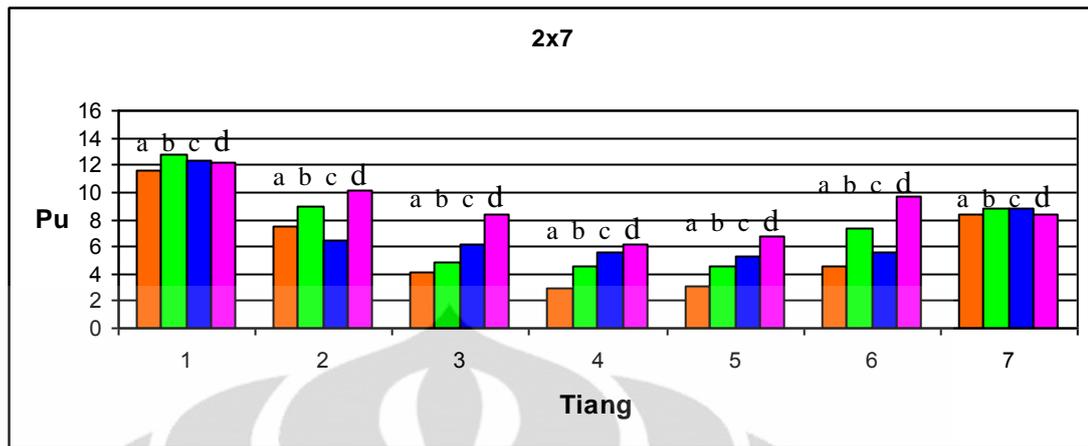
(a)



(b)



(c)



(d)

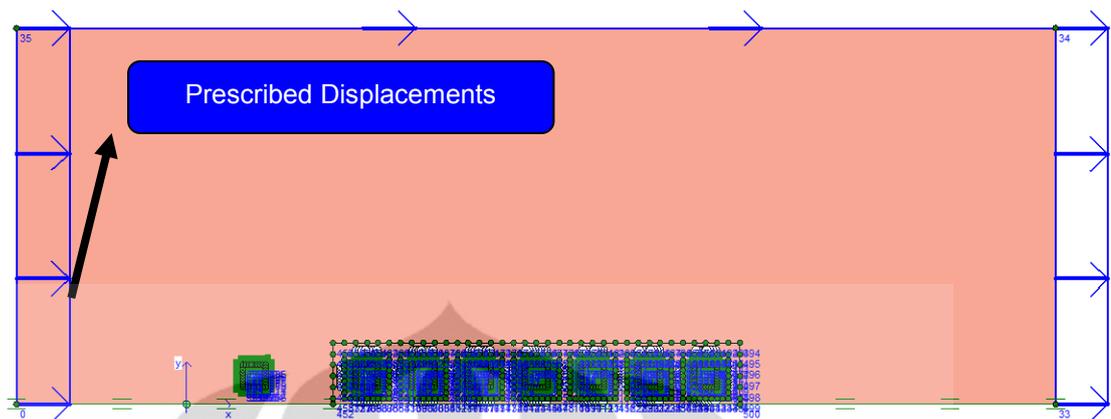
Keterangan: a = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$ b = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$ c = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$ d = $Sh=4w$; $Sv=4w$ Gambar 4. 6 Permodelan Tiang Tanpa *Shielding Pile*, (a). 2x1, (b). 2x3, (c). 2x5, (d). 2x7

Gambar 4.6 (a) menampilkan nilai P_u/C_u pile group 2x1. dalam gambar tersebut memperlihatkan nilai P_u yang relatif sama. Gambar b dan c memperlihatkan nilai P_u terbesar berada pada variasi spasi b dan d yang mempunyai jarak spasi vertikal yang besar. Sedangkan pada spasi horizontal berpengaruh sangat kecil.

Pada gambar 4.6 (d) efek perbedaan spasi pada tiang terlihat pada tiang 1,2,6, dan 7. sementara pada tiang tiang 3,4,5 efek spasi tidak terlihat. Nilai rata-rata terbesar berada pada spasi d dan b yang memiliki besar spasi vertikal yang besar.

4.3 Permodelan Dengan *Shielding Piles Sisi Near Pile*

Permodelan dengan *shielding pile sisi near pile* terlihat seperti gambar 4.7. Pergerakan tanah bergerak dari sebelah kiri ke kanan.



Gambar 4. 7 Permodelan Tiang 2x7 Dengan *Shielding Pile* Sisi Near Pile

Dalam permodelan *shielding pile* sisi *near pile* pile group yang kita tinjau hanya pada pile group 2x7 dengan variasi spasi $S_h = 2.5w$; $S_v = 2.5w$, $S_h = 2.5w$; $S_v = 4w$, $S_h = 4w$; $S_v = 2.5w$ dan $S_h = 4w$; $S_v = 4w$. Analisa dilakukan pada 4 variasi jarak dan ukuran *shielding pile*. Penggunaan *shielding pile* jarak $2.5w$ ukuran $50\%w$ dan $100\%w$ serta penggunaan *shielding pile* jarak $5w$ ukuran *shielding pile* $50\%w$ dan $100\%w$.

4.3.1 Jarak Pemberian *Shielding Pile* $2.5w$ dengan ukuran $50\%w$

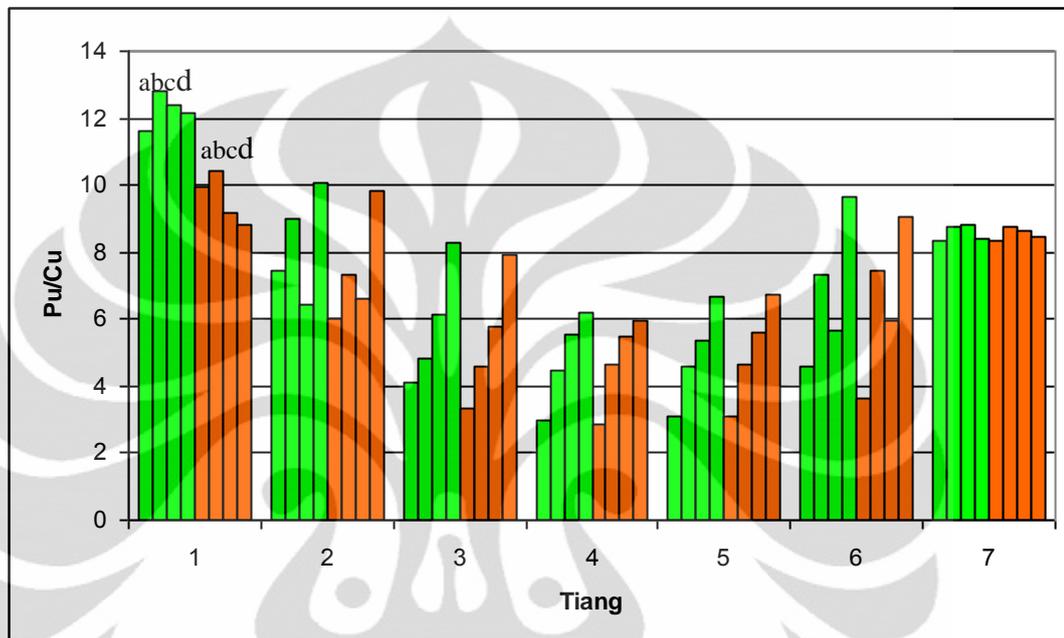
Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan *shielding pile* sisi *near pile* dengan ukuran *shielding pile* 50% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan *shielding pile* berjarak 2.5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Satu Sisi

Dengan Shielding Pile SP =2.5 w sp= 50% w satu sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa SP	Dengan SP	Tanpa SP	Dengan SP	Tanpa SP	Dengan SP	Tanpa SP	Dengan SP
1	11.61	9.92	12.83	10.42	12.38	9.19	12.18	8.84
2	7.45	5.96	8.99	7.35	6.46	6.59	10.08	9.85
3	4.11	3.32	4.83	4.60	6.16	5.78	8.30	7.91
4	2.95	2.86	4.49	4.60	5.55	5.48	6.19	5.95
5	3.08	3.09	4.57	4.62	5.34	5.63	6.70	6.72
6	4.57	4.70	7.35	7.37	5.65	5.95	9.63	9.04
7	8.34	8.35	8.78	8.77	8.80	8.62	8.43	8.45
Mean	6.01	5.46	7.40	6.82	7.19	6.75	8.79	8.11

Pada tabel 4.6 terlihat bahwa nilai Pu/Cu terkecil berada pada Spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 5.46.

Secara umum nilai Pu/Cu *near pile* lebih besar dibandingkan dengan *far pile*. Perbedaan terjadi pada variasi spasi $Sh=4w$, $Sv=4w$, dalam group tiang ini nilai Pu/Cu tiang ke 6 lebih besar jika dibandingkan dengan tiang ke 7 (*far pile*).



Tanpa Shielding Piles

a $Sh=2.5w; Sv=2.5w$

b $Sh=2.5w; Sv=4w$

Dengan Shielding Pile

c $Sh=4w; Sv=2.5w$

2.5w, 50% w

d $Sh=4w; Sv=4w$

Gambar 4. 8 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Satu Sisi

Pada gambar 4.8 terlihat reduksi terjadi pada *near pile* sedangkan pada *far pile* relatif tidak terjadi reduksi. Tiang tiang yang mengalami reduksi berada pada tiang *near pile*. Sementara pada tiang 2 pengurangan terjadi pada spasi a dan b. yang memiliki spasi horizontal yang kecil.

4.3.2 Jarak Pemberian Shielding Pile 2.5w dengan ukuran 100%w

Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan *shielding pile* sisi *near pile* dengan ukuran *shielding pile* 100% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan *shielding pile* berjarak 2.5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.7.



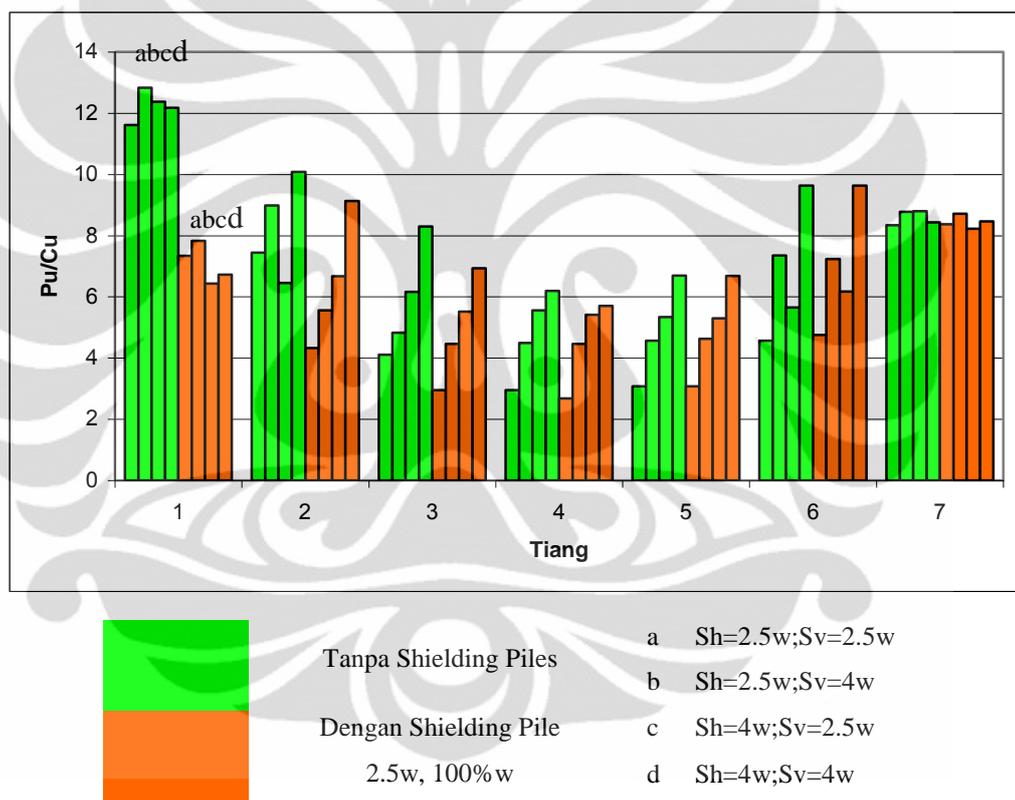
Tabel 4. 7 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Satu Sisi

Dengan Shielding Pile SP =2.5 w sp= 100% w satu sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	7.34	12.83	7.81	12.38	6.43	12.18	6.73
2	7.45	4.33	8.99	5.55	6.46	6.67	10.08	9.13
3	4.11	2.96	4.83	4.46	6.16	5.52	8.30	6.94
4	2.95	2.68	4.49	4.45	5.55	5.41	6.19	5.71
5	3.08	3.08	4.57	4.62	5.34	5.30	6.70	6.68
6	4.57	4.75	7.35	7.21	5.65	6.17	9.63	9.63
7	8.34	8.37	8.78	8.71	8.80	8.22	8.43	8.46
Mean	6.01	4.79	7.40	6.12	7.19	6.24	8.79	7.61

Pada tabel diatas terlihat bahwa nilai P_u/C_u terkecil berada pada Spasi $S_h=2.5w, S_v=2.5w$ dengan nilai 4.79

Secara umum nilai P_u/C_u *near pile* lebih besar dibandingkan dengan *far pile*. Perbedaan terjadi pada variasi spasi $S_h=4w, S_v=4w$, dalam group tiang ini nilai P_u/C_u tiang ke 6 lebih besar jika dibandingkan dengan tiang ke 7 (*far pile*).

Nilai pada variasi spasi $S_h=2.5w; S_v=4w$ lebih kecil dari spasi $S_h=4w; S_v=2.5w$, hal ini menunjukkan bahwa pada penerapan *shielding piles* 100%w reduksi terjadi cukup besar pada spasi vertikal yang lebih besar dengan spasi horizontal yang lebih kecil.



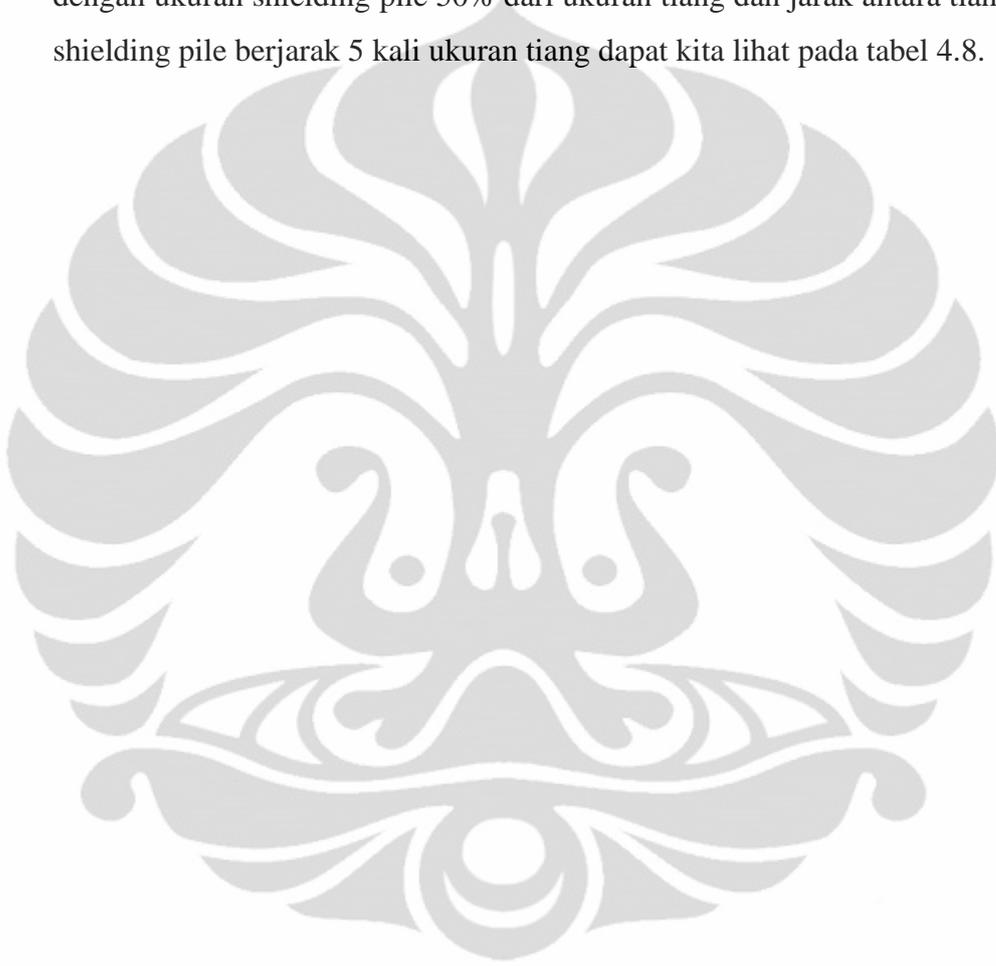
Gambar 4. 9 P_u/C_u Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Satu Sisi

Pada gambar 4.9 terlihat reduksi terjadi pada near pile sedangkan pada far pile relatif tidak terjadi reduksi. Tiang tiang yang mengalami reduksi berada pada tiang near pile merata pada semua variasi spasi. Sementara pada tiang 2 pengurangan terjadi pada spasi a dan b.yang memiliki spasi horizontal yang kecil.

Dari analisa yang telah dilakukan bahwa spasi horizontal berpengaruh pada nilai q_u untuk tiang pada near pile

4.3.3 Jarak Pemberian Shielding Pile $5w$ dengan ukuran $50\%w$

Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan shielding pile sisi near pile dengan ukuran shielding pile 50% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan shielding pile berjarak 5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.8.

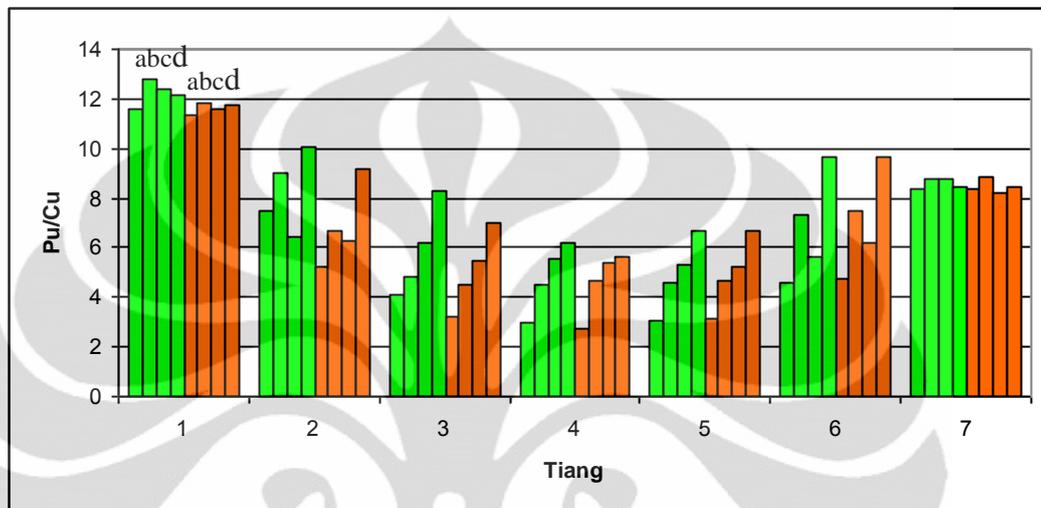


Tabel 4. 8 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Satu Sisi

Dengan Shielding Pile Sp = 5 w Sp= 50% w satu sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	11.37	12.83	11.81	12.38	11.57	12.18	11.76
2	7.45	5.22	8.99	6.71	6.46	6.29	10.08	9.20
3	4.11	3.23	4.83	4.52	6.16	5.49	8.30	7.00
4	2.95	2.75	4.49	4.64	5.55	5.37	6.19	5.67
5	3.08	3.11	4.57	4.68	5.34	5.26	6.70	6.67
6	4.57	4.76	7.35	7.47	5.65	6.16	9.63	9.64
7	8.34	8.37	8.78	8.84	8.80	8.18	8.43	8.46
Mean	6.01	5.54	7.40	6.95	7.19	6.90	8.79	8.34

Pada tabel 4.8 terlihat bahwa nilai P_u/C_u terkecil berada pada Spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 5.54.

Secara umum nilai P_u/C_u near pile lebih besar dibandingkan dengan far pile. Perbedaan terjadi pada variasi spasi $Sh=4w$, $Sv=4w$, dalam group tiang ini nilai P_u/C_u tiang ke 6 lebih besar jika dibandingkan dengan tiang ke 7 (far pile).



Tanpa Shielding Piles

Dengan Shielding Pile

5w, 50%w

a $Sh=2.5w; Sv=2.5w$

b $Sh=2.5w; Sv=4w$

c $Sh=4w; Sv=2.5w$

d $Sh=4w; Sv=4w$

Gambar 4.10 P_u/C_u Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Satu Sisi

Reduksi terjadi sangat kecil baik pada near pile maupun far pile. Reduksi pada tiang 1 dan 2 terjadi cukup besar pada spasi a dan b. Hal ini kembali menunjukkan spasi horizontal yang kecil akan mengalami tekanan yang lebih kecil.

4.3.4 Jarak Pemberian Shielding pile 5w dengan ukuran 100%w

Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan shielding pile sisi near pile dengan ukuran shielding pile 100% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan shielding pile berjarak 5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.9.

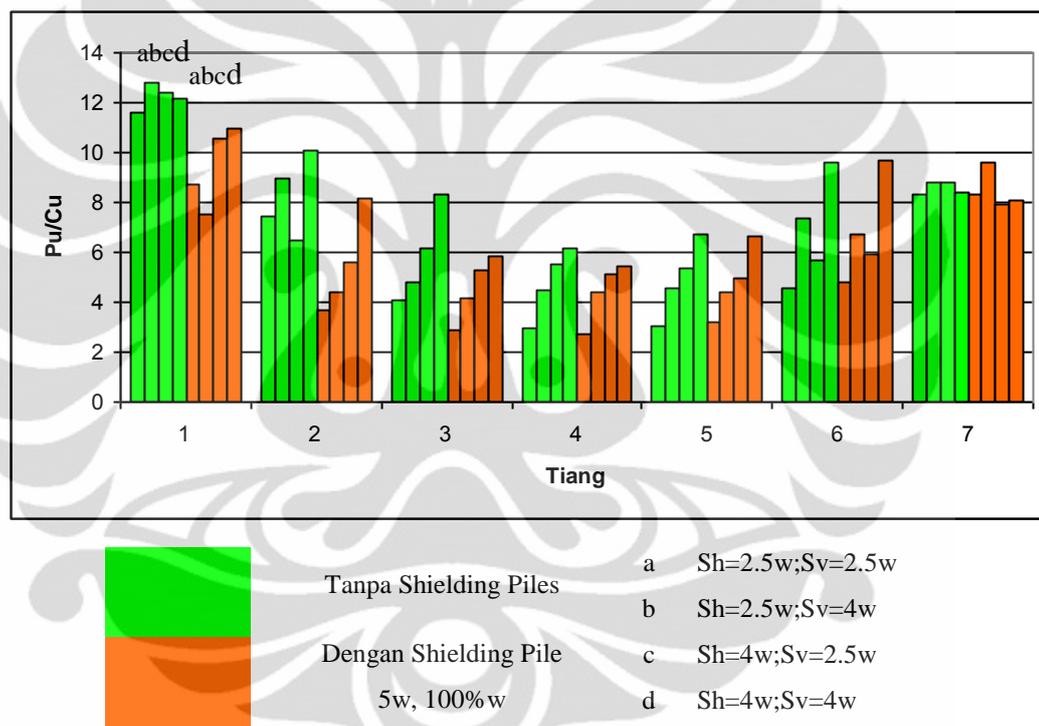
Tabel 4. 9 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Satu Sisi

Dengan Shielding Pile Sp = 5 w Sp= 100% w satu sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	8.75	12.83	7.54	12.38	10.56	12.18	10.98
2	7.45	3.72	8.99	4.43	6.46	5.61	10.08	8.14
3	4.11	2.85	4.83	4.17	6.16	5.29	8.30	5.83
4	2.95	2.72	4.49	4.39	5.55	5.15	6.19	5.46
5	3.08	3.16	4.57	4.38	5.34	5.00	6.70	6.67
6	4.57	4.82	7.35	6.72	5.65	5.90	9.63	9.66
7	8.34	8.36	8.78	9.60	8.80	7.90	8.43	8.10
Mean	6.01	4.91	7.40	5.89	7.19	6.49	8.79	7.84

Pada tabel 4.9 terlihat bahwa nilai P_u/C_u terkecil berada pada Spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 4.91.

Secara umum nilai P_u/C_u near pile lebih besar dibandingkan dengan far pile. Perbedaan terjadi pada variasi spasi $Sh=4w$, $Sv=4w$, dalam group tiang ini nilai P_u/C_u tiang ke 6 lebih besar jika dibandingkan dengan tiang ke 7 (far pile).

Nilai pada variasi spasi $Sh=2.5w;Sv=4w$ lebih kecil dari spasi $4w;Sv=2.5w$, hal ini menunjukkan bahwa pada penerapan shielding piles 100%w reduksi terjadi cukup besar pada spasi vertikal yang lebih besar dengan spasi horizontal yang lebih kecil.



Gambar 4. 11 P_u/C_u Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Piles Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100%

Reduksi terjadi pada near pile terutama pada spasi a dan b. sementara pada far pile tidak terjadi reduksi. Efek pengurangan nilai pu hanya terlihat cukup besar pada tiang 1,2,3. dan spasi yang paling banyak mengalami reduksi adalah spasi a dan b.

Dari hasil tersebut memperlihatkan reduksi nilai pu terjadi cukup besar pada spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dan $Sh=2.5w$, $Sv=4w$. Keadaan ini menunjukkan

pada pemberian shielding pile reduksi terjadi pada spasi yang memiliki spasi horizontal yang kecil. Karena pada arah vertikal atau yang searah dengan pergerakan tanah tekanan lateral tanah sudah direduksi oleh shielding pile.

Secara keseluruhan dalam penerapan shielding pile pada group tiang ini didapatkan nilai P_u/C_u terkecil terjadi pada pemberian shielding pile $2.5w$ dengan ukuran shielding pile $100\%w$. Nilai P_u terkecil terjadi pada spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 4.79

Nilai reduksi tekanan lateral tanah yang terjadi akan semakin kecil pada group tiang yang memiliki jarak spasi vertikal yang lebih besar.

Rekap nilai rata-rata per variasi :

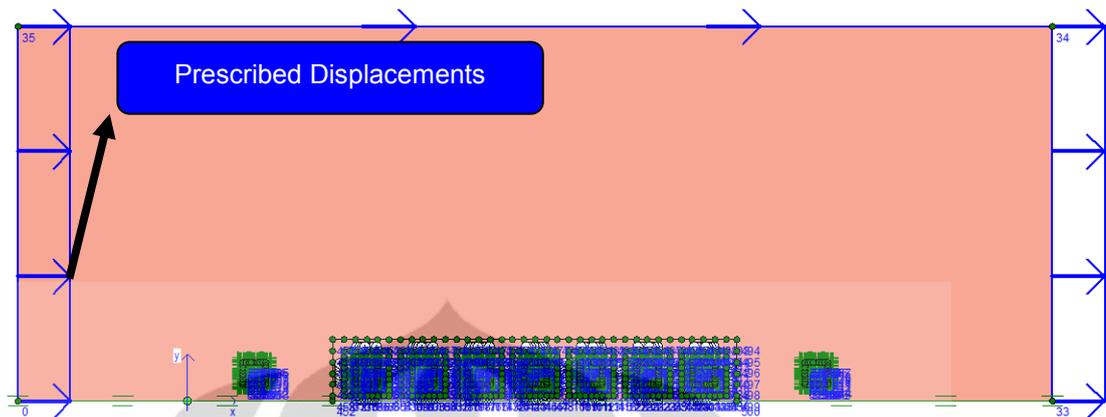
Tabel 4. 10 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata P_u/C_u Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile

Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile								
Variasi Shielding Pile	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa SP	Dengan Sp	Tanpa SP	Dengan Sp	Tanpa SP	Dengan Sp	Tanpa SP	Dengan Sp
Sp=2.5w Sp=50%w	6.01	5.31	7.40	6.84	7.19	6.75	8.79	8.11
Sp=2.5w Sp=100%w	6.01	4.79	7.40	6.13	7.19	6.24	8.79	7.61
Sp=5w Sp=50%w	6.01	5.54	7.40	6.95	7.19	6.90	8.79	8.34
Sp=5w Sp=100%w	6.01	4.91	7.40	5.89	7.19	6.49	8.79	7.84

Dari tabel 4.10 terlihat reduksi terbesar terjadi pada penerapan shielding pile dengan jarak 2.5w dari tiang dengan ukuran shielding pile 100%. Dan nilai P_u/C_u terkecil terjadi pada spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$.

4.4 Permodelan Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile dan Far Pile

Permodelan dengan shielding pile sisi near pile dan far pile terlihat seperti gambar 4.12. Pergerakan tanah bergerak dari sebelah kiri ke kanan sejauh 1m.



Gambar 4. 12 Permodelan 1tiang 2x7/ Dengan *Shielding Pile* Sisi Near Pile dan Far Pile

Dalam permodelan *shielding pile* sisi near pile dan far pile group yang kita tinjau hanya pada pile group 2x7 dengan variasi spasi $S_h = 2.5w$; $S_v = 2.5w$, $S_h = 2.5w$; $S_v = 4w$, $S_h = 4w$; $S_v = 2.5w$ dan $S_h = 4w$; $S_v = 4w$. Analisa dilakukan pada 4 variasi jarak dan ukuran *shielding pile*. Penggunaan *shielding pile* jarak $2.5w$ ukuran $50\%w$ dan $100\%w$ serta penggunaan *shielding pile* jarak $5w$ ukuran *shielding pile* $50\%w$ dan $100\%w$.

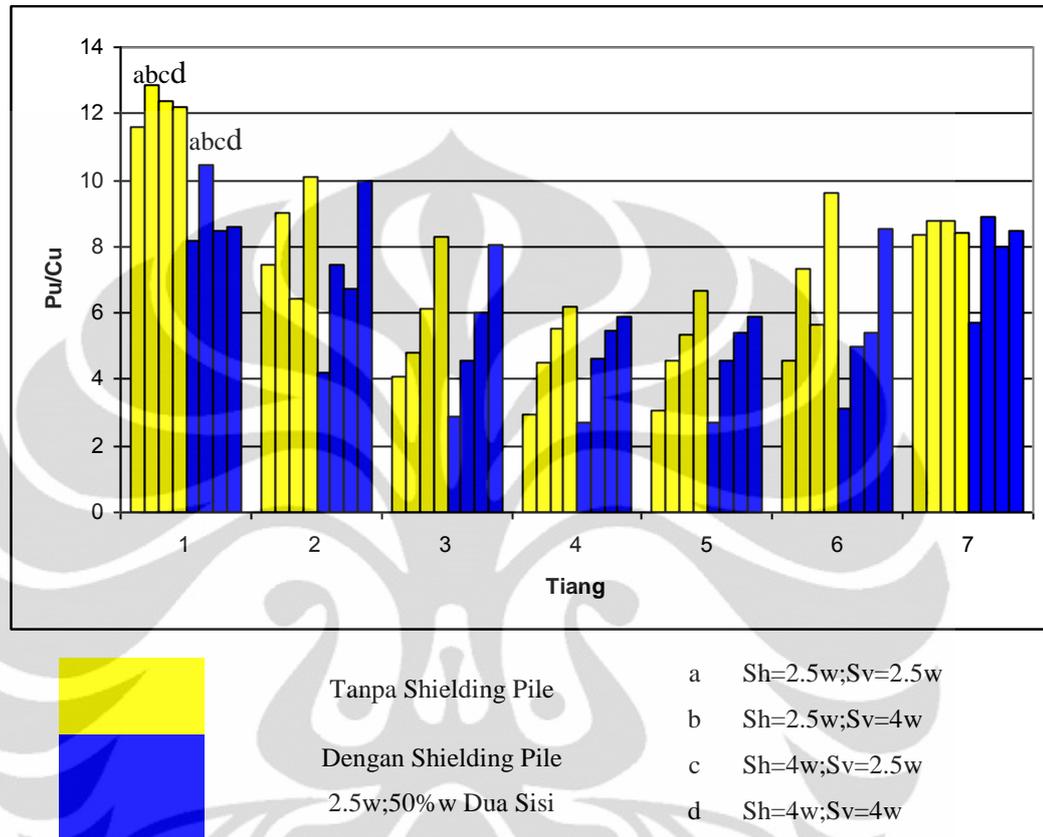
4.4.1 Ukuran *Shielding Pile* $50\%w$ Dengan Jarak $2.5w$

Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan *shielding pile* sisi near pile dan far pile dengan ukuran *shielding pile* 50% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan *shielding pile* berjarak 2.5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Dua Sisi

Dengan Shielding Pile SP =2.5 w sp= 50% w Dua sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan Sp	Tanpa Sp	Dengan Sp	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	8.19	12.83	10.43	12.38	8.47	12.18	8.61
2	7.45	4.23	8.99	7.42	6.46	6.70	10.08	9.95
3	4.11	2.87	4.83	4.60	6.16	6.03	8.30	8.03
4	2.95	2.72	4.49	4.63	5.55	5.44	6.19	5.91
5	3.08	2.71	4.57	4.56	5.34	5.42	6.70	5.91
6	4.57	3.11	7.35	4.96	5.65	5.42	9.63	8.52
7	8.34	5.69	8.78	8.90	8.80	8.00	8.43	8.49
Mean	6.01	4.22	7.40	6.50	7.19	6.50	8.79	7.92

Pada tabel 4.11 terlihat bahwa nilai P_u/C_u terkecil berada pada Spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 4.22. Dalam tabel 4.11 terlihat bahwa pengurangan nilai terbesar terjadi pada spasi vertikal yang kecil.



Gambar 4. 13 P_u/C_u Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Dua Sisi

Reduksi nilai p_u terjadi pada near pile dan far pile. Efek reduksi terbesar terjadi pada variasi spasi vertikal yang kecil. Gambar 4.13 menampilkan nilai reduksi yang kecil pada variasi spasi b dan d.

4.4.2 Ukuran Shielding Pile 100%w Dengan Jarak 2.5w

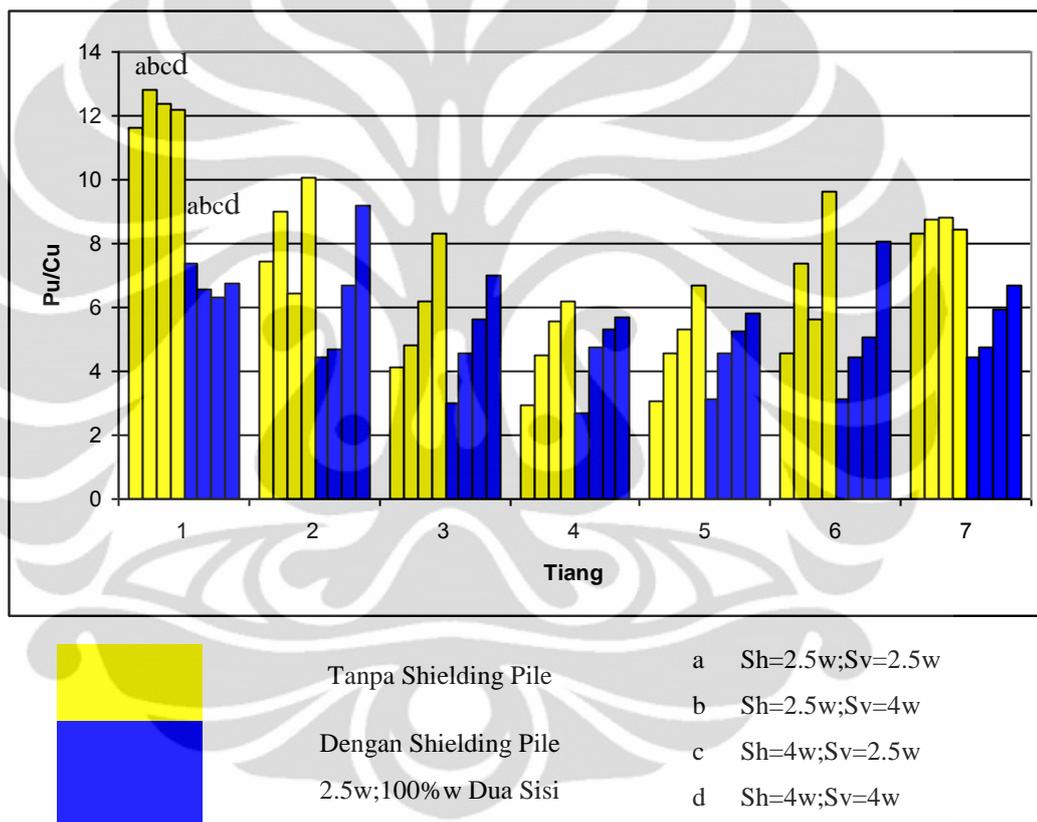
Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan shielding pile sisi near pile dan far pile dengan ukuran shielding pile 100% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan shielding pile berjarak 2.5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi

Dengan Shielding Pile SP =2.5w SP= 100% w Dua sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	7.37	12.83	6.55	12.38	6.32	12.18	6.75
2	7.45	4.41	8.99	4.71	6.46	6.68	10.08	9.18
3	4.11	3.02	4.83	4.54	6.16	5.63	8.30	7.00
4	2.95	2.67	4.49	4.75	5.55	5.34	6.19	5.66
5	3.08	3.14	4.57	4.59	5.34	5.25	6.70	5.81
6	4.57	3.14	7.35	4.44	5.65	5.07	9.63	8.04
7	8.34	4.46	8.78	4.75	8.80	5.91	8.43	6.70
Mean	6.01	4.03	7.40	4.90	7.19	5.74	8.79	7.02

Pada tabel 4.12 terlihat nilai Pu/Cu terkecil berada pada Spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 4.03. Hasil tersebut juga memperlihatkan penerapan shielding pile $2.5w$ dari tiang ukuran $100\%w$ memperlihatkan pengurangan nilai terbesar pada spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dan $Sh=2.5w$, $Sv=4w$.

Dalam nilai tersebut memperlihatkan pengurangan nilai terbesar pada spasi vertikal dan horizontal terkecil. Pengurangan pada spasi $Sh=2.5w$, $Sv=4w$ dengan ukuran shielding pile yang besar akan mereduksi nilai Pu/Cu pada spasi horizontal yang besar.



Gambar 4. 14 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak $2.5w$ Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi

Reduksi yang besar terjadi pada near pile dan far pile sedangkan pada tiang 3 sampai 5 tidak terjadi reduksi yang berarti. Reduksi terbesar terjadi pada variasi spasi a dan b yang terjadi pada near pile dan far pile serta tiang 2 dan 6.

4.4.3 Ukuran Shielding Piles 50% Dengan Jarak 5w

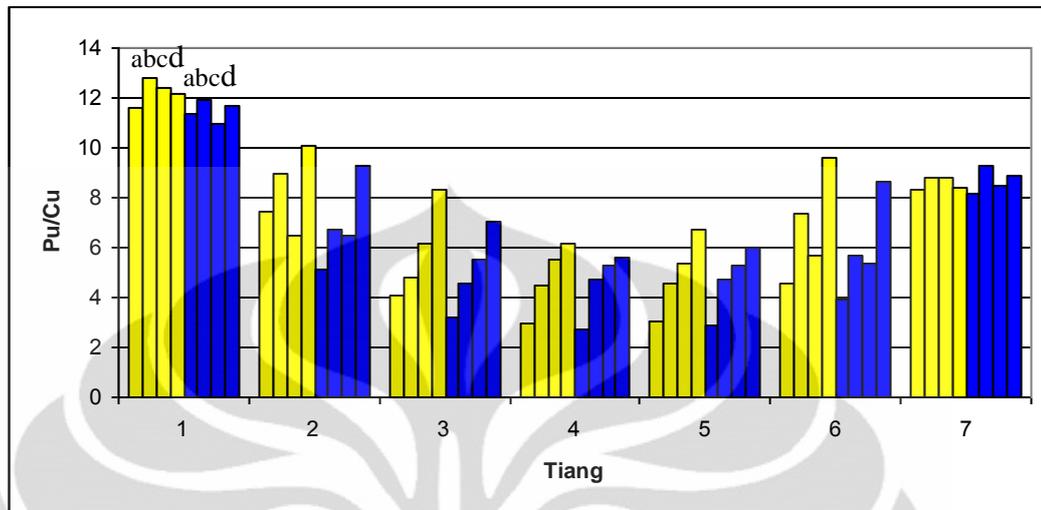
Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan shielding pile sisi near pile dan far pile dengan ukuran shielding pile 50% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan shielding pile berjarak 5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.13.



Tabel 4. 13 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding Pile 50% Dua Sisi

Dengan Shielding Pile SP = 5 w sp= 50% w Dua sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	11.32	12.83	11.91	12.38	10.94	12.18	11.73
2	7.45	5.16	8.99	6.83	6.46	6.44	10.08	9.26
3	4.11	3.20	4.83	4.63	6.16	5.57	8.30	7.12
4	2.95	2.71	4.49	4.74	5.55	5.32	6.19	5.68
5	3.08	2.86	4.57	4.70	5.34	5.29	6.70	6.05
6	4.57	3.89	7.35	5.67	5.65	5.38	9.63	8.81
7	8.34	8.18	8.78	9.29	8.80	8.49	8.43	8.85
Mean	6.01	5.33	7.40	6.82	7.19	6.77	8.79	8.22

Pada tabel 4.13 terlihat bahwa nilai P_u/C_u terkecil berada pada Spasi $S_h=2.5w$, $S_v=2.5w$ dengan nilai 5.33.



Tanpa Shielding Pile

Dengan Shielding Pile
5w; 50% w Dua Sisi

a $S_h=2.5w; S_v=2.5w$

b $S_h=2.5w; S_v=4w$

c $S_h=4w; S_v=2.5w$

d $S_h=4w; S_v=4w$

Gambar 4. 15 P_u/C_u Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 50% Dua Sisi

Reduksi pada gambar 4.15 terjadi sangat kecil pada semua tiang. Dalam hal ini memperlihatkan efek yang sangat kecil pada penerapan shielding pile ukuran 50% pada jarak shielding pile yang jauh.

4.4.4 Ukuran Shielding Piles 100% Dengan Jarak 5w

Nilai tekanan lateral tanah dengan penerapan shielding pile sisi near pile dan far pile dengan ukuran shielding pile 100% dari ukuran tiang dan jarak antara tiang dengan shielding pile berjarak 5 kali ukuran tiang dapat kita lihat pada tabel 4.14.

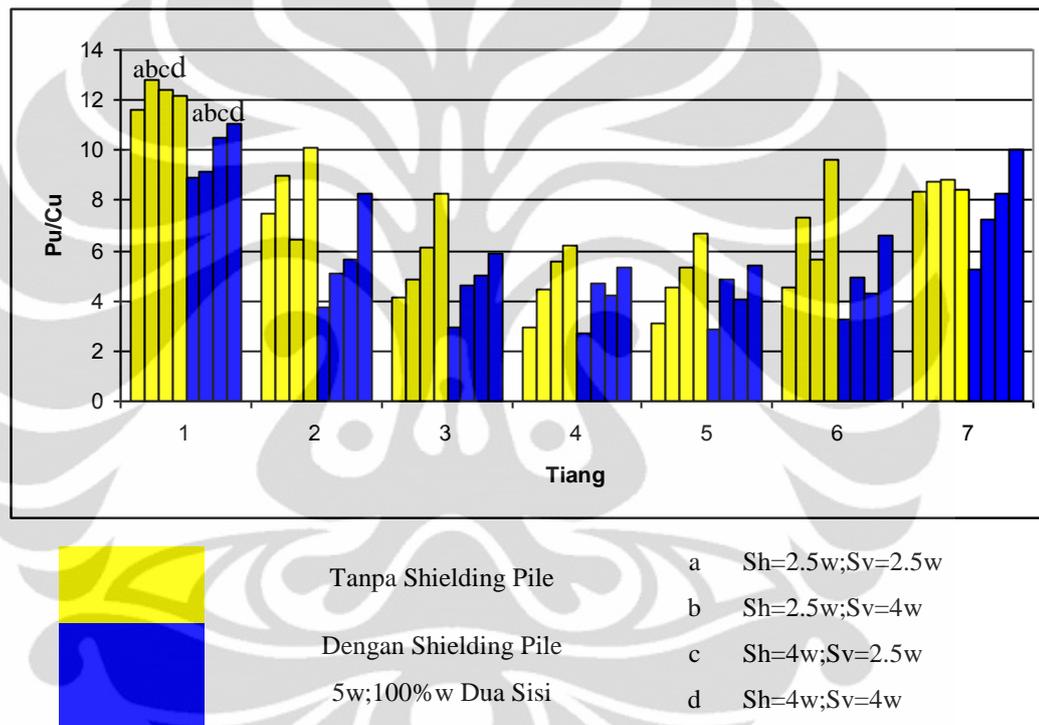
Tabel 4. 14 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi

Dengan Shielding Pile Sp = 5 w Sp= 100% w Dua sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP	Tanpa Sp	Dengan SP
1	11.61	8.87	12.83	9.14	12.38	10.48	12.18	11.02
2	7.45	3.77	8.99	5.11	6.46	5.68	10.08	8.24
3	4.11	2.91	4.83	4.62	6.16	5.04	8.30	5.90
4	2.95	2.71	4.49	4.69	5.55	4.21	6.19	5.34
5	3.08	2.83	4.57	4.83	5.34	4.06	6.70	5.41
6	4.57	3.22	7.35	4.92	5.65	4.26	9.63	6.58
7	8.34	5.25	8.78	7.28	8.80	8.27	8.43	10.04
Mean	6.01	4.22	7.40	5.80	7.19	6.00	8.79	7.50

Pada tabel 4.14 terlihat bahwa nilai Pu/Cu terkecil berada pada Spasi $Sh=2.5w$, $Sv=2.5w$ dengan nilai 4.22.

Penerapan shielding pile dengan jarak $5w$ dari tiang dan ukuran $100\%w$ memperlihatkan reduksi terbesar terjadi pada spasi $Sh=2.5w; Sv=2.5w$ dan $Sh=2.5w; Sv=4w$.

Pada spasi $Sh=4w$, $Sv=4w$ terjadi peningkatan nilai Pu/Cu pada near pile. Peningkatan tersebut disebabkan berubahnya tegangan pada belakang tiang menjadi tarik.



Gambar 4. 16 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak $5w$ Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi

Gambar 4.16 menampilkan reduksi nilai pu/cu pada near pile yang kecil. Reduksi sangat kecil terjadi pada semua tiang baik near pile maupun far pile. Pada tiang ke 7 menunjukkan nilai pu yang lebih besar dari nilai pu tanpa shielding pile. Nilai tersebut menunjukkan adanya perubahan tegangan pada belakang tiang.

Rekapitulasi nilai rata-rata Pu/Cu tiap penggunaan shielding pile dan pada 4 variasi spasi :

Tabel 4. 15 Rekapitulasi Nilai Rata-Rata Pu/Cu Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile Dan Far Pile

Dengan Shielding Pile Sisi Near Pile Dan Far Pile								
Variasi Shielding Pile	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	Tanpa SP	Dengan Sp	Tanpa SP	Dengan Sp	Tanpa SP	Dengan Sp	Tanpa SP	Dengan Sp
Sp=2.5w Sp=50%w	6.01	4.22	7.40	6.50	7.19	6.50	8.79	7.92
Sp=2.5w Sp=100%w	6.01	4.03	7.40	4.90	7.19	5.74	8.79	7.02
Sp=5w Sp=50%w	6.01	5.33	7.40	6.80	7.19	6.77	8.79	8.16
Sp=5w Sp=100%w	6.01	4.22	7.40	5.80	7.19	6.00	8.79	7.50

Dari tabel 4.15 terlihat reduksi terbesar terjadi pada penerapan shielding pile dengan jarak 2.5w dari tiang dengan ukuran shielding pile 100%. Dan nilai Pu/Cu terkecil terjadi pada spasi Sh=2.5w, Sv=2.5w.

4.4.5. Perbandingan Antara Penggunaan Shielding Pile Ukuran 50% Dengan Ukuran 100%

Analisa penggunaan shielding pile yang lebih efektif diperlukan agar kita dapat menentukan jarak dan besar shielding pile yang diperlukan. Untuk melihat efektifitas penggunaan shielding pile maka analisa dilakukan terhadap penggunaan shielding pile ukuran 50%w dengan ukuran 100%w. Tabel 4.16 menunjukkan nilai komparasi shielding pile ukuran 50% dengan ukuran 100%w.

Tabel 4. 16 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan Shielding Pile Jarak 2.5w Ukuran 50% Denga Ukuran 100% Satu Sisi

Dengan Shielding Pile SP =2.5 w Satu Sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%
1	9.92	7.34	10.42	7.83	9.19	6.43	8.84	6.73
2	5.96	4.33	7.35	5.55	6.59	6.67	9.85	9.13
3	3.32	2.96	4.60	4.47	5.78	5.52	7.91	6.94
4	2.86	2.68	4.60	4.46	5.48	5.41	5.95	5.71
5	3.09	3.08	4.62	4.63	5.63	5.30	6.72	6.68
6	4.70	4.75	7.37	7.24	5.95	6.17	9.04	9.63
7	8.35	8.37	8.77	8.71	8.62	8.22	8.45	8.46
Mean	5.46	4.79	6.82	6.13	6.75	6.24	8.11	7.61

Tabel 4. 17 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan Shielding Pile Jarak 2.5w Ukuran 50% Denga Ukuran 100% Dua Sisi

Dengan Shielding Pile SP =2.5 w Dua Sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%
1	8.19	7.37	10.43	6.55	8.47	6.32	8.61	6.75
2	4.23	4.41	7.42	4.71	6.70	6.68	9.95	9.18
3	2.87	3.02	4.60	4.54	6.03	5.63	8.03	7.00
4	2.72	2.67	4.63	4.75	5.44	5.34	5.91	5.66
5	2.71	3.14	4.56	4.59	5.42	5.25	5.91	5.81
6	3.11	3.14	4.96	4.44	5.42	5.07	8.52	8.04
7	5.69	4.46	8.90	4.75	8.00	5.91	8.49	6.70
Mean	4.22	4.03	6.50	4.90	6.50	5.74	7.92	7.02

Dari rekapitulasi nilai tersebut terlihat bahwa semakin besar ukuran shielding pile maka reduksi nilai Pu/Cu akan semakin besar. Hal ini terjadi baik pada jarak shielding pile 2.5 w dari tiang maupun jarak 5w dari tiang. Hal ini terlihat pada tabel 4.16, 4.17, 4. 18, dan 4.19.



Tabel 4. 18 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan Shielding Pile Jarak 5w Ukuran 50% Dengan Ukuran 100% Satu Sisi

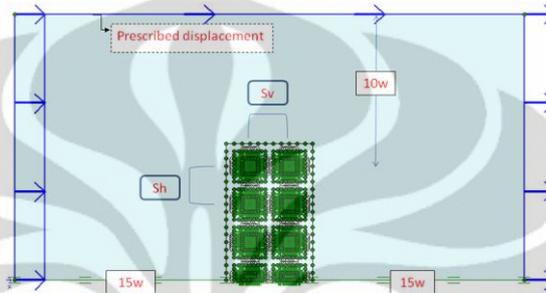
Dengan Shielding Pile SP =5 w Satu Sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%
1	11.37	8.75	11.81	7.54	11.57	10.56	11.76	10.98
2	5.22	3.72	6.71	4.43	6.29	5.61	9.20	8.14
3	3.23	2.85	4.52	4.17	5.49	5.29	7.00	5.83
4	2.75	2.72	4.64	4.39	5.37	5.15	5.67	5.46
5	3.11	3.16	4.68	4.38	5.26	5.00	6.67	6.67
6	4.76	4.82	7.47	6.72	6.16	5.90	9.64	9.66
7	8.37	8.36	8.84	9.60	8.18	7.90	8.46	8.10
Mean	5.54	4.91	6.95	5.89	6.90	6.49	8.34	7.84

Tabel 4. 19 Nilai Pu/Cu Antara Penggunaan Shielding Pile Jarak 5w Ukuran 50% Denga Ukuran 100% Dua Sisi

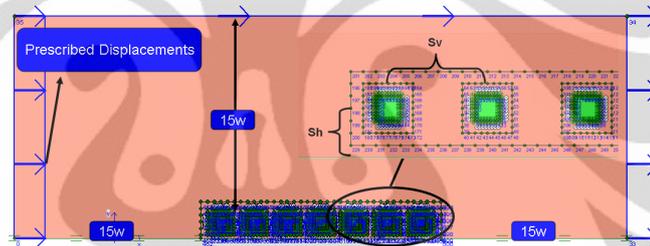
Dengan Shielding Pile SP =5 w Dua Sisi								
No Tiang	Sh=2.5w, Sv=2.5w		Sh=2.5w, Sv=4w		Sh=4w, Sv=2.5w		Sh=4w, Sv=4w	
	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%	SP=50%	SP=100%
1	11.34	8.87	11.91	9.14	10.96	10.48	11.70	11.02
2	5.15	3.77	6.74	5.11	6.44	5.68	9.26	8.24
3	3.20	2.91	4.59	4.62	5.56	5.04	7.05	5.90
4	2.71	2.71	4.74	4.69	5.32	4.21	5.61	5.34
5	2.86	2.83	4.69	4.83	5.28	4.06	6.00	5.41
6	3.89	3.22	5.65	4.92	5.36	4.26	8.68	6.58
7	8.13	5.25	9.29	7.28	8.49	8.27	8.85	10.04
Mean	5.33	4.22	6.80	5.80	6.77	6.00	8.16	7.50

4.5 Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya Oleh Ramadona Simatupang (2010)

Perbedaan antara penelitian yang penulis lakukan dengan penelitian oleh Ramadona Simatupang (2010) terletak pada posisi tiang dalam menerima tekanan tanah lateral. Perbedaan itu bisa kita lihat pada gambar 4.17 dibawah ini :



Tiang Memanjang Siku-siku Pergerakan Tanah (Ramadona, 2010)



Tiang berurutan sejajar pergerakan tiang

Gambar 4. 17 Perbedaan Posisi Tiang dalam menerima tekanan tanah lateral

Perbedaan posisi tersebut menyebabkan perbedaan tiang dalam menerima tekanan tanah lateral. Dalam gambar 4.17 atas tiang secara merata dari atas kebawah menerima beban relatif sama besar sedangkan pada gambar 4.17 bawah tiang menerima beban secara tidak merata atau terjadi *Shadowing Effect* yang lebih besar.

Analisa dilakukan terhadap tiga kondisi tiang yaitu tiang tanpa shielding pile, tiang dengan shielding pile satu sisi, dan tiang dengan shielding pile dua sisi.

4.5.1 Tanpa Shielding pile

- Pada tabel 4.1 dapat kita lihat bahwa nilai P_u/C_u akan semakin kecil ketika group tiang semakin besar, sedangkan pada gambar 2.28, Penelitian

Ramadona (2010) menunjukkan nilai Pu/Cu rata-rata akan semakin besar ketika group tiang semakin besar.

Pu/Cu tanpa *shielding piles*, $S_h=2.5w$ dan $S_v=2.5w$

Pile	Pu/Cu							Mean
2x1	14.71							14.71
2x3	13.35	6.21	8.37					9.31
2x5	11.59	6.87	4.5	4.71	8.23			7.18
2x7	11.61	7.45	4.11	2.95	3.08	4.57	8.34	6.02

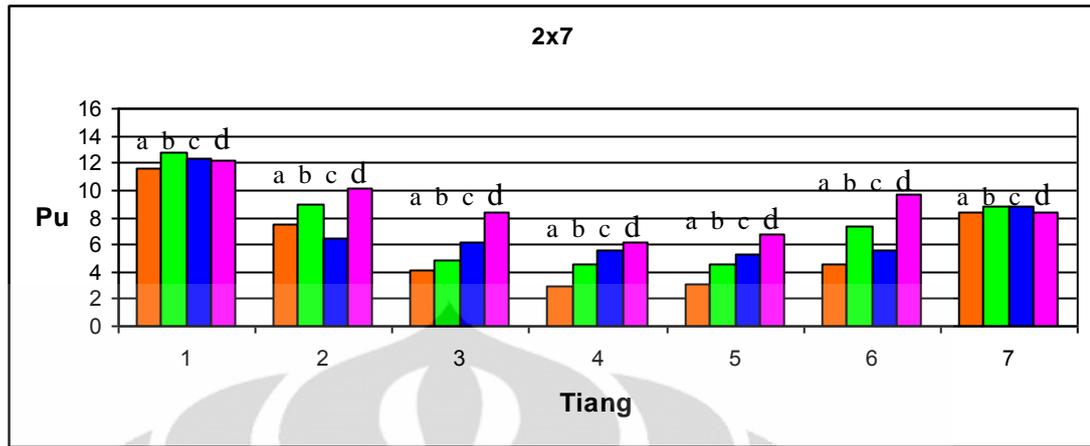
Nilai Pu/Cu rata-rata semakin kecil pada group pile yang semakin besar

<p>• 2x1 $S_h=-; S_v=2.5w$</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pile</th> <th colspan="2">pu/cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2x1</td> <td>13.17</td> <td>6.93</td> </tr> <tr> <td>Mean</td> <td colspan="2">10.05</td> </tr> </tbody> </table>	Pile	pu/cu		2x1	13.17	6.93	Mean	10.05		<p>• 2x3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pile</th> <th colspan="2">pu/cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">2x3</td> <td>12.44</td> <td>10.21</td> </tr> <tr> <td>12.45</td> <td>10.58</td> </tr> <tr> <td>12.44</td> <td>10.4</td> </tr> <tr> <td>Mean</td> <td>11.42</td> </tr> </tbody> </table>	Pile	pu/cu		2x3	12.44	10.21	12.45	10.58	12.44	10.4	Mean	11.42									
Pile	pu/cu																														
2x1	13.17	6.93																													
Mean	10.05																														
Pile	pu/cu																														
2x3	12.44	10.21																													
	12.45	10.58																													
	12.44	10.4																													
	Mean	11.42																													
<p>• 2x5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pile</th> <th colspan="2">pu/cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">2x5</td> <td>12.42</td> <td>10.38</td> </tr> <tr> <td>12.31</td> <td>10.87</td> </tr> <tr> <td>11.98</td> <td>10.65</td> </tr> <tr> <td>12.23</td> <td>10.64</td> </tr> <tr> <td>Mean</td> <td>11.44</td> </tr> </tbody> </table>	Pile	pu/cu		2x5	12.42	10.38	12.31	10.87	11.98	10.65	12.23	10.64	Mean	11.44	<p>• 2x7</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Pile</th> <th colspan="2">pu/cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="6">2x7</td> <td>12.38</td> <td>10.28</td> </tr> <tr> <td>12.37</td> <td>10.83</td> </tr> <tr> <td>12.3</td> <td>10.74</td> </tr> <tr> <td>12.02</td> <td>10.77</td> </tr> <tr> <td>12.27</td> <td>10.65</td> </tr> <tr> <td>Mean</td> <td>11.46</td> </tr> </tbody> </table>	Pile	pu/cu		2x7	12.38	10.28	12.37	10.83	12.3	10.74	12.02	10.77	12.27	10.65	Mean	11.46
Pile	pu/cu																														
2x5	12.42	10.38																													
	12.31	10.87																													
	11.98	10.65																													
	12.23	10.64																													
	Mean	11.44																													
Pile	pu/cu																														
2x7	12.38	10.28																													
	12.37	10.83																													
	12.3	10.74																													
	12.02	10.77																													
	12.27	10.65																													
	Mean	11.46																													

Gambar 4. 18 Perbandingan nilai Pu/Cu pada group yang semakin besar

Nilai Pu/Cu rata-rata semakin besar ketika group pile semakin besar

- b) Pada gambar 4.6 dan 2.28 menampilkan perbedaan nilai antar near pile dan far pile terjadi cukup besar. Namun apabila kita lihat rata-rata nilai Pu/Cu pada spasi vertikal yang besar nilai Pu/Cu akan semakin besar. Hal ini sama antara hasil yang disampaikan penulis dan penelitian Ramadona (2010).

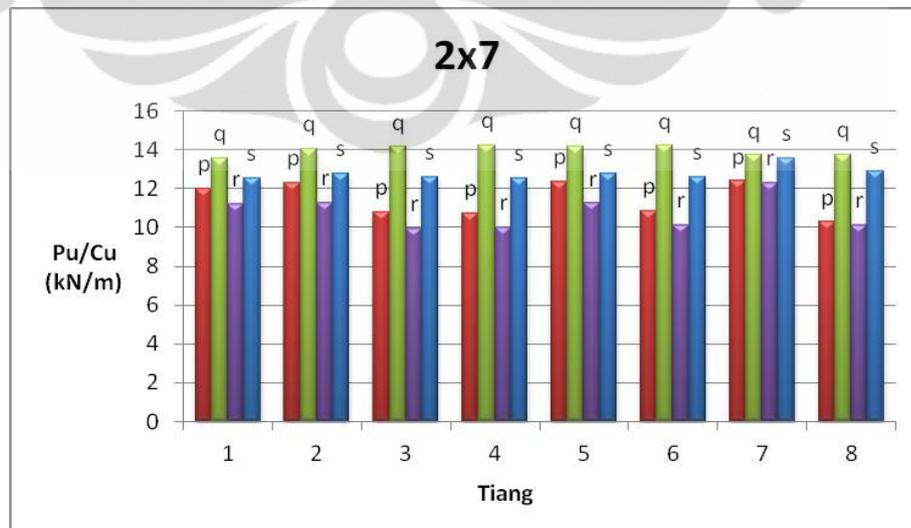


(d)

Keterangan: a = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$
 b = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$
 c = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$
 d = $Sh=4w$; $Sv=4w$

Gambar 4. 19 Permodelan Tiang Tanpa *Shielding Pile*, (a). 2x1, (b). 2x3, (c). 2x5, (d). 2x7

Gambar 4.19 menunjukkan nilai P_u/C_u yang besar pada b dan d dimana spasi vertikal atau $S_v=4w$. Perbedaan antara b dengan c sangat kecil dengan nilai rata rata yang hampir sama berturut-turut 7.4 dan 7.19. berarti dalam hal ini pengaruh besarnya spasi horizontal masih cukup berpengaruh. Namun apabila kita bandingkan dengan rata-rata a = 6.02 maka terlihat jelas bahwa nilai S_v dan S_h yang kecil membuat P_u/C_u akan semakin kecil.



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$
 q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$
 r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

$$s = Sh=4w; Sv=4w$$

Gambar 2.28 Tanpa Shielding Piles; (a) 2x3, (b)2x5, (c) 2x7

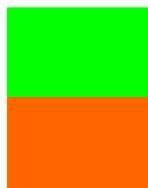
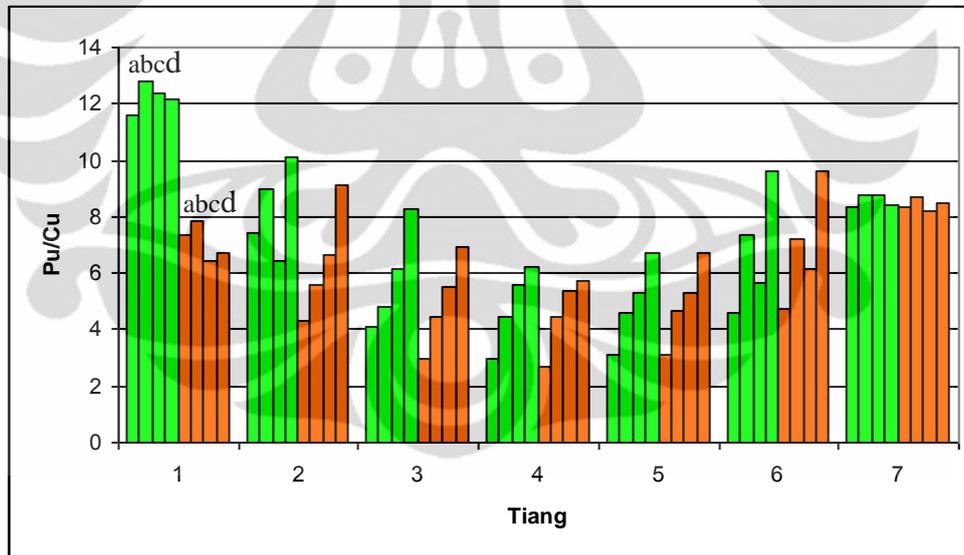
Sumber : Ramadona, 2010

Gambar 2.28 menampilkan nilai terbesar berada pada grafik berlabel q dan s dimana $Sv=4$. Nilai q hampir merata dengan nilai yang besar. Gambar tersebut menampilkan nilai Pu/Cu yang besar pada $q = Sh=2.5w; Sv=4w$

- c) Secara umum nilai Pu/Cu terbesar berada pada variasi spasi tiang terbesar yaitu pada spasi dengan $Sv=4w$. Jadi dalam hal ini dapat kita lihat bahwa semakin besar jarak antara tiang yang sejajar dengan pergerakan tiang maka nilai Pu yang diperoleh akan semakin besar.

4.5.2 Dengan Shielding Pile Satu Sisi

- a) Penggunaan shielding pile sangat mereduksi nilai Pu/Cu pada near pile sedangkan pada far pile reduksi cenderung lebih kecil.



Tanpa Shielding Piles

a $Sh=2.5w;Sv=2.5w$

b $Sh=2.5w;Sv=4w$

Dengan Shielding Pile

c $Sh=4w;Sv=2.5w$

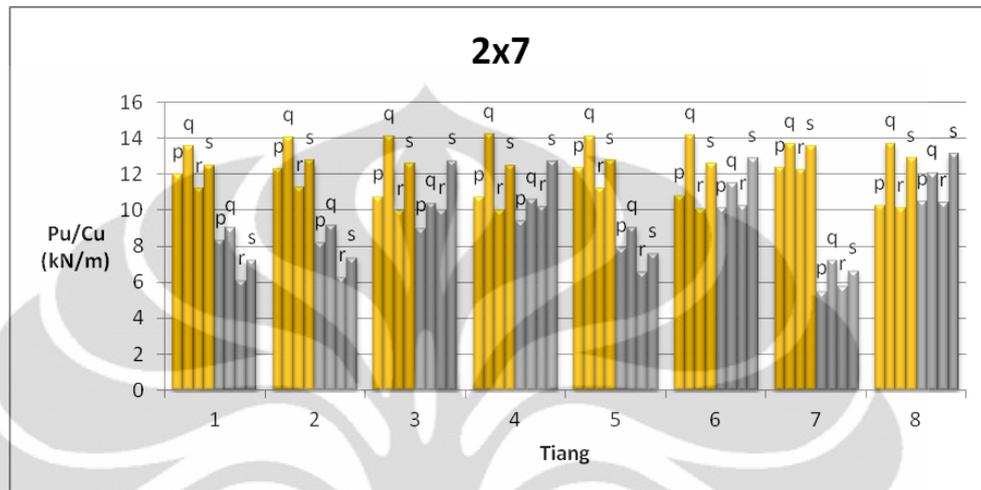
$2.5w, 100\%w$

d $Sh=4w;Sv=4w$

Gambar 4. 20 Pu/Cu Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Satu Sisi

Reduksi terbesar terjadi pada near pile. Reduksi terbesar terjadi pada variasi spasi a, $Sh=2.5w;Sv=2.5w$. dan b, $sh=2.5w;sv=4w$ yang memiliki Sh

yang kecil. Maka dengan sh yang kecil pada permodelan akan sedikit pergerakan tanah yang melewati tiang dari arah samping sehingga tegangan geser akan berkurang.



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$

q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$

r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$

s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



Tanpa Shielding Piles

Shielding Piles, 2.5w,
100% w

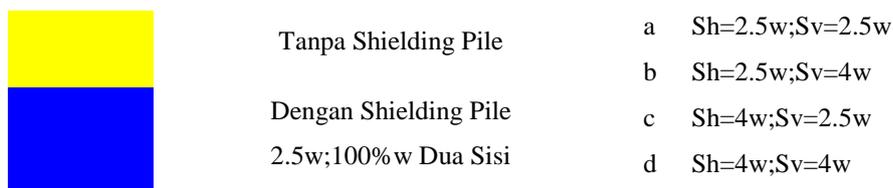
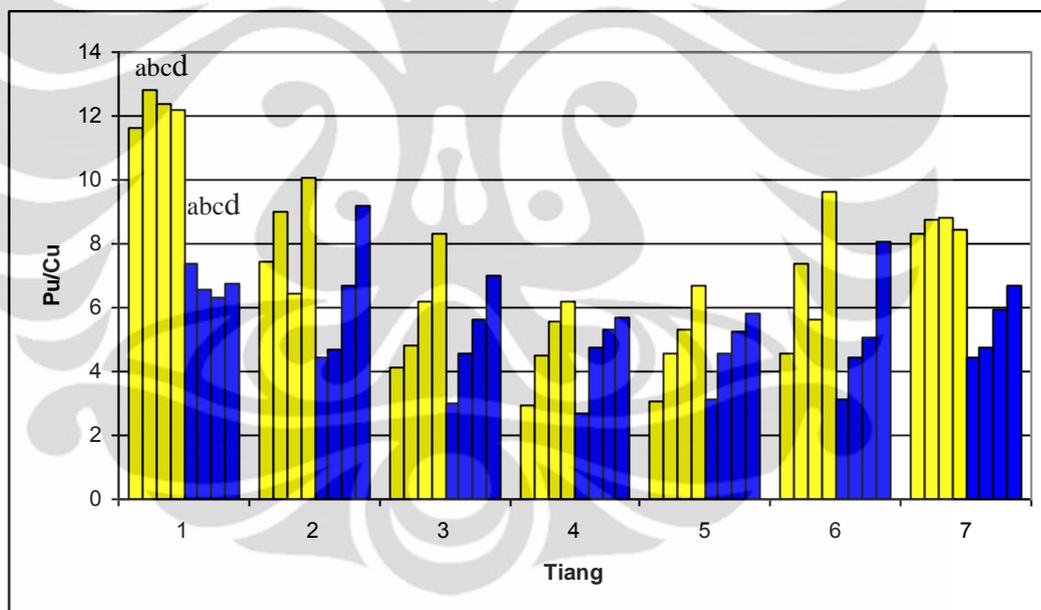
Gambar 4.21 Perbandingan model tanpa dan dengan *Shielding Piles*, 2.5w dan 100%w

Reduksi terbesar pada near pile. Reduksi terbesar pada q . Nilai ini menunjukkan bahwa penggunaan SP 100%w mereduksi cukup besar pada tiang yang memiliki Sh yang kecil. Maka dengan sh yang kecil pada permodelan Ramadona (2010) akan sedikit pergerakan tanah yang melewati tiang dari arah samping sehingga tegangan geser akan berkurang.

- b) Hasil pada kedua penelitian menampilkan penggunaan shielding pile yang menyebabkan rata-rata nilai Pu/Cu berkurang paling besar adalah pada penerapan shielding pile dengan jarak 2.5w dari tiang dengan ukuran 100%w.

4.5.3 Dengan Shielding Pile Dua Sisi

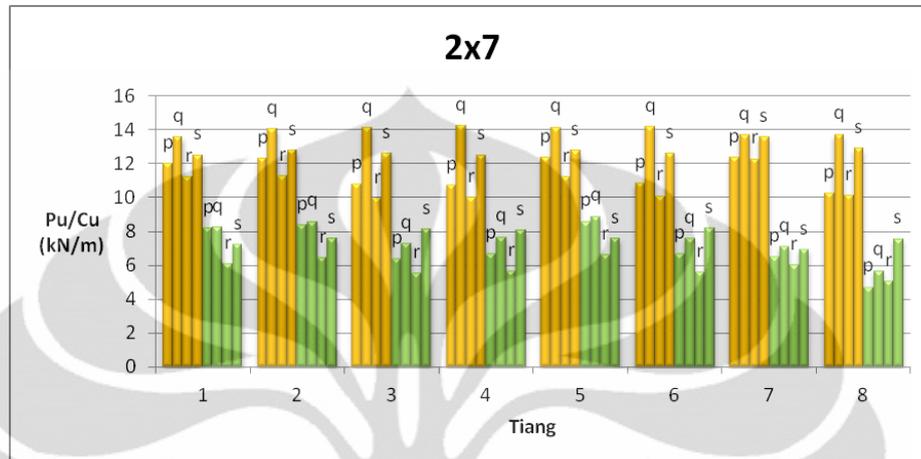
- a) Penerapan Shielding Pile dua sisi menampilkan reduksi terbesar berada pada penggunaan Shielding pile dengan jarak 2.5 dari tiang dengan ukuran shielding pile 100% tiang.
- b) Hasil penelitian penulis menampilkan P_u/C_u terkecil pada penerapan $S_p=2.5w$ ukuran 100%w berada pada spasi $Sh=2.5w;Sv=2.5w$ dan $Sh=2.5w;Sv=4w$ dengan nilai berturut-turut 4.03 dan 4.92. Pada penggunaan shielding pile jarak 2.5w dari tiang ukuran 100%w terlihat pengurangan yang cukup besar pada hasil kedua penelitian yang ditunjukkan pada gambar 2.34. Nilai P_u Terkecil terjadi pada $Sh=4w;Sv=2.5w$ dan $Sh=2.5w;Sv=2.5w$ berturut-turut memiliki nilai 5.88 dan 7.02.



Gambar 4. 22 P_u/C_u Group Tiang 2x7 Dengan Shielding Pile Jarak 2.5w Dari Tiang Ukuran Shielding pile 100% Dua Sisi

Dalam nilai p_u/c_u pada gambar 4.14 diatas terlihat reduksi terbesar pada spasi a, artinya semakin kecil group maka efek reduksi yang diakibatkan shielding pile akan semakin besar. Pada spasi c walaupun jarak spasi vertikal

kecil namun karena jarak spasi horizontal besar maka nilai P_u masih besar dengan rata-rata 5.75. nilai ini menunjukkan bahwa shielding pile dua sisi berpengaruh besar terhadap pengurangan p_u/cu pada spasi vertikal.



Keterangan: p = $Sh=2.5w$; $Sv=2.5w$
 q = $Sh=2.5w$; $Sv=4w$
 r = $Sh=4w$; $Sv=2.5w$
 s = $Sh=4w$; $Sv=4w$



Tanpa Shielding Piles
 Shielding Piles, 2.5w,
 100% w

Gambar 4.23 Perbandingan model tanpa dan dengan *Shielding Piles*, 2.5w dan 100% w

Gambar 4.12 memperlihatkan reduksi yang sangat besar pada near pile dan far pile dengan pengurangan pada ke 4 variasi spasi yang merata. Namun apabila kita lihat lebih detail pengurangan terbesar terjadi pada p dan q yang memiliki spasi horizontal yang kecil. Nilai rata-rata terkecil terjadi pada spasi r.

- c) Nilai terkecil pada penggunaan shielding pile dua sisi jarak 2.5w dari tiang ukuran 100%w terjadi pada spasi $Sh=2.5w$ dan $Sv=2.5w$. Sedangkan pada penelitian Ramadona (2010) reduksi terbesar terjadi pada spasi $Sh=4w$ dan $Sv=2.5w$

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Penerapan shielding pile sebagai soil support pada kasus pergerakan tanah memberikan efek yang cukup besar terhadap reduksi tekanan tanah lateral yang terjadi. Hal itu dapat kita lihat dari permodelan pergerakan tanah pada group tiang tanpa shielding pile, dengan shielding pile sisi near pile, dan dengan shielding pile sisi near pile dan far pile. Serta dari perbandingan dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada permodelan tanpa shielding pile, secara umum nilai P_u/C_u near pile lebih besar dibandingkan dengan far pile.
2. Pada permodelan tanpa shielding pile menampilkan nilai rata-rata P_u/C_u akan semakin kecil pada group yang lebih besar.
3. Pada permodelan tanpa shielding pile, ukuran spasi vertikal yang semakin besar akan menyebabkan nilai P_u yang lebih besar, sedangkan untuk nilai spasi vertikal yang lebih kecil maka nilai P_u akan semakin kecil.
4. Pada permodelan tanpa shielding pile, dari empat variasi spasi tiang pada group pile dengan ukuran $2 \times 5, 2 \times 7$ terlihat bahwa spasi dengan nilai rata-rata P_u/C_u terkecil terdapat pada spasi $S_h = 2.5w$; $S_v = 2.5w$.
5. Pada permodelan dengan shielding pile sisi near pile penggunaan shielding pile sisi near pile sangat mereduksi nilai P_u/C_u pada near pile sedangkan pada far pile reduksi cenderung lebih kecil.
6. Pada permodelan dengan shielding pile sisi near pile group tiang 2×7 , Nilai P_u/C_u terkecil terjadi pada pemberian shielding pile $2.5w$ dengan ukuran shielding pile $100\%w$ dengan spasi $S_h = 2.5w$; $S_v = 2.5w$.
7. Pada permodelan dengan shielding pile sisi near pile dan far pile group tiang 2×7 , reduksi rata-rata terbesar terjadi pada penerapan shielding pile $2.5w$ dari tiang ukuran shielding pile $100\%w$. Dan spasi dengan nilai P_u/C_u terkecil berada pada spasi $S_h = 2.5w; S_v = 2.5w$.
8. Pada penelitian untuk group tiang tanpa shielding pile dengan ukuran $2 \times 1, 2 \times 3, 2 \times 5, 2 \times 7$. Nilai P_u/C_u akan semakin kecil ketika group tiang semakin

besar, sedangkan pada penelitian Ramadona (2010) menunjukkan nilai Pu/Cu rata-rata akan semakin besar ketika group tiang semakin besar.

9. Pada penelitian untuk group tiang tanpa shielding pile dengan ukuran 2x1, 2x3, 2x5, 2x7. Nilai Pu/Cu pada spasi vertikal yang besar akan menyebabkan nilai Pu/Cu yang semakin besar. Hal ini sama antara hasil yang disampaikan penulis dan penelitian Ramadona (2010).
10. Pada penggunaan shielding pile satu sisi baik yang dihasilkan oleh penulis maupun yang dihasilkan Ramadona (2010) menampilkan reduksi rata-rata nilai Pu/Cu terbesar adalah pada penerapan shielding pile dengan jarak 2.5w dari tiang dengan ukuran shielding pile 100% w.

5.2 SARAN

Untuk mendapatkan desain group tiang yang dapat mengurangi efek tekanan lateral tanah pada group tiang maka perlu dilakukan langkah-langkah berikut :

1. Desain pada group tiang diusahakan sejajar dengan arah gerakan tanah agar mendapatkan beban lateral tanah terkecil
2. Spasi yang digunakan pada group tiang harus semakin kecil agar mengurangi efek tekanan lateral tanah yang terjadi
3. Penggunaan shielding pile disarankan semakin dekat dengan tiang eksisting agar mereduksi tekanan lateral tanah yang lebih besar.
4. Ukuran shielding pile yang sama atau lebih besar dengan ukuran tiang disarankan digunakan dalam penggunaan shielding pile sebagai soil support
5. Penelitian lanjutan terhadap penggunaan shielding pile ukuran tiang 25% w, dan 75% w agar dapat menyimpulkan penerapan optimum shielding pile.

DAFTAR PUSTAKA

- F,R Craig Davis. 1991. "Mekanika Tanah, Edisi ke Empat". Jakarta. Erlangga
- Joseph E, Bowles. 1989. " Foundation Analysis And Design". Singapore. Mc. Graw Hill Comp.
- Joseph E, Bowles 1989. Sifat-Sifat Fisis Dan Geoteknis Tanah(Mekanika Tanah). Jakarta. Erlangga
- Liefeng T, Chen. 1994. "The Effect Of Lateral Soil Movement On Pile Foundation". A Thesis Submitted For The Degree of Doctor of Philosophy in The University of Sydney.
- Lymon C, Reese, Jul 97. "Chapter 4 : Lateral Loads" EI 02C097.
- Simatupang, Ramadona. 2010. "Efek Shielding Piles terhadap Perilaku Passive Piles". Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia Depok.
- [Http://Environment.Uwe.Ac.Uk/Geocal/Soilmech/Basic/Soilbasi.Htm#/MECHCR](http://Environment.Uwe.Ac.Uk/Geocal/Soilmech/Basic/Soilbasi.Htm#/MECHCR)
IT
- [Http://Www.Geotechnicalinfo.Com/](http://Www.Geotechnicalinfo.Com/)
- [Http://Huangcorp.Wordpress.Com/](http://Huangcorp.Wordpress.Com/)