

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan pendekatan deksriptif. Penelitian ini diawali dengan melakukan identifikasi tentang permasalahan pembebanan lateral pada pondasi tiang pancang. Setelah itu dilakukan kajian pustaka yang dilanjutkan dengan pengumpulan data sekunder yaitu data tanah (*boring log test* dan data uji laboratorium), data pondasi, serta data *loading test* lateral.

Langkah selanjutnya adalah menganalisis daya dukung lateral berdasarkan deformasi yang terjadi dengan menggunakan metode *p-y curve* program *Allpile* serta dengan metode elemen hingga menggunakan program *Plaxis 3D Foundation* versi 1.8 (menggunakan model tanah Mohr-Coulomb, *Hardening soil* dan *Soft soil creep*). Kemudian dilakukan perbandingan hasil analisa dengan hasil interpretasi pengujian lateral.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Studi kasus penelitian skripsi yang berjudul “Studi Pemodelan 3D untuk Analisis Tahanan Lateral Pondasi Tiang Pancang dengan berbagai Model Material Tanah” berlokasi pada proyek *Appartement* Pluit Sea View. Lokasi proyek berada pada Jalan Muara Baru Raya, RT. 005 / RW. 003, Penjaringan, Kota Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14440



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian Proyek Pluit Sea View, Jakarta (GoogleMaps, 2018)

### 3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian pada skripsi ini data yang digunakan adalah data sekunder.

Adapun data yang digunakan adalah:

1. Data Tanah

Data tanah yang diperoleh berupa data hasil pengeboran teknik serta data parameter tanah berdasarkan uji laboratorium. (lampiran data pemboran teknik BH-1, BH-2, BH-6 dan BH-7 serta data laboratorium tanah)

2. Data Pondasi

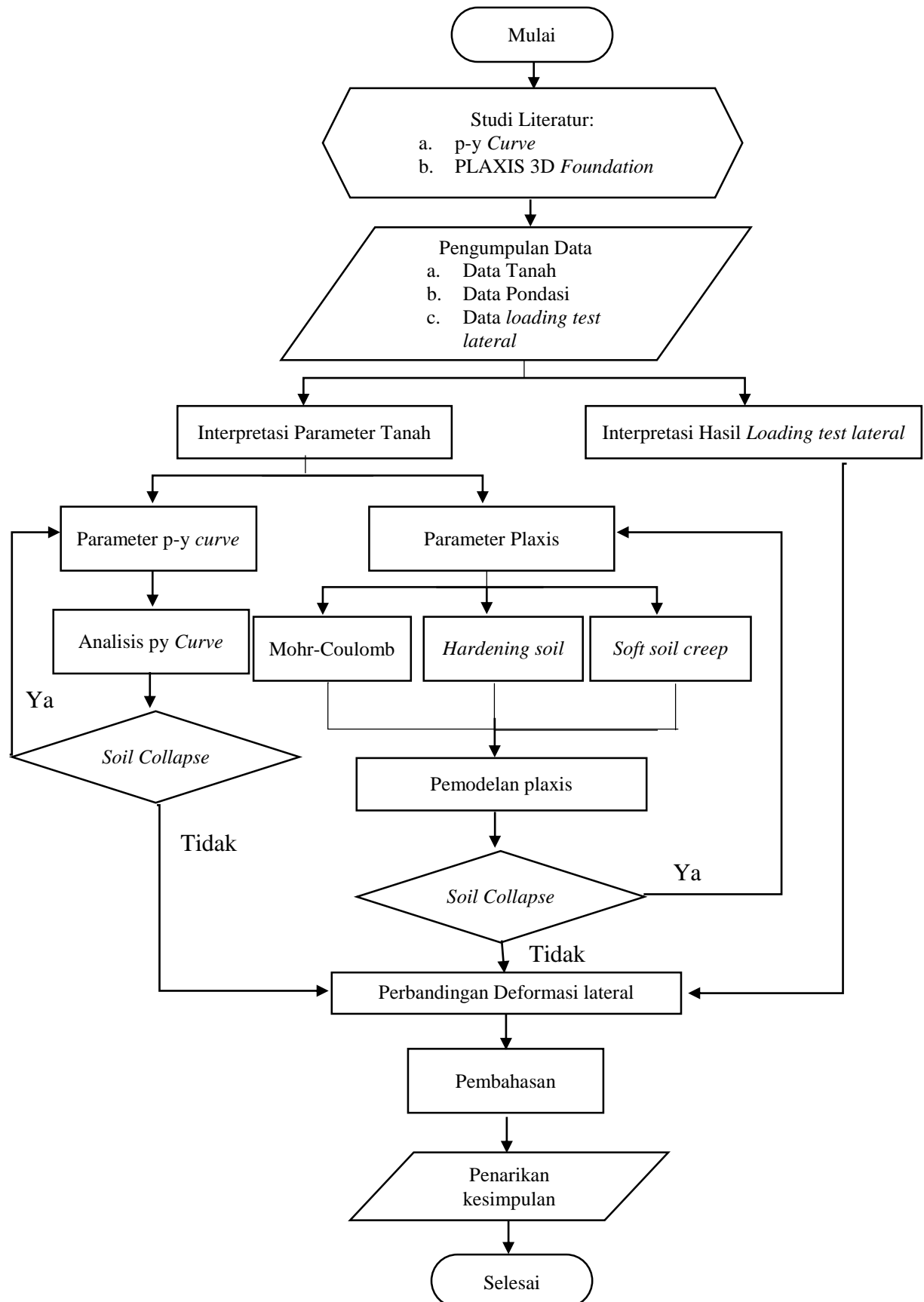
Data pondasi yang diperoleh berisikan keterangan dimensi serta panjang tiang pancang yang digunakan. (lampiran data brosur tiang pancang)

3. Data *Loading test* lateral

Data yang diperoleh dari hasil *loading test lateral* adalah data percobaan pembebanan lateral serta pembebanan lateral yang digunakan (lampiran data (lampiran data *loading test* lateral tiang no. 544, 285, 303 dan 397)

### 3.5 Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian ini dari awal hingga berakhirnya penelitian ini secara rinci dengan mengacu pada diagram alir yang terlihat pada gambar 3.3 berikut ini:



Beby Rizcova, 2018

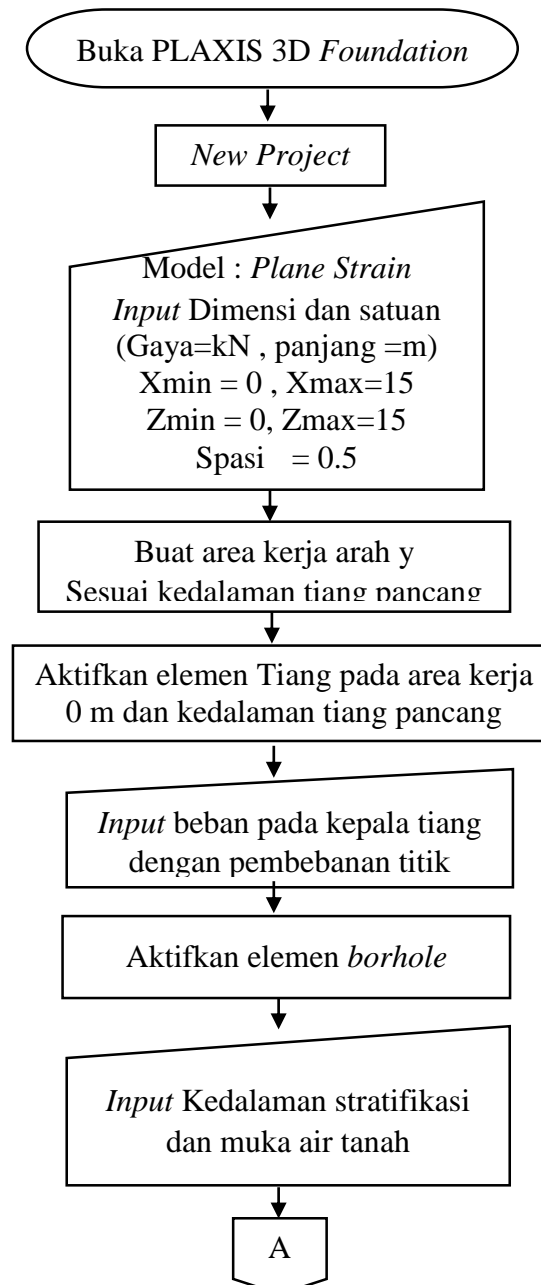
STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

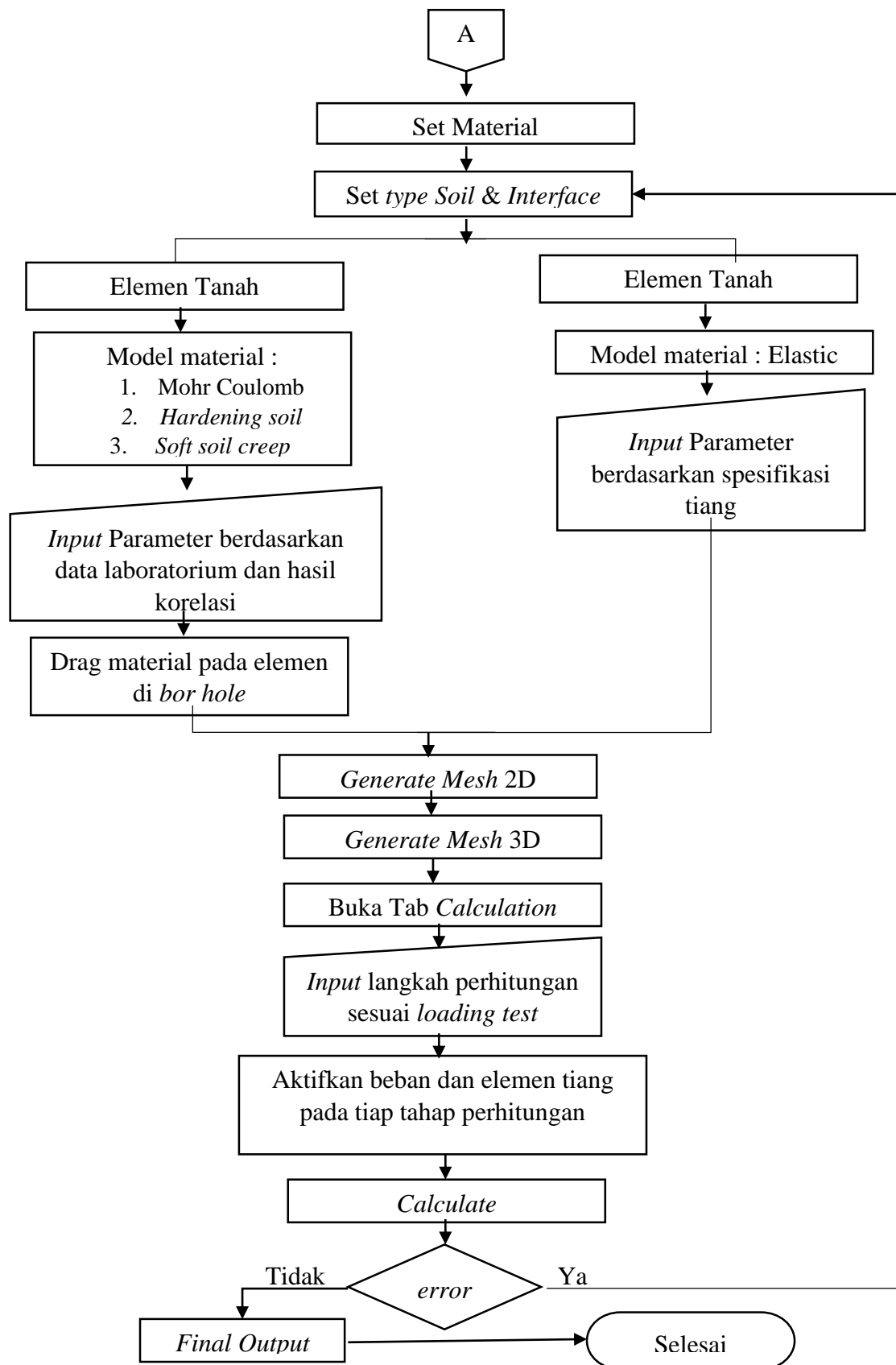
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 1.6 Prosedur Pemodelan

Adapun prosedur pemodelan yang dilakukan dengan program PLAXIS 3D *Foundation* dapat dilihat berdasarkan diagram alir seperti berikut, untuk penjelasan lebih rinci akan dilampirkan.



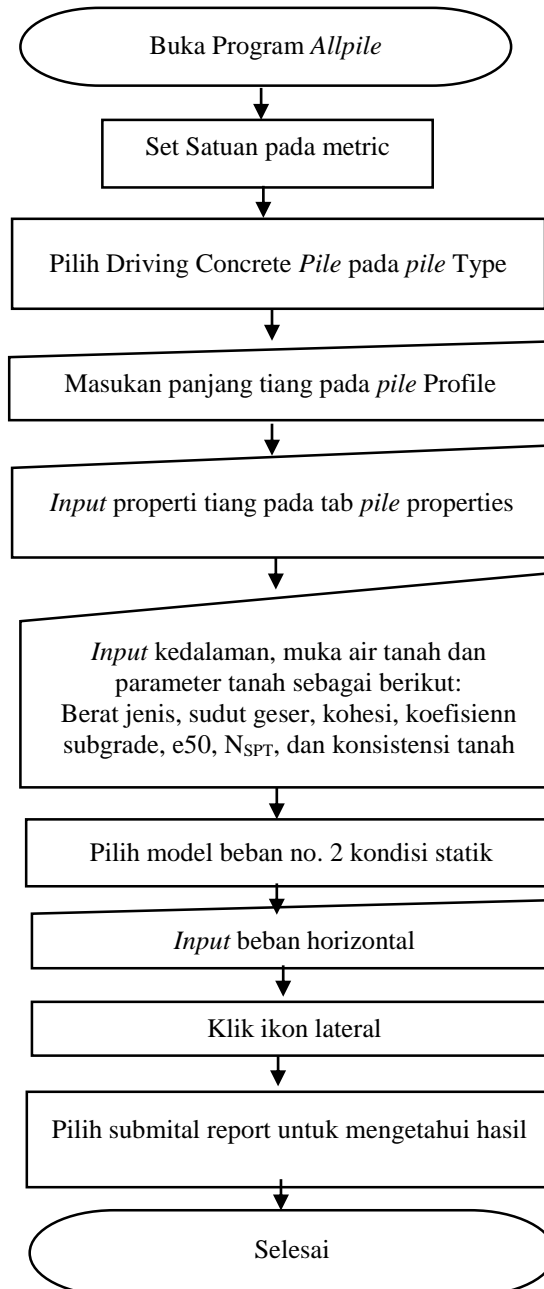


Beby Rizcova, 2018

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 3.3 Proses Pemodelan PLAXIS 3D Foundation menggunakan COM624 yang terdapat pada software *Allpile* adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Proses Analisis Program *Allpile*

## 1.7 Interpretasi Data

Data yang telah diperoleh selanjutnya perlu diinterpretasi untuk dapat diolah dalam proses analisis. Data mentah seperti data pengeboran teknik, data laboratorium, data *loading test* lateral, serta data struktural pondasi akan diinterpretasi pada subbab berikut.

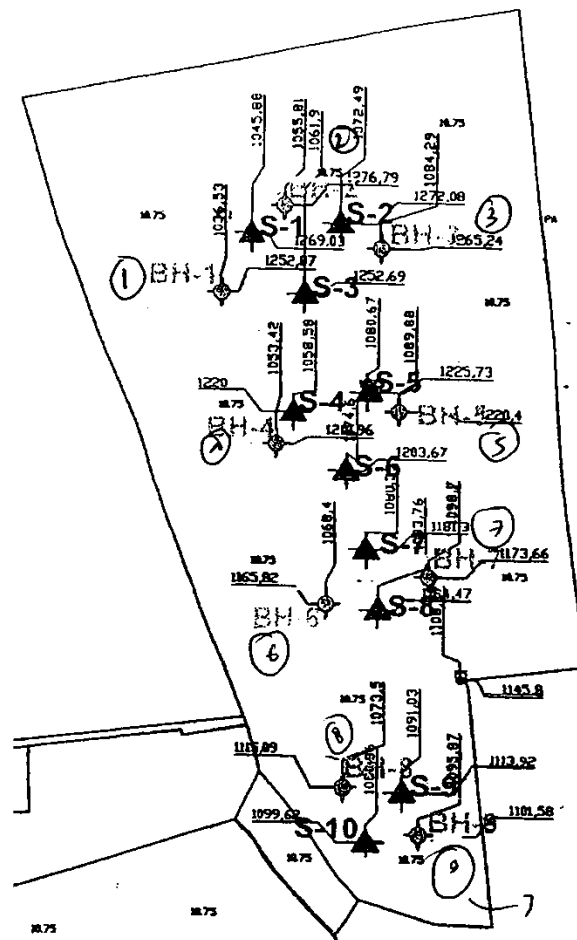
### 3.7.1 Data Umum

*Loading test* lateral pada proyek ini terletak di dua tower yang berbeda, yaitu tower A dan tower B. Tiang yang diuji pada tower A berjumlah dua titik, yaitu tiang no. 303 dan 397. Tiang yang diuji pada tower B berjumlah dua titik, yaitu tiang no. 285 dan 544. Berikut merupakan lokasi titik *loading test* berdasarkan lokasi pengeboran teknik terdekat:

<i>Tower A:</i>		<i>Tower B</i>	
a. Tiang no. 303	: BH-1	a. Tiang no. 285	: BH-7
b. Tiang no. 397	: BH-2	b. Tiang no. 544	: BH-6

Berikut merupakan lokasi *loading test* lateral pada proyek *Pluit Sea View Apartment*.





Gambar 3.5 Lokasi Pengeboran teknik  
(Sumber: Data pengujian pengeboran teknik, 2013)

### 3.7.2 Data Pondasi

Pondasi yang digunakan pada proyek *Pluit sea view Apartement* adalah tiang pancang dengan merk JHS. Berikut spesifikasi pondasi yang digunakan:

Jenis Pondasi	: Tiang Pancang ( <i>Square pile</i> )
Dimensi	: 45 x 45 cm
fc'	: 42.3 Mpa
Modulus elastisitas beton	: 30568.1 Mpa
Berat per meter	: 506.25 kg/m'
Luas penampang	: 2025 cm <sup>2</sup>
Kedalaman	: 42 m (tiang no. 303 dan 397) 43.3 (tiang no. 285) 43.5 (tiang no. 544)

Beby Rizcova, 2018

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

### 3.7.3 Interpretasi Hasil *Loading test*

*Loading test* lateral dilaksanakan menurut prosedur ASTM D-3966-81 (*American Standard for Testing Material*), dengan menggunakan kubus-kubus beton sebagai beban kontra yang disusun disisi tiang pancang yang diuji. Beban kerja yang diterapkan pada penelitian kali ini memiliki kriteria izin yang berbeda. Tower A memiliki kriteria izin deformasi lateral sebesar 25.4 mm (1 inch) sedangkan Tower B sebesar 6.35 mm (¼ inch). Beban yang diaplikasikan pada tower A pada *cycle* 170% adalah sebesar 127.5 kN sedangkan untuk tower B beban yang diaplikasikan pada *cycle* 200% adalah sebesar 62 kN. Berikut hasil interpretasi *loading test* pada tiang yang diuji.

#### A. Tiang No. 303

*Loading test* lateral pada tiang no. 303 dilakukan pada tanggal 17 Februari 2013 dengan tanggal pemancangan pada 24 Desember 2012. Kontraktor pondasi dan kontraktor pengujian pada tiang ini adalah PT. Palu Mas Sejati. Deformasi yang terjadi pada beban kerja 100% (75 kN) adalah 7.76 mm. Beban maksimum pada tiang no. 303 hanya mencapai 170% (127.5 kN) karena pada beban kerja tersebut deformasi sudah mendekati deformasi izin sebesar 25.4 mm (lihat tabel no. 3.1). Deformasi total yang terjadi pada beban kerja 170% adalah 24.61 mm. Grafik pembebanan terhadap deformasi dapat dilihat pada gambar 3.6 dan gambar 3.7

Tabel 3.1  
Hasil *Loading test* Tiang no. 303

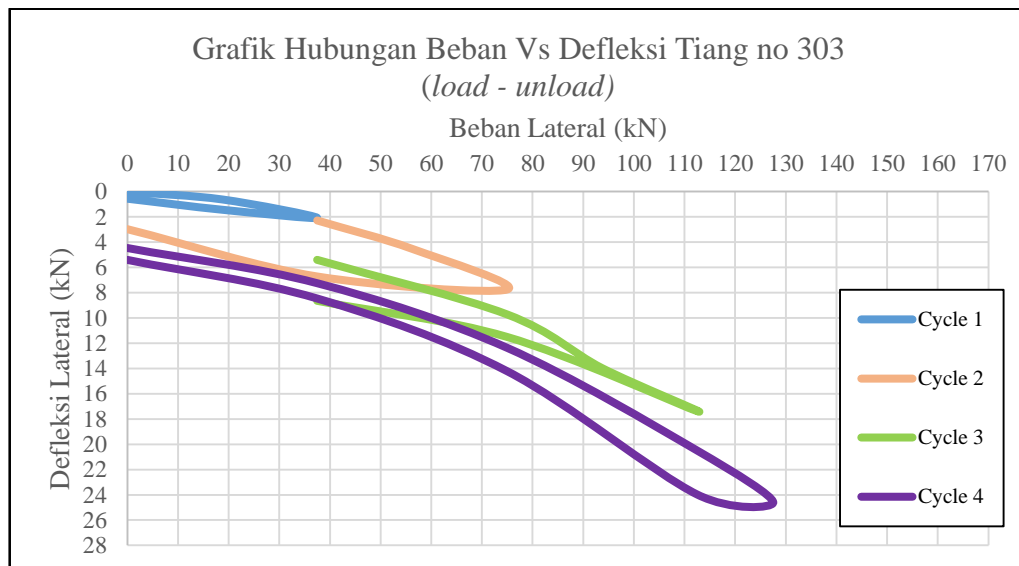
<i>Cycle</i>	Prosentase	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
1	0%	0	0.000
	25%	18.75	0.620
	50%	37.5	2.080
	25%	18.75	1.440
	0%	0	0.560
2	50%	37.5	2.290
	75%	56.25	4.540
	100%	75	7.760
	50%	37.5	6.730
	0%	0	2.980
3	50%	37.5	5.400

Beby Rizcova, 2018

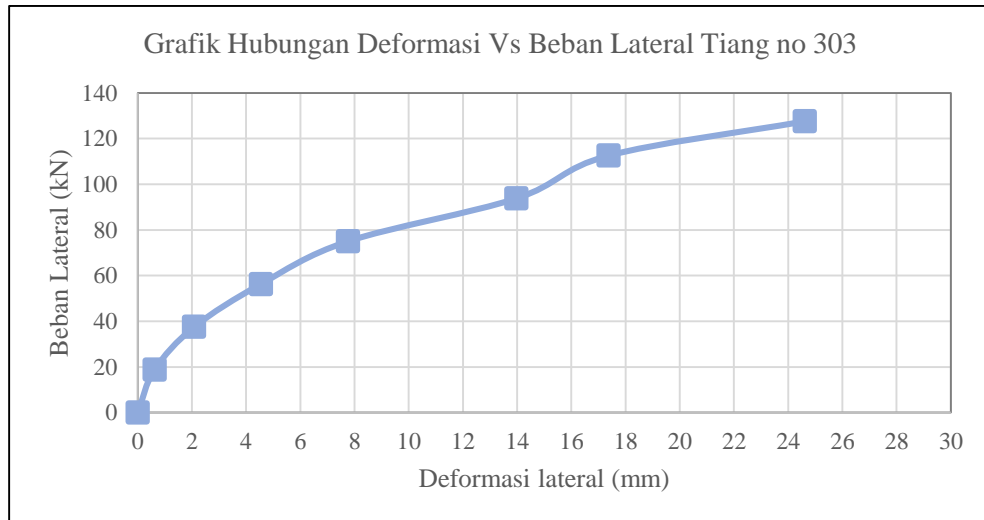
STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	100%	75	9.720
	125%	93.75	13.970
	150%	112.5	17.370
	100%	75	11.500
	50%	37.5	8.640
4	0%	0	4.460
	50%	37.5	7.250
	100%	75	12.370
	150%	112.5	20.500
	170%	127.5	24.610
	150%	112.5	23.980
	100%	75	14.220
	50%	37.5	8.460
	0%	0	5.400



Gambar 3.6 Grafik hubungan beban vs Deformasi Tiang no. 303 (Load-unload)



Gambar 3.7 Grafik hubungan deformasi vs beban lateral tiang no. 303

#### B. Tiang No. 397

*Loading test* lateral pada tiang no. 397 dilakukan pada tanggal 17 Februari 2013 dengan tanggal pemancangan pada 24 November 2012. Kontraktor pondasi dan Kontraktor Pengujian pada tiang ini adalah PT. Palu Mas Sejati. Deformasi yang terjadi pada beban kerja 100% (75 kN) adalah 7.08 mm. Beban maksimum pada tiang no. 397 hanya mencapai 150% pada *cycle* 3 (112.5kN) karena pada beban kerja tersebut deformasi sudah mendekati deformasi izin sebesar 25.4 mm (lihat tabel 3.2 ). Defleksi total yang terjadi pada beban kerja 150% adalah 24.04 mm. Grafik pembebanan terhadap deformasi dapat dilihat pada gambar 3.8 Dan gambar 3.9

Tabel 3.2  
*Hasil Loading test* Tiang no. 397

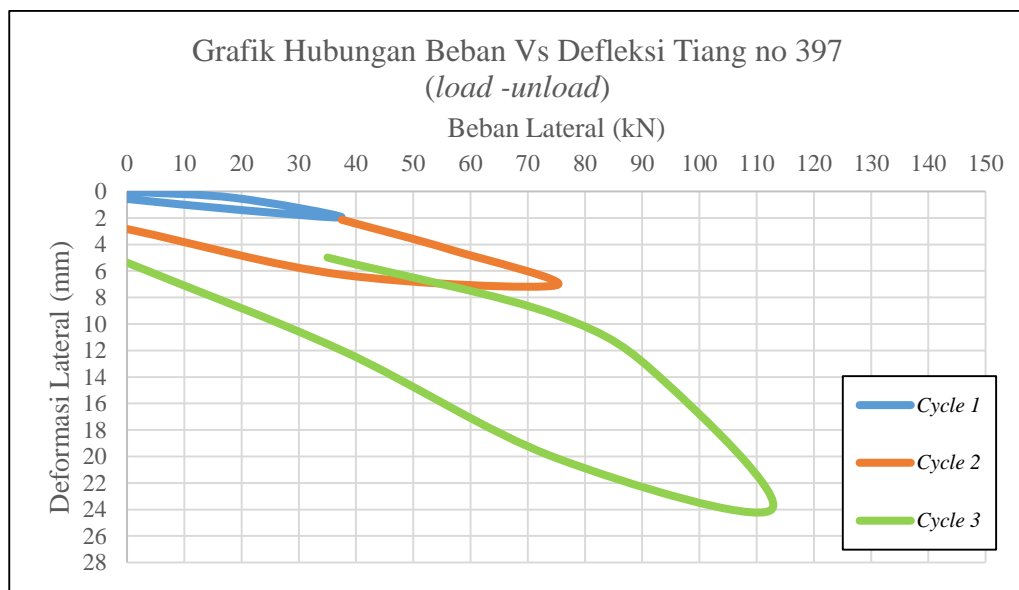
<i>Cycle</i>	Prosentase	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
1	0%	0	0.000
	25%	18.75	0.480
	50%	37.5	1.950
	25%	18.75	1.360
	0%	0	0.560
2	50%	37.5	2.140
	75%	56.25	4.360
	100%	75	7.080
	50%	37.5	6.280

Beby Rizcova, 2018

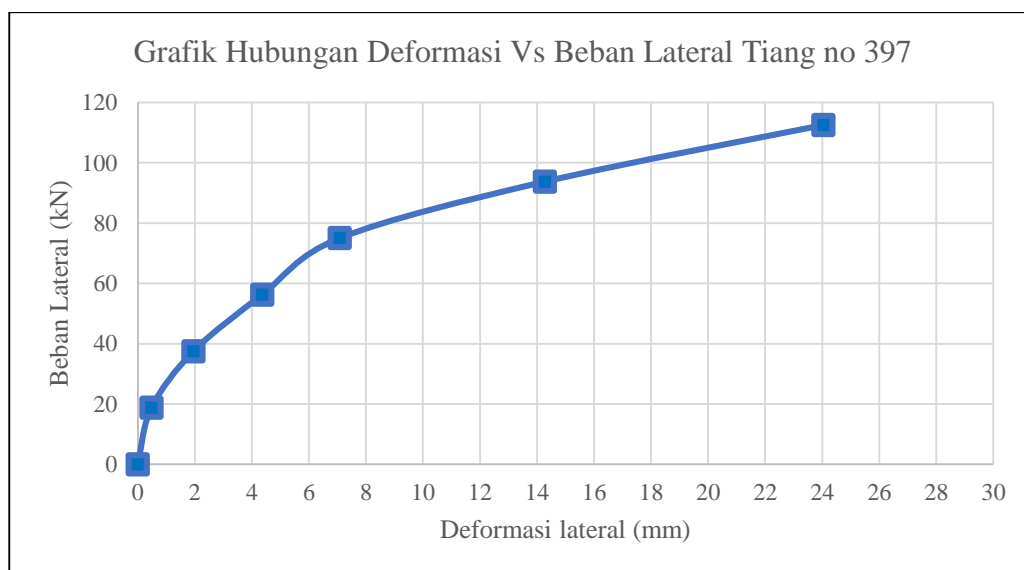
STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

		0% Lanjutan Tabel. 3.2	2.840
Cycle	Prosentase	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
3	50%	3.5	4.990
	100%	75	9.340
	125%	93.75	14.280
	150%	112.5	24.040
	100%	75	20.120
	50%	37.5	12.000
	0%	0	5.380



Gambar 3.8 Grafik hubungan beban vs Deformasi Tiang no. 397 (Load-unload)



Gambar 3.9 Grafik hubungan deformasi vs beban lateral tiang no. 397

## C. Tiang No. 285

*Loading test* lateral pada tiang no. 285 dilakukan pada tanggal 02 Desember 2013 dengan tanggal pemancangan pada 14 Oktober 2013. Kontraktor Pengujian pada tiang ini adalah PT. Hammer Sakti. Deformasi yang terjadi pada beban kerja 100% (31 kN) adalah 1.080 mm. Deformasi beban kerja 200% (62 kN) adalah 5.760 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa beban rencana (desain) mampu menerima beban hingga deformasi izin sebesar 6.35 mm. Grafik pembebanan terhadap deformasi dapat dilihat pada gambar 3.9 Dan gambar 3.10

Tabel 3.3  
Hasil *Loading test* Tiang no. 285

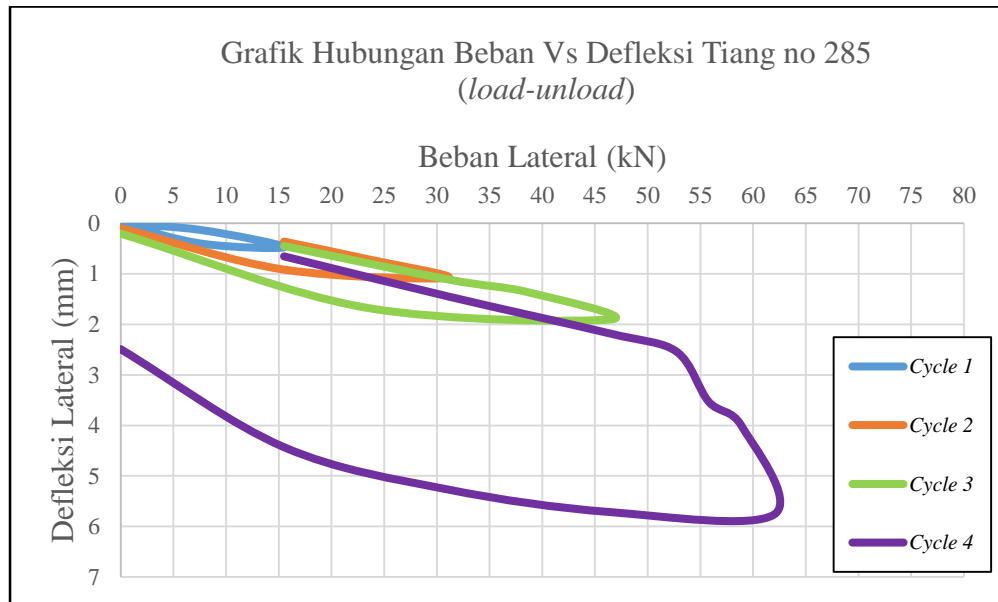
<i>Cycle</i>	Prosentase	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
1	0%	0	0.000
	25%	7.75	0.135
	50%	15.5	0.470
	25%	7.75	0.405
	0%	0	0.015
2	50%	15.5	0.360
	75%	23.25	0.700
	100%	31	1.080
	50%	15.5	0.915
	0%	0	0.095
3	50%	15.5	0.450
	100%	31	1.110
	125%	38.75	1.370
	150%	46.5	1.905
	75%	23.25	1.670
	0%	0	0.205
4	50%	15.5	0.655
	100%	31	1.445
	150%	46.5	2.185
	170%	52.7	2.535
	180%	55.8	3.535
	190%	58.9	4.010
	200%	62	5.760
	150%	46.5	5.715

Beby Rizcova, 2018

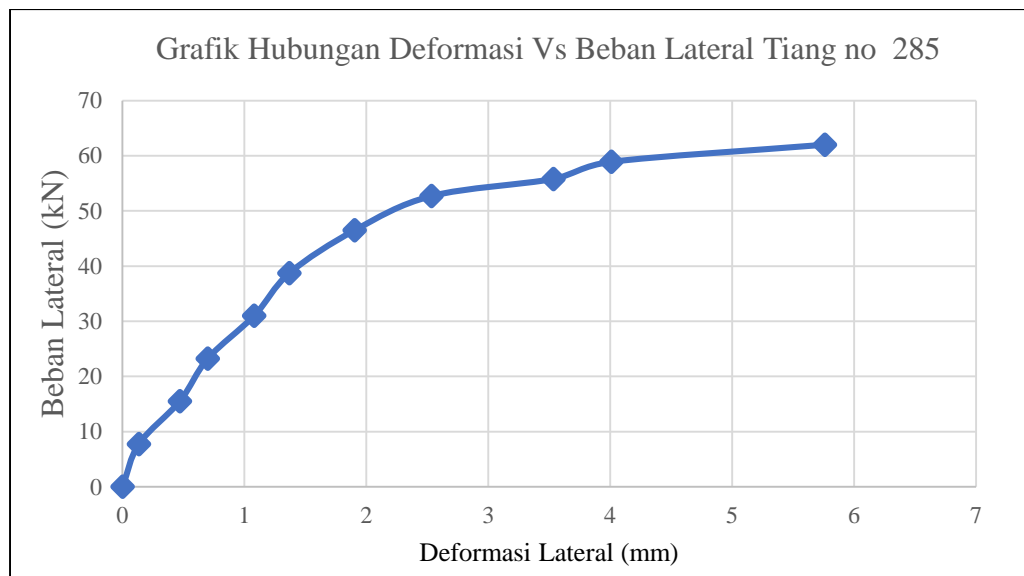
STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

	100%	31	5.265
	50%	15.5	4.430
	0%	0	2.490



Gambar 3.10 Grafik hubungan beban vs Deformasi Tiang no. 285 (*Load-unload*)



Gambar 3.11 Grafik hubungan deformasi vs beban lateral tiang no. 285

D. Tiang No. 544

*Loading test* lateral pada tiang no. 544 dilakukan pada tanggal 06 Desember 2013 dengan tanggal pemancangan pada 3 Oktober 2013.

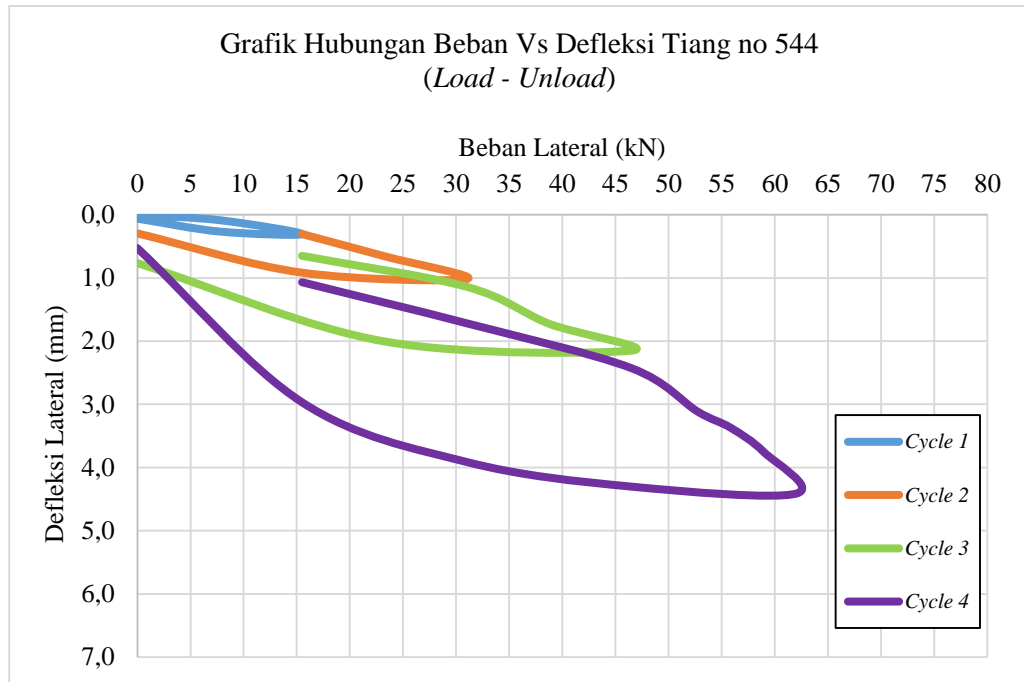
Kontraktor pengujian pada tiang ini adalah PT. Hammer Sakti. Deformasi

yang terjadi pada beban kerja 100% (31 kN) adalah 1.015 mm. Deformasi beban kerja 200% (62 kN) adalah 4.415 mm. Hasil tersebut menunjukkan bahwa beban rencana (desain) mampu menerima beban hingga deformasi izin sebesar 6.35 mm. Grafik pembebanan terhadap deformasi dapat dilihat pada gambar 3.12 Dan gambar 3.13

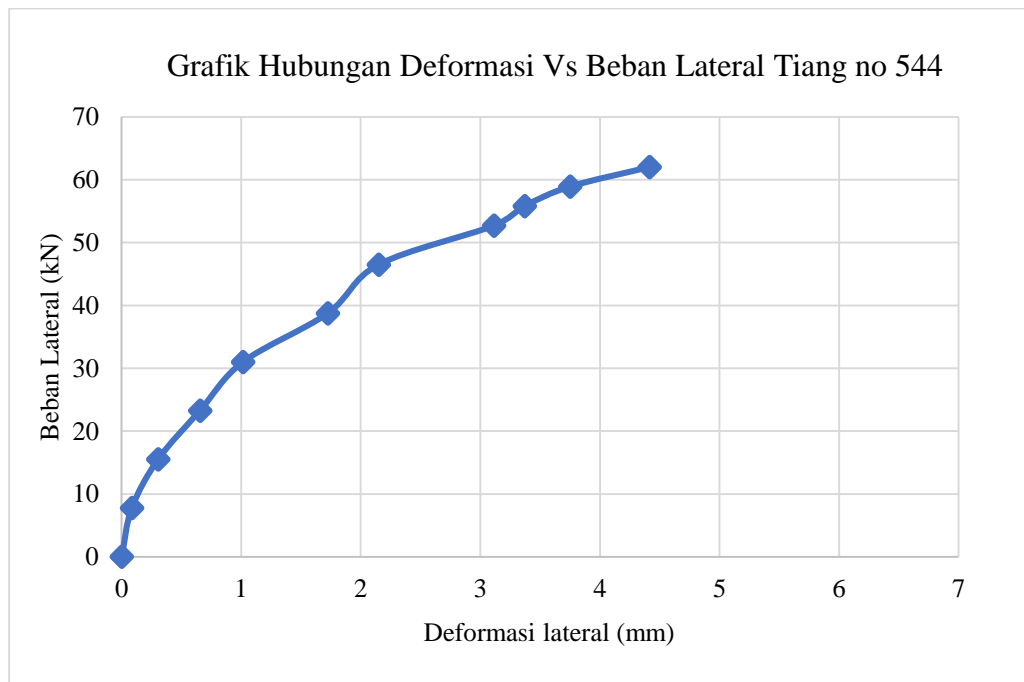
Tabel 3.4  
Hasil *Loading test* Tiang no. 544

<i>Cycle</i>	Prosentase	Beban (kN)	Perpindahan (mm)
1	0%	0	0.000
	25%	7.75	0.085
	50%	15.5	0.305
	25%	7.75	0.265
	0%	0	0.060
2	50%	15.5	0.305
	75%	23.25	0.655
	100%	31	1.015
	50%	15.5	0.915
	0%	0	0.295
3	50%	15.5	0.650
	100%	31	1.140
	125%	38.75	1.725
	150%	46.5	2.150
	75%	23.25	2.005
	0%	0	0.765
4	50%	15.5	1.070
	100%	31	1.720
	150%	46.5	2.430
	170%	52.7	3.115
	180%	55.8	3.370
	190%	58.9	3.750
	200%	62	4.415
	150%	46.5	4.305
	100%	31	3.915
	50%	15.5	2.970
	0%	0	0.530





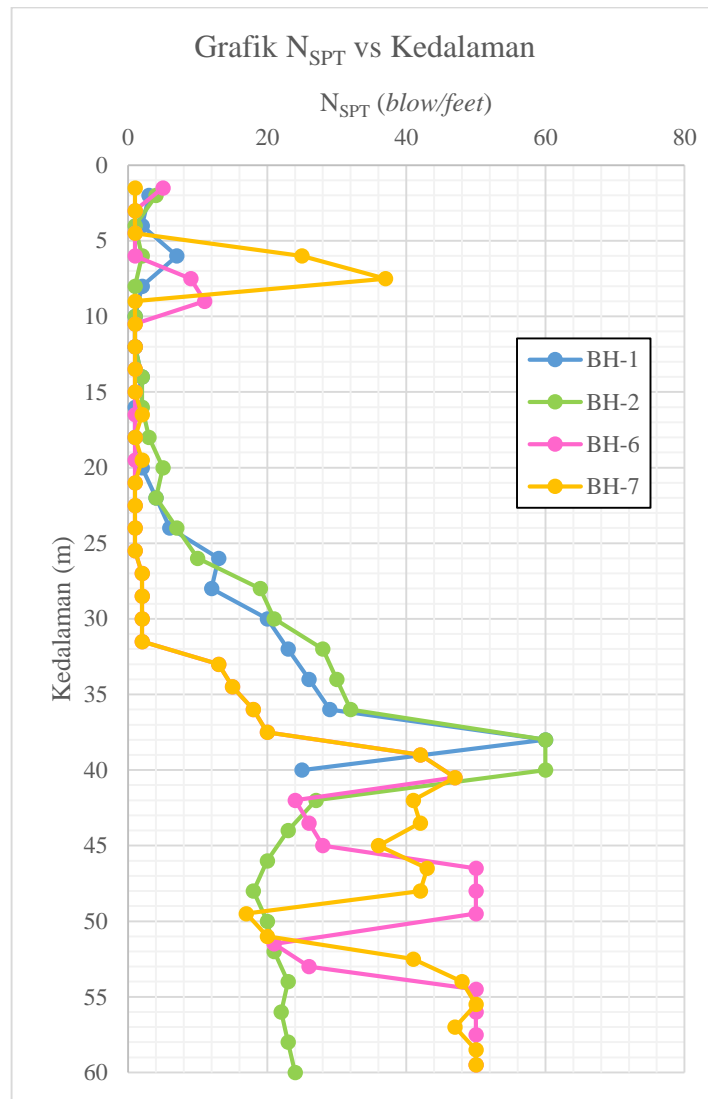
Gambar 3.12 Grafik hubungan beban vs Deformasi Tiang no. 544 (Load-unload)



Gambar 3.13 Grafik hubungan deformasi vs beban lateral tiang no. 544

### 3.7.4 Interpretasi Stratifikasi Tanah

Penentuan stratifikasi tanah dapat diinterpretasikan berdasarkan hasil pengeboran teknik. Pengeboran teknik pada proyek Pluit Sea View *Appartement* dilakukan hingga kedalaman 60 m. Kondisi muka air tanah (MAT) pada proses pengeboran berada di ketinggian  $\pm 0$  m. Berikut ini merupakan hasil pengeboran teknik pada tower A dan tower B



Gambar 3.14 Grafik hubungan  $N_{SPT}$  vs kedalaman

(Sumber: Data laboratorium proyek pluit sea view Appartement, 2013)

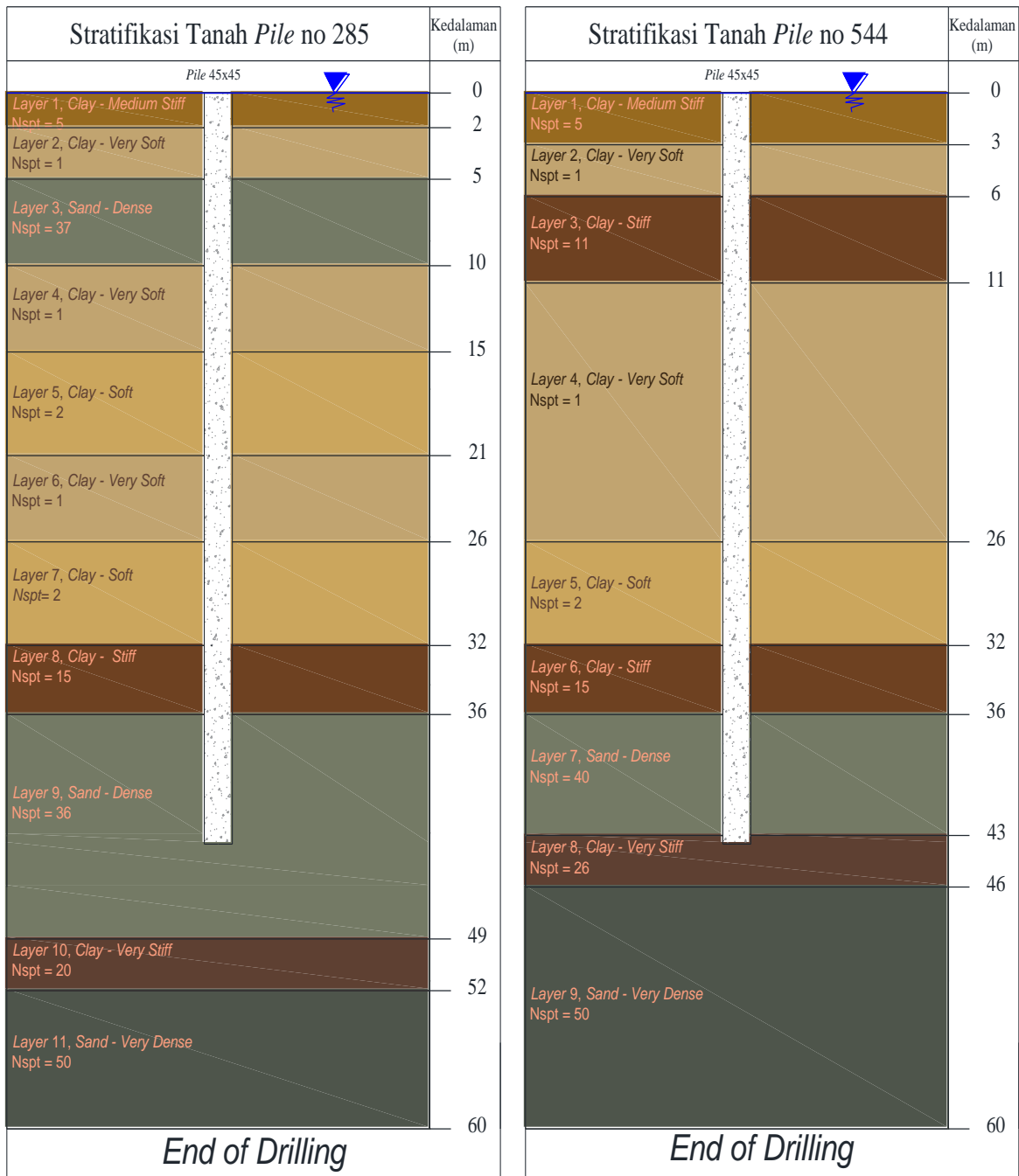
Konsistensi tanah pada proyek ini didominasi oleh *soft - clay* pada kedalaman  $\pm 5$ -25m. Konsistensi tanah di lapisan 6 m awal adalah *stiff - clay* dan

**Beby Rizcova, 2018**

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

terdapat lensa pasir di antaranya dengan ketebalan ± 3m, llapisan selanjutnya didominasi oleh tanah dengan konsistensi *soft – clay* hingga kedalaman ± 30 m, lapisan tanah keras dengan konsistensi tanah *stiff* hingga *hard* untuk *clay* atau *very dense* untuk *sand* terdapat pada kedalaman >30m. Berikut merupakan hasil stratifikasi tanah pada titik pengujian tiang berdasarkan data pengeboran teknik:

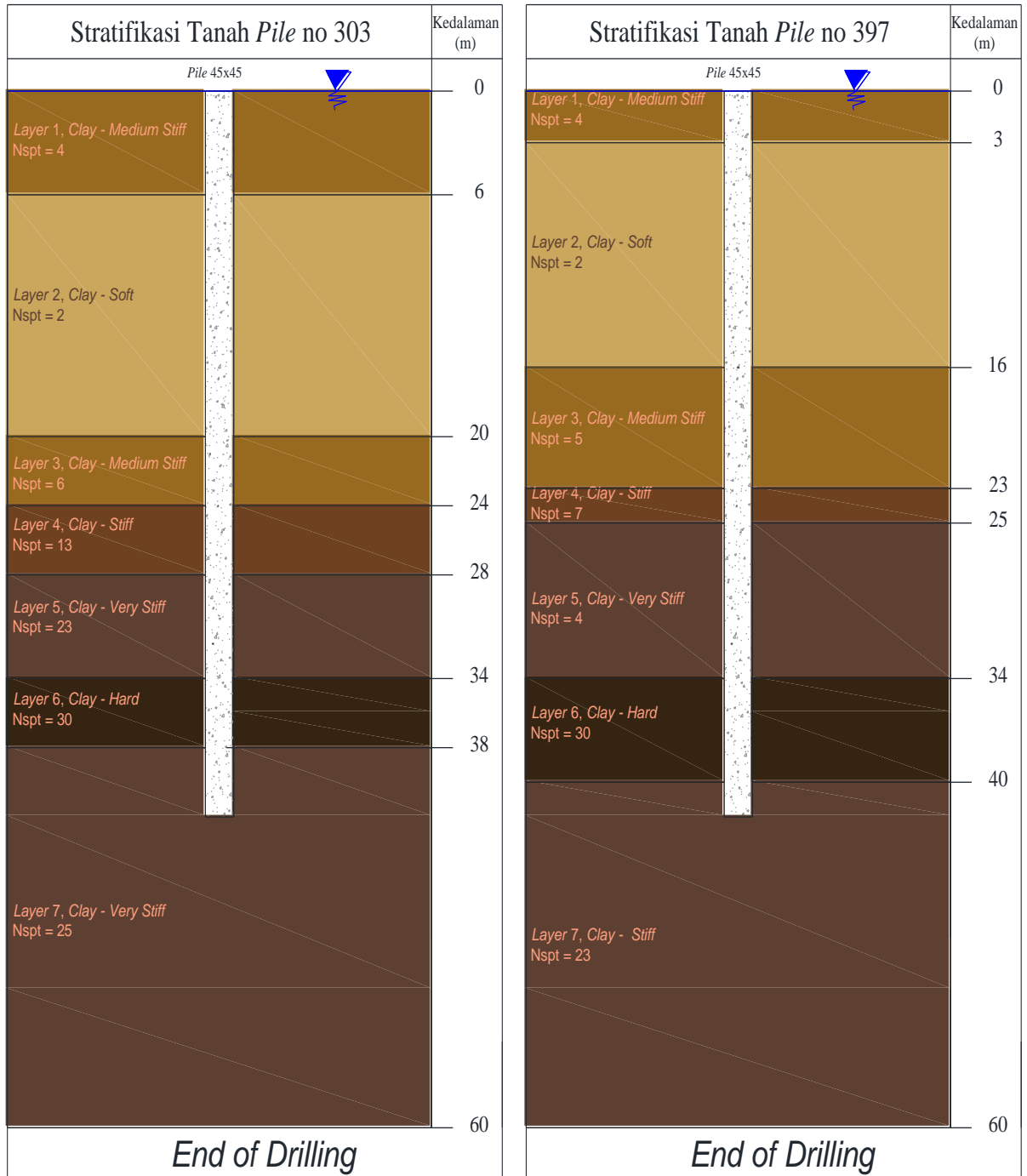


Gambar 3.15 Stratifikasi Tanah pada tower B

Beby Rizcova, 2018

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



Gambar 3.16 Stratifikasi tanah pada tower A

Beby Rizcova, 2018

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

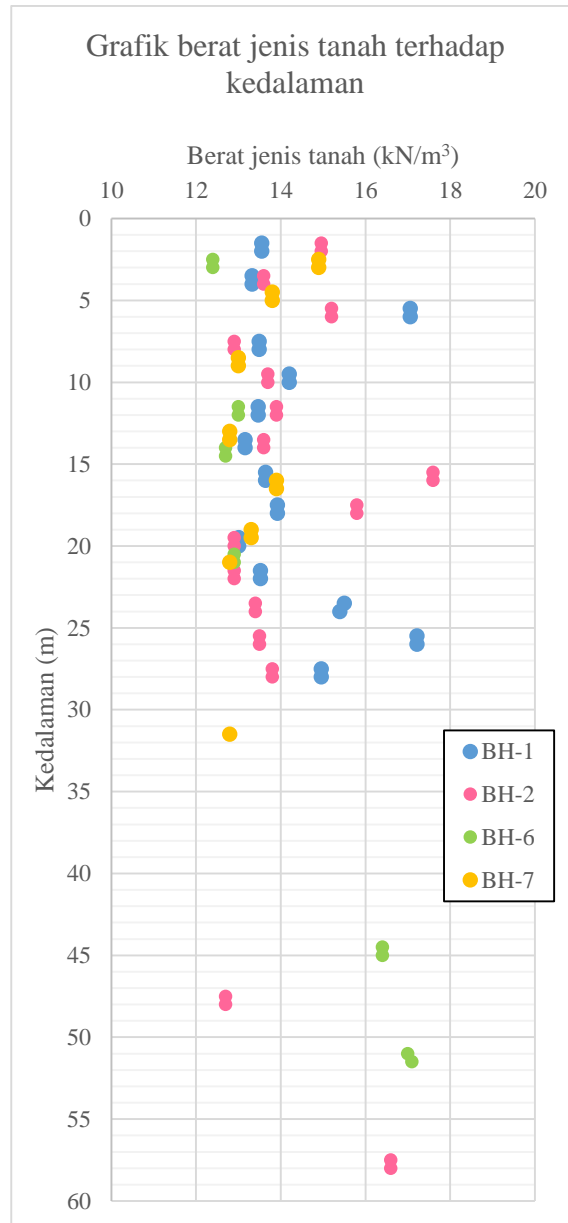
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

### 3.7.5 Penentuan Parameter Tanah

Sample *undisturb* diambil pada saat pengeboran teknik dilakukan. Pengambilan sample *undistrub* bertujuan untuk mendapatkan parameter – parameter tanah dengan cara pengujian di laboratorium. Berikut merupakan parameter yang digunakan dalam analisis tahanan lateral pondasi dengan metode *py curve*:

a. Berat isi tanah

Berat isi tanah normal pada penelitian ini merupakan berat isi tanah yang tersaturasi ( $\gamma_{sat}$ ), karena posisi muka air tanah berada pada ketinggian 0 m di permukaan tanah. Grafik hubungan berat isi tanah dengan kedalaman berdasarkan hasil lab dapat dilihat pada gambar 3.17



Gambar 3.17 Grafik hubungan Gamma vs Kedalaman

(Sumber: Data laboratorium proyek pluit sea view Appartement, 2013)

Dalam manual *Allpile*, analisis *p-y curve* pada kondisi muka air tanah dengan ketinggian 0 m, berat isi tanah yang dipakai adalah berat isi tanah efektif. Adapun berat isi tanah efektif merupakan selisih antara berat isi tanah tersaturasi dengan berat jenis air ( $=10 \text{ kN/m}^3$ ). Untuk parameter berat isi tanah pada program *Plaxis 3D Foundation*, berat isi yang digunakan adalah berat isi tanah kering ( $\gamma_d$ ) dan berat isi tanah tersaturasi ( $\gamma_{\text{sat}}$ ).

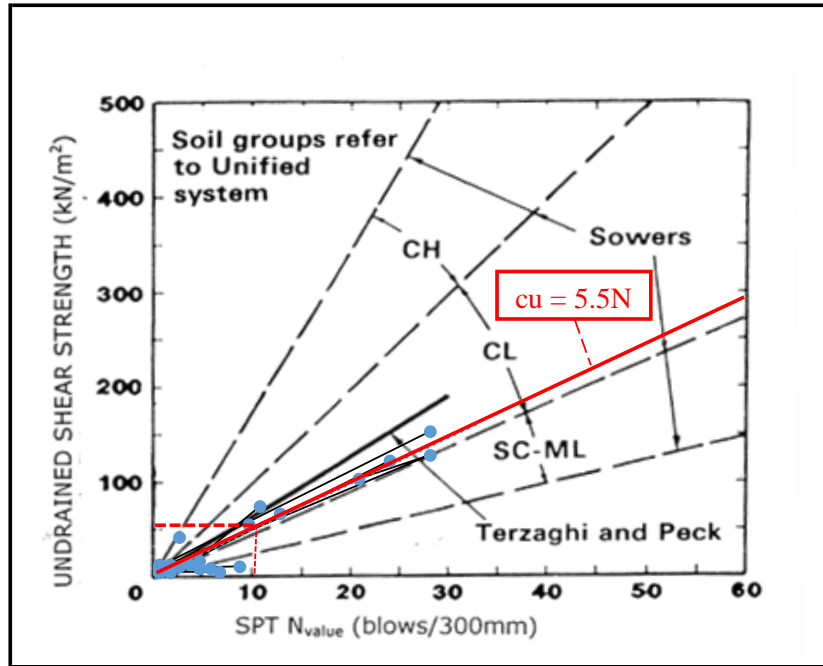
#### b. Kohesi

**Beby Rizcova, 2018**

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Parameter kohesi didapatkan dari hasil plot data laboratorium (*triaxial unconsolidated undrained/ Triaxial UU*) terhadap  $N_{SPT}$  kedalam grafik shower. Penarikan garis referensi untuk  $c_u$  mengacu pada penyebaran data lab seperti grafik berikut:



Gambar 3.18 Grafik hubungan  $C_u$  vs  $N_{SPT}$   
(Sumber: Data laboratorium proyek pluit sea view Appartement, 2013)

Berdasarkan grafik diatas maka didapat persamaan untuk  $c_u$  sebesar  $c_u = 5.5N$ ..... (1)

Untuk parameter yang tidak terdapat dalam uji laboratorium, penentuan parameter dapat dilakukan dengan menggunakan korelasi dengan nilai tipikal. Dalam penelitian ini digunakan sumber yang disarankan dari manual program COM624 seperti sebagai berikut:

Tabel 3.5  
Korelasi parameter untuk pasir

Konsistensi	Very Loose	Loose	Medium Dense	Dense	Very Dense
Sym					

$N_{SPT}$	-	0 - 4	4-10	10 - 30	30 - 50	>50
*Sudut Geser ( $^{\circ}$ )	$\phi$	0 - 30	30 - 35	35 - 40	40 - 45	> 45
*Kekakuan relatif (%)	%	0 - 15	15 - 35	35 - 65	65 - 85	>85
**Modulus Subgrade ( $kN/m^3$ )	k	0 - 5430		5430 - 16300	16300 - 33900	33900

Sumber : \* Look, Burt (2007)

\*\* Lymon C.Reese et al dalam FHWA,1993

Tabel 3.6  
Korelasi parameter untuk lempung

Konsistensi		<i>Very Soft</i>	<i>Soft</i>	<i>Medium Stiff</i>	<i>Stiff</i>	<i>Very Stiff</i>	<i>Hard</i>
$N_{SPT}$	<i>Sym</i>						
	-	1 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 15	15 - 30	>30
*Soil Strain (%)	$\epsilon_{50}$	2 - 1		1 - 0.7	0.7 - 0.5	0.5 - 0.4	0.4
*Modulus Subgrade ( $kN/m^3$ )	k	8140 - 27150		27150 - 13600	136000 - 271000	271000 - 543000	543000

Sumber : \* Lymon C.Reese et al dalam FHWA,1993

### 3.7.6 Penentuan Parameter Plaxis 3D Foundation

Model material tanah yang digunakan dalam pemodelan adalah model material Mohr Coulomb, *Hardening soil*, dan *Soft soil creep*. Parameter yang digunakan pada ketiga model berbeda pada parameter kekakuan, untuk parameter dasar seperti berat isi dan koefisien permeabilitas adalah sama. Berikut korelasi yang digunakan untuk parameter dasar dalam plaxis.

#### a. Berat isi tanah

Berat isi tanah yang digunakan pada pemodelan Plaxis 3D *Foundation* adalah berat isi tanah tersaturasi dan berat isi tanah kering. Berat isi tanah tersaturasi yang digunakan berdasarkan data laboratorium yang ada.

Beby Rizcova, 2018

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



b. Koefisien permeabilitas

Berdasarkan *Swiss Standard SN 670 010b, Characteristic Coefficient of Soils, Association of Swiss Road and Traffic Engineers*, kriteria koefisien permeabilitas tipikal adalah sebagai berikut:

Tabel 3.7  
Nilai Koefisien permeabilitas

Jenis tanah	Koefisien permeabilitas (m/det)	Koefisien permeabilitas (m/min)
Lempung Anorganik, <i>High Plasticity</i>	$1 \times 10^{-10} - 1 \times 10^{-7}$	$6 \times 10^{-9} - 6 \times 10^{-6}$
Lempung Anorganik, <i>Low Plasticity</i>	$5 \times 10^{-10} - 5 \times 10^{-8}$	$3 \times 10^{-8} - 3 \times 10^{-6}$
Pasir	$1 \times 10^{-8} - 1 \times 10^{-6}$	$6 \times 10^{-7} - 6 \times 10^{-5}$

Sumber : Swiss Standard SN 670 010b (1999)

c. *Interface*

*Interface* merupakan parameter yang digunakan untuk mereduksi kekuatan antara elemen tiang dan tanah. Besaran *interface* menurut Brinkgreeve dan Shen, 2011 tercantum dalam tabel berikut:

Tabel 3.8  
Rekomendasi nilai *Interface*

Kondisi	$R_{inter}$
Interaksi <i>Sand/Concrete</i>	1 – 0.8
Interaksi <i>Clay/Concrete</i>	1 – 0.7
Interaksi <i>Soil/Geogrid</i>	1

Sumber : Brinkgreeve and Shen, 2011 dalam Liong, GuowTjie, 2014

Nilai 1 pada  $R_{inter}$  menunjukkan kondisi elemen yang kaku (*rigid*) dalam pemodelan elemen hingga, sehingga kekuatan elemen pada interaksi dengan tanah tidak mengalami reduksi. *Interface* yang digunakan pada pemodelan adalah 0.8 pada semua jenis tanah. Pemilihan 0.8 dikarenakan masih dalam kriteria interaksi untuk tanah *sand* dan *clay* namun elemen tiang nantinya tidak dimodelkan menjadi kaku.

A. Parameter Mohr Coulomb

Beby Rizcova, 2018

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Nilai korelasi yang digunakan untuk parameter Mohr-Coulomb diambil berdasarkan sumber – sumber berikut. Adapun korelasi yang digunakan:

Tabel 3.9

Korelasi parameter Mohr Coulomb untuk pasir

Konsistensi		<i>Loose</i>	<i>Medium Dense</i>	<i>Dense</i>
N <sub>SPT</sub>	<i>Sym</i>			
	-	1 – 10	10 - 30	30 - 50
**Sudut Geser (°)	ϕ'	32 - 35	35 - 43	43 - 50
**poisson ratio	ν'	0.15 – 0.25	0.25 – 0.3	0.3 – 0.35
*Modulus Elastisitas (kN/m <sup>2</sup> )	E'	10000 - 20000	20000 - 40000	40000 - 80000

Sumber : \*\* Budhu, Muni. 2012

Tabel 3.10

Korelasi parameter untuk Lempung

Konsistensi		<i>Soft</i>	<i>Stiff</i>	<i>Hard</i>
N <sub>SPT</sub>	<i>Sym</i>			
	-	1 – 4	4 - 8	8 - 30
*Sudut Geser (°)	ϕ'	15 - 25	20 - 30	25 - 30
*Koehesi (kN/m <sup>2</sup> )	C'	9 - 20	20 - 50	50 - 100
**poisson ratio	ν'	0.4 – 0.35	0.35 – 0.3	0.3 – 0.2
**Modulus Elastisitas (kN/m <sup>2</sup> )	E'	1000 - 15000	15000 - 30000	30000 – 100000

Sumber : \* Look, Burt.(2007)

\*\* Budhu, Muni.(2012)

B. Parameter *Hardening soil*

Parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan *hardening soil* adalah E<sub>oed</sub><sup>ref</sup>, E<sub>50</sub><sup>ref</sup>, E<sub>ur</sub><sup>ref</sup>, K<sub>0NC</sub>, ν<sub>ur</sub>. Parameter – parameter tersebut dapat diperoleh dengan mengkorelasikan parameter Mohr Coulomb dengan rumus yang terdapat pada manual *Plaxis 3D Foundation* adapun rumus – rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Modulus kekakuan tangensial pembebanan primer (E<sub>oed</sub><sup>ref</sup>)

Rumus yang digunakan pertama adalah dengan mengkorelasikan dengan parameter mohr coulomb sebagai berikut:

$$E_{oed} = \frac{(1-\nu') \cdot E'}{(1-2\nu') \cdot (1+\nu')} \dots\dots\dots (2)$$

Sumber : Plaxis, 2005

Dimana:

E<sub>oed</sub> = modulus kekakuan tangensial pembebanan primer (kN/m<sup>2</sup>)

$E'$  = Modulus Elastisitas efektif (kN/m<sup>2</sup>)

$\nu'$  = Poisson ratio efektif

Parameter yang dibutuhkan dalam analisis model material *hardening soil* adalah  $E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$  yang merupakan kekakuan oedometer pada  $p^{\text{ref}} = 100$  kN dengan mengaplikasikan rumus (5) dibawah dengan nilai  $-\sigma' = p^{\text{ref}}$  maka nilai  $E_{\text{oed}}^{\text{ref}} = E_{\text{oed}}$ .

$$E_{\text{oed}} = E_{\text{oed}}^{\text{ref}} \left( \frac{c \cdot \cot \phi - \sigma'}{c \cdot \cot \phi + p^{\text{ref}}} \right)^m \dots\dots\dots (3)$$

(Sumber : Plaxis, 2005)

Dimana:

$E_{\text{oed}}$  = modulus kekakuan tangensial pembebanan primer (kN/m<sup>2</sup>)

$E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$  = modulus kekakuan tangensial pembebanan primer pada  $p^{\text{ref}} = 100$  kN (kN/m<sup>2</sup>)

$\phi$  = Sudut Geser Dalam (°)

$c$  = Kohesi (kN/m<sup>2</sup>)

$m$  = nilai eksponen ketergantungan terhadap tegangan

lempung lunak = 0.8

Pasir & lempung kaku = 0.5

$-\sigma'$  = tegangan vertikal (kN)

$p^{\text{ref}}$  = tegangan referensi (100 kN)

(Sumber : Plaxis, 2005)

## 2. Modulus kekakuan sekan ( $E_{50}^{\text{ref}}$ )

Nilai modulus kekakuan sekan pada plaxis memiliki nilai yang sama dengan  $E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$ . Sehingga  $E_{50}^{\text{ref}} = E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$

(Sumber : Plaxis, 2005)

## 3. Modulus kekakuan untuk *load-unload* ( $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ )

Nilai modulus kekakuan untuk *load-unload* pada plaxis dianjurkan dengan nilai default  $E_{\text{ur}}^{\text{ref}} = 3 \times E_{50}^{\text{ref}}$

(Sumber : Plaxis, 2005)

## 4. K0 tanah terkonsolidasi Normal ( $K_{0\text{NC}}$ )

**Beby Rizcova, 2018**

STUDI PEMODELAN 3D UNTUK ANALISIS TAHANAN LATERAL PONDASI TIANG PANCANG DENGAN BERBAGAI MATERIAL TANAH

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Rumus  $K_{0NC}$  yang digunakan pada program plaxis adalah sebagai berikut:

$$K_{0NC} = 1 - \sin\phi \dots \dots \dots (4)$$

(Sumber : Plaxis, 2005)

5. Poissons rasio untuk *load-unload* ( $v_{ur}$ )

Program plaxis menentukan nilai poissons rasio *load-unload* untuk tanah lempung lunak adalah 0.2 sedangkan untuk tanah lempung kaku dan tanah pasir bernilai 0.15

(Sumber : Plaxis, 2005)

C. Parameter *Soft soil creep*

Parameter *soft soil creep* didapat dengan persamaan yang berkorelasi dengan parameter *Hardening soil*. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Indeks Kompresi Termodifikasi ( $\kappa^*$ )

Menggunakan persamaan

$$E_{ur}^{ref} = \frac{3 \cdot p^{ref} \cdot (1 - 2v_{ur})}{\kappa^*} \dots \dots \dots (5)$$

(Sumber : Plaxis, 2005)

2. Indeks muai termodifikasi ( $\lambda^*$ )

$$E_{oed}^{ref} = \frac{p^{ref}}{\lambda^*} \dots \dots \dots (6)$$

(Sumber : Plaxis, 2005)

3. Indeks rangkai termodifikasi ( $\mu^*$ )

$$\mu^* = \frac{\lambda^*}{25} \dots \dots \dots (7)$$

(Sumber : Plaxis, 2005)