

PENGARUH JENIS TANAH DAN BENTUK TIANG PANCANG TERHADAP KAPASITAS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG GRUP AKIBAT BEBAN VERTIKAL

Hasrudin

Sjachrul Balamba, J. E. R. Sumampouw

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: hasrudin123@gmail.com

ABSTRAK

Penurunan tanah biasanya dihitung menggunakan rumus yang telah ada dan perhitungan antara tiang pancang tunggal dan grup memiliki perbedaan. Adapun untuk menghitung penurunan akibat beban bisa juga dilakukan dengan cara membuat pemodelan dengan skala yang diperkecil dengan beberapa persyaratan yang harus dipenuhi. Pengujian skala kecil dengan pemodelan daya dukung pondasi tiang kelompok pada tanah berpasir dan berlempung akan memberikan gambaran bagaimana sebenarnya perilaku tanah dan bagaimana pengaruhnya terhadap daya dukung pondasi tiang.

Penelitian ini merupakan penelitian skala kecil uji model laboratorium yang dilakukan yaitu dengan uji pembebanan (load test) terhadap model pondasi tiang kelompok ujung tertutup dengan model tiang pancang berbentuk bulat dan kotak. Setelah hasil uji laboratorium didapatkan, dilakukan control analisis dengan menggunakan PLAXIS 3D dan perhitungan manual.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiang pancang berbentuk kotak memiliki kapasitas dukung lebih besar dari pada tiang penampang bulat dimana untuk tiang pancang penampang persegi pada tanah lempung diketahui memiliki Q_{ult} sebesar 108 kg dan pada tanah pasir sebesar 98 kg, sedang untuk tiang penampang bulat pada tanah lempung sebesar 82 kg dan pada tanah pasir sebesar 75 kg. Secara umum perbedaan antara hasil plaxis dengan hasil laboratorium sebesar 30%. Hasil perhitungan manual memperlihatkan bahwa bentuk pemodelan yang memiliki efisiensi yang sangat kecil adalah model tiang penampang bulat pada tanah lempung dan yang memiliki efisiensi sangat besar adalah tiang pancang penampang kotak pada tanah lempung dengan nilai sebesar 87% dengan nilai penyimpangan 14% dari nilai yang didapatkan dari hasil laboratorium. Terlihat bahwa bentuk fondasi tidak berpengaruh terhadap Q_{ult} jika beban yang diberikan berupa beban vertikal, namun jenis tanah sangat berpengaruh pada kapasitas dukung tiang pancang.

Kata Kunci: Pondasi Tiang Pancang, Daya Dukung, Penurunan, Jenis tanah.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Biasanya pondasi dalam dipilih karena masalah tanah dasar yang tidak memiliki daya dukung yang cukup atau tanah keras yang memenuhi kriteria berada pada kedalaman yang tidak mampu dijangkau jika menggunakan pondasi dangkal, atau digunakan untuk mendukung bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin, gempa dll.

Penurunan tanah biasanya dihitung menggunakan rumus yang telah ada dan perhitungan antara tiang pancang tunggal dan grup memiliki perbedaan. Adapun untuk menghitung penurunan akibat beban bisa juga dilakukan dengan cara membuat pemodelan dengan skala yang diperkecil dengan beberapa

persyaratan yang harus dipenuhi. Namun cara ini kadang digunakan karena membutuhkan waktu pengerjaan yang sedikit lama jika dibandingkan dengan menggunakan rumus yang telah ada.

Pengujian skala kecil dengan pemodelan daya dukung pondasi tiang kelompok pada tanah berpasir dan berlempung akan memberikan kita gambaran bagaimana sebenarnya perilaku tanah dan bagaimana pengaruhnya terhadap daya dukung pondasi tiang.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan diteliti sebagai berikut:

- Berapa kapasitas daya dukung pada tiang pancang grup dengan variasi beban, jenis tanah dan bentuk tiang pancang menggunakan

metode uji pemodelan dan analisis pada tanah homogen (pasir).

- Berapa kapasitas daya dukung pada tiang pancang grup dengan variasi beban, jenis tanah dan bentuk tiang pancang menggunakan metode uji pemodelan dan analisis pada tanah homogen (lempung).
- Bagaimana hasil dari hasil uji pemodelan jika dibandingkan dengan analisis menggunakan plaxis 3D.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan didalam bak yang berukuran 60 x 60 x 60 cm.
2. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung dan pasir. hanya satu lapis.
3. Jenis tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang dengan ujung tertutup.
4. Tiang pancang terbuat dari pipa besi bulat dan persegi.
5. Jenis pondasi adalah tiang pancang grup dengan jumlah tiang adalah 4 buah.
6. Pembebanan dilakukan hanya beban vertikal.
7. Jarak antar tiang pancang adalah 3 D.
8. Kepadatan yang digunakan menggunakan kepadatan tanah hasil pemadatan di laboratorium.
9. Bahan *prototype* tiang pancang yang digunakan adalah pipa besi ukuran 1 inch.
10. Tinggi tanah di dalam bak adalah 60 cm.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Menghitung kapasitas daya dukung yang terjadi akibat perubahan bentuk tiang pancang.
2. Menghitung kapasitas daya dukung akibat perubahan jenis tanah.
3. Membandingkan hasil yang didapat dari pemodelan dengan hasil analisis menggunakan plaxis.

Manfaat Penelitian

1. Menambah pengalaman dan wawasan penulis tentang topik yang sedang diambil
2. Menjadi dasar kepada penulis ketika ingin melanjutkan penelitian dengan topik yang sama ataupun berbeda.
3. Bisa menjadi dasar pemikiran untuk penelitian berikutnya

LANDASAN TEORI

Tanah Lempung

Lempung didefinisikan sebagai golongan partikel yang berukuran kurang dari 0.002 mm (2 *mikron*). Namun demikian di beberapa kasus, partikel antara 0.002 mm sampai 0.005 mm juga masih digolongkan sebagai partikel lempung (ASTM D-653). Disini tanah diklasifikasikan sebagai tanah lempung (hanya berdasarkan pada ukurannya saja). Belum tentu tanah dengan ukuran partikel lempung tersebut juga mengandung mineral-mineral lempung (*clay minerals*).

Dari segi mineral (bukan ukurannya), yang disebut tanah lempung ialah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila di campur dengan air” (Grim, 1953). Jadi dari segi mineral, tanah juga dapat disebut sebagai tanah bukan lempung (*non-clays soil*) meskipun terdiri dari partikel-partikel yang sangat kecil.

Tanah Granuler

Tanah granuler dapat membentuk sarang lebah (*honey comb*) yang dapat mempunyai angka pori yang tinggi. Kerapatan *relative* (Dr) sangat berpengaruh pada sifat-sifat teknis tanah granuler. Pasir adalah material dimana komponennya saling lepas satu sama lain. Bila kita pegang dan raba pasir terasa kasar di telapak tangan Pasir merupakan tanah berbutir kasar sehingga tidak mempunyai kohesi ($c = 0$), maka kuat gesernya hanya bergantung pada gesekan antar butir tanah. Tanah-tanah seperti ini disebut tanah granuler atau tanah non kohesif.

Pondasi Tiang

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk bangunan-bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat tinggi yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang-tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan dermaga. Pada bangunan ini, tiang-tiang juga dipengaruhi oleh gaya-gaya benturan kapal dan gelombang air.

Jenis pondasi ini digunakan bilamana letak tanah keras sangat dalam, yang umumnya dinyatakan dalam ratio $Df/B > 10$. Diatas lapisan tanah keras dijumpai lapisan tanah lunak dengan kuat dukung rendah. Jadi tanah keras ini mendukung beban yang bekerja, dan struktur tiang

harus mampu menerima beban yang mengakibatkan terjadinya lentur dan tarik. Bentuk tampang tiang dapat berbentuk lingkaran, segi empat, segi enam, segi delapan, bahkan tidak beraturan.

Pemodelan Geoteknik

Untuk melakukan pengujian di laboratorium, perlu dilakukan pembuatan bahan percobaan yang biasanya dengan membuat pemodelan dengan skala tertentu yang akan dijadikan acuan ketika membuat pemodelan, dan untuk pemodelan di laboratorium, geoteknik telah memiliki hukum-hukum pemodelan yang dilampirkan oleh Wood (2004) yang dirangkum dalam tabel berikut:

Tabel 1. Scale Factor (Wood,2004)

Quantity	Scale factor		
	General	1g (Laboratory)	ng (Centrifuge)
Lenght	n_l	$1/n$	$1/n$
Mass Density	n_p	1	1
Acceleration	n_a	1	n
Stress	$n_l n_p n_g$	$1/n$	1
Stiffness	nG	$1/n\alpha$	1
Force	$n_p n_g n_l^3$	$1/n^3$	$1/n^2$
Force/Unit Lenght	$n_p n_g n_l^2$	$1/n^2$	$1/n$
Strain	$n_p n_g n_l / nG$	$1/n1-\alpha$	1
Displacement	$n_p n_g n_l^2 / nG$	$1/n2-\alpha$	$1/n$

Plaxis 3D

PLAXIS 3D adalah program yang menggabungkan antarmuka yang mudah digunakan dengan fasilitas pemodelan 3D penuh. PLAXIS 3D adalah paket elemen hingga ditujukan untuk analisis tiga dimensi deformasi dan stabilitas dalam rekayasa geoteknik. Dengan PLAXIS 3D geometri model dapat dengan mudah didefinisikan dalam mode tanah dan struktur, setelah model padat independen secara otomatis dapat dipotong dan menyatu. Aplikasi PLAXIS mampu menilai pemindahan permukaan jalan selama pembangunan terowongan, analisis konsolidasi tanggul, pemindahan tanah di sekitar pit penggalian, bendungan stabilitas selama tingkat air yang berbeda, dan banyak lagi.

METODOLOGI PENELITIAN

Uraian

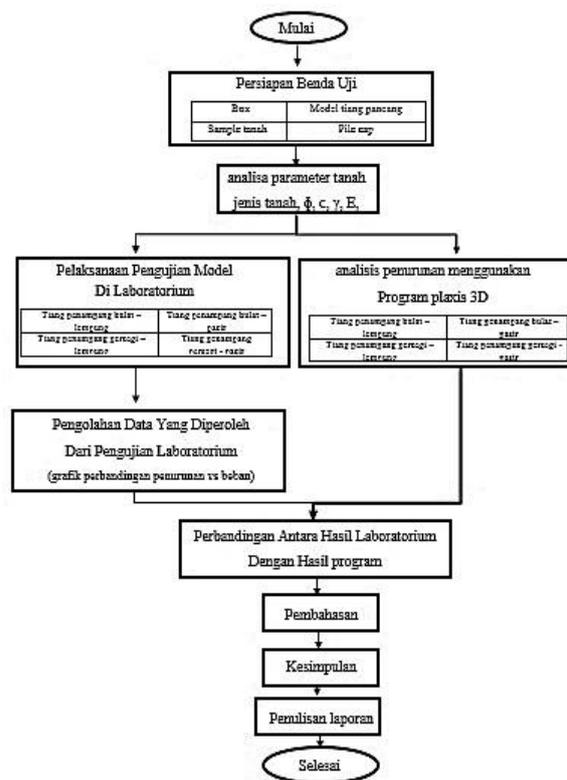
Penelitian ini terdiri dari penelitian eksperimental dan analisis terhadap hasil penelitian. Sebelum dilaksanakan penelitian eksperimental, dilakukan pengujian pendahuluan untuk mengetahui sifat dan karakteristik dari

media yang dipakai. Pelaksanaan pengujian sampel tanah dilakukan melalui prosedur-prosedur laboratorium sesuai standar ASTM (*American Society Of Testing Material*).

Penelitian eksperimental dilakukan dengan model uji laboratorium (*mini scale*) didalam kotak uji 3 dimensi dengan melakukan pembebanan (*loading test*) terhadap pondasi tiang pancang kelompok tiang tertutup. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap data hasil penelitian yang dilaksanakan dengan dua metode yaitu

- Analisis Data Pengujian Utama
Pengujian dilaksanakan akan menghasilkan hubungan antara besaran beban yang diberikan dengan besaran penurunan pada pondasi akibat pemberian beban, selanjutnya dibuat grafik hubungan antara beban dan penurunan yang terjadi.
- Analisis Dengan Aplikasi Plaxis 3D Analisis menggunakan plaxis 3D.

Adapun diagram alirnya sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Pemodelan Laboratorium

Dalam penelitian ini dilakukan pemodelan di laboratorium dengan membuat benda uji di laboratorium dengan ukuran yang telah diperkecil sebelumnya sehingga memudahkan dalam memperoleh data yang diperlukan.

Analisis Teori

Selain menggunakan pemodelan di laboratorium untuk mendapatkan hasil yang dicari, digunakan juga analisis teori sebagai pembandingan untuk memperkuat hasil yang didapatkan dari laboratorium dan juga sebagai kontrol untuk melihat apakah pemodelan di laboratorium sudah tepat atau tidak. Adapun analisis teori yang dimaksudkan adalah analisis menggunakan rumus yang telah ada dan hasil analisa dengan pemodelan menggunakan Program Plaxis 3D.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Tanah

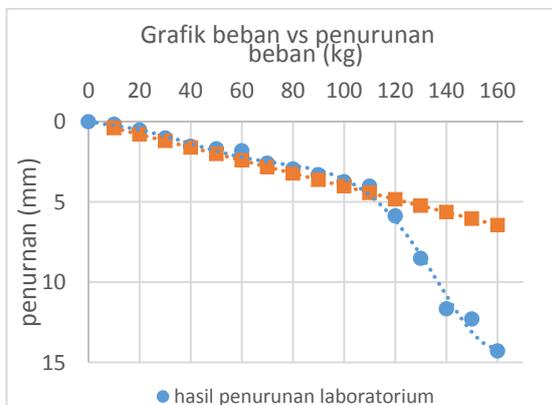
Hasil analisa parameter tanah dilaboratorium diperlihatkan pada Tabel 2:

Tabel 2. Rangkuman Hasil Pemeriksaan Parameter Tanah

	Sample tanah 1	Sample tanah 2
Jenis tanah	Pasir halus - AASHTO	Tanah berlanau – AASHTO
	SP (<i>sand Poorlygraded</i>) - unified	SC (<i>sandy Clay –well graded</i>) - unified
ϕ	32.81°	19°
c	0.037 Kn/m ²	9.56 Kn/m ²
E	87126 Kn/m ²	31763.7 Kn/m ²
ν	0.3	0.3
γ_{dmax}	12.6 Kn/m ³	13.6 Kn/m ³
W_{opt}	12.9%	29.8 %

Hasil Pemodelan Laboratorium Lempung

Dari hasil pemodelan di laboratorium didapatkan hasil besaran beban dan penurunan yang terjadi. Adapun hasilnya diperlihatkan dalam tabel 3 dan grafik 1 dan grafik 2.

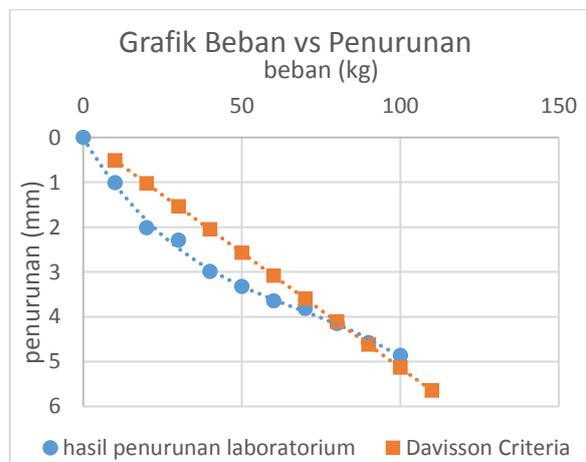


Grafik 1. Hubungan Antara Beban vs Penurunan Di Tanah Lempung Untuk Tiang Pancang Persegi

Tabel 3. Pembacaan Besaran Penurunan untuk Tanah Lempung (a) Tiang pancang persegi (b) Tiang Pancang Bulat

Beban (kg)	Pembacaan	
	Dial	mm
0	0	0
10	160	0.16
20	520	0.52
30	1027	1.027
40	1541	1.541
50	1708	1.708
60	1825	1.825
70	2588	2.588
80	2949	2.949
90	3687	3.687
100	4959	4.959
110	6125	6.125
120	7810	7.81
130	10903	10.903
140	11674	11.674
150	12291	12.291
160	14284	14.284

Beban (kg)	Pembacaan	
	Dial	mm
0	0	0
10	1015	1.015
20	2015	2.015
30	2295	2.295
40	2994	2.994
50	3325	3.325
60	3648	3.648
70	4078	4.078
80	4348	4.348



Grafik 2. Hubungan Antara Beban vs Penurunan Di Tanah Lempung Untuk Tiang Pancang Bulat

Dari grafik 1 dan grafik 2 tersebut dapat diketahui Q_{ult} dengan membuat persamaan garis yang telah dijelaskan oleh Davisson. Dari persamaan tersebut kemudian dibuat kedalam grafik yang akan membuat garis linear yang dimana garis tersebut akan bersinggungan yang merupakan Q_{ult} untuk model tersebut.

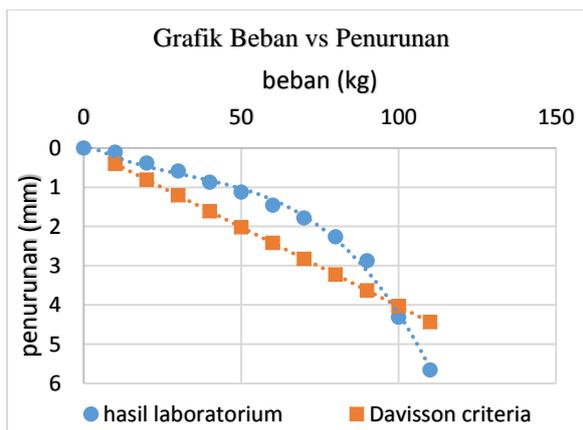
Dari pembahasan tersebut, maka dapat di ketahui bahwa untuk Tiang pancang persegi pada tanah lempung didapatkan Q_{ult} sebesar 108 kg dan untuk tiang pancang bulat pada tanah lempung didapatkan Q_{ult} sebesar 82 kg.

Pasir

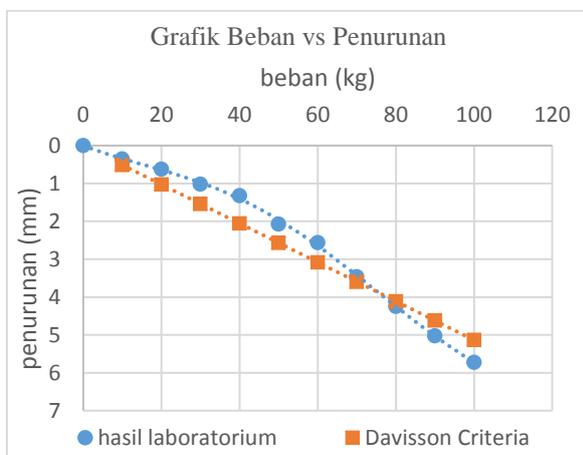
Dari hasil pemodelan di laboratorium di dapatkan hasil besaran beban dan penurunan yang terjadi. Adapun hasilnya diuraikan dalam tabel 4 dan grafik 3 dan grafik 4 berikut:

Tabel 4. Pembacaan Besaran Penurunan untuk Tanah Pasir (a). Tiang Pancang persegi. (b). Tiang Pancang Bulat

beban (kg)	Pembacaan		beban (kg)	pembacaan	
	dial	Mm		dial	mm
0	0	0	0	0	0
10	105	0.105	10	351	0.351
20	387	0.387	20	624	0.624
30	587	0.587	30	1023	1.023
40	875	0.875	40	1324	1.324
50	1123	1.123	50	2072	2.072
60	1457	1.457	60	2560	2.56
70	1787	1.787	70	3460	3.46
80	2261	2.261	80	4250	4.25
90	2875	2.875	90	5020	5.02
100	4312	4.312	100	5720	5.72
110	5656	5.656	110	6124	6.124



Grafik 3. Hubungan Antara Beban vs Penurunan Di Tanah Pasir untuk Tiang Pancang Persegi



Grafik 4. Hubungan Antara Beban vs Penurunan Di Tanah Pasir untuk Tiang Pancang Bulat

Grafik 3 dan grafik 4 memperlihatkan hubungan antara besaran beban dan penurunan yang terjadi. Dari grafik tersebut dapat diketahui Q_{ult} . Maka dapat di ketahui bahwa untuk Tiang pancang persegi pada tanah pasir didapatkan Q_{ult} sebesar 98 kg dan untuk tiang pancang bulat pada tanah pasir didapatkan Q_{ult} sebesar 75 kg. Dari penjabaran tersebut hasilnya dirangkum dalam tabel 5. di bawah ini:

Tabel 5. Rangkuman Hasil Penelitian Di Laboratorium Untuk Tiang Pancang Grup

	Tiang penampang persegi	Tiang penampang bulat	Tiang penampang bulat (setelah dikali factor koreksi)
Lempung	108 kg	82 kg	84.8 kg
Pasir	98 kg	75 kg	76.9 kg

Dapat dilihat bahwa tanah pasir lebih baik dalam hal menahan beban yang lebih berat dibandingkan tanah lempung yang memiliki perbedaan yang besar. Hasil tersebut juga memperlihatkan bahwa kecenderungan tiang pancang persegi lebih bisa menahan beban lebih besar dari pada tiang pancang bulat.

Analisis Pengaruh Bentuk Tiang terhadap Penurunan Tanah Tanah Pasir

Untuk tanah pasir dilakukan percobaan dengan dua model bentuk tiang yang berbeda yaitu menggunakan tiang berbentuk bulat dan kotak. Variasi beban untuk masing-masing model tiang dari 10 kg sampai 100 kg dengan penambahan beban 10 kg setiap harinya hingga mencapai beban 100 kg. Adapun hasil yang di dapat dipaparkan pada table 6 berikut:

Tabel 6. Presentase Perbedaan Penurunan Antara Tiang Pancang Bulat Dan Kotak Pada Tanah Pasir

presentase perbedaan					
P/A		beban (kg)	tiang bulat	tiang kotak	beda
bulat	Persegi		mm	mm	%
2.04	1.6	10	0.351	0.082	326%
4.07	3.2	20	0.624	0.304	105%
6.11	4.8	30	1.023	0.461	122%
8.15	6.4	40	1.324	0.687	93%
10.19	8	50	2.072	0.882	135%
12.22	9.6	60	2.560	1.144	124%
14.26	11.2	70	3.460	1.403	147%
16.30	12.8	80	4.250	1.776	139%
18.34	14.4	90	5.020	2.258	122%
20.37	16	100	5.720	3.386	69%
rata - rata					129%

Perbandingan hasil dari kedua model test tersebut, diperlihatkan pada diagram 1.

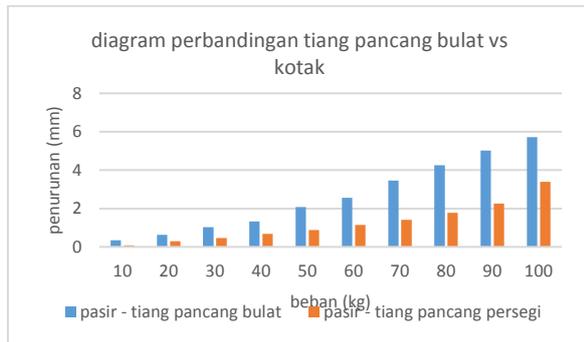


Diagram 1. Perbandingan Penurunan Pasir untuk Tiang Pancang Persegi dan Bulat

Dari hasil di atas dapat dilihat perbedaan yang cukup signifikan dari kedua model test tersebut, dimana untuk tiang pancang bulat memiliki penurunan yang cukup besar dibandingkan dengan tiang pancang persegi. Hal ini membuktikan bahwa salah satu yang mempengaruhi besaran penurunan tiang pancang adalah dimensi tiang itu sendiri.

Tanah Lempung

Untuk tanah lempung dilakukan percobaan dengan dua model bentuk tiang yang berbeda yaitu menggunakan tiang berbentuk bulat dan kotak. Variasi beban untuk masing-masing model tiang dari 10 kg sampai 80 kg dengan penambahan beban 10 kg setiap harinya hingga mencapai beban 80 kg. Adapun hasil yang di dapat dipaparkan pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Presentase Perbedaan Penurunan Antara Tiang Pancang Bulat dan Kotak Pada Tanah Lempung

presentase perbedaan					
P/A		beban	bulat	kotak	beda
bulat	Persegi	(kg)	mm	mm	%
2.04	1.6	10	1.015	0.126	708%
4.07	3.2	20	2.015	0.408	393%
6.11	4.8	30	2.295	0.806	185%
8.15	6.4	40	2.994	1.210	147%
10.19	8	50	3.325	1.341	148%
12.22	9.6	60	3.648	1.433	155%
14.26	11.2	70	3.815	2.032	88%
16.30	12.8	80	4.154	2.316	79%
18.34	14.4	90	4.580	2.601	76%
20.37	16	100	4.867	2.941	65%
rata - rata					204%

Perbandingan hasil dari kedua model test tersebut, diperlihatkan pada diagram 2.

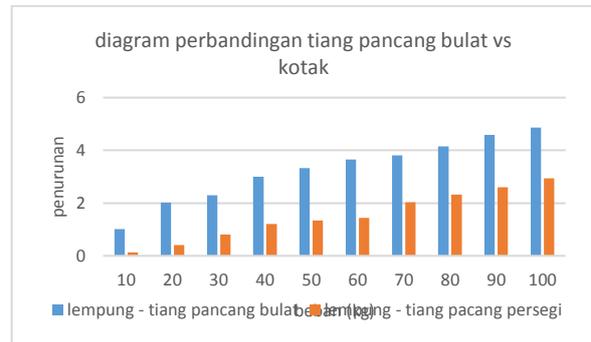


Diagram 2. Perbandingan Penurunan Lempung untuk Tiang Pancang Persegi dan Bulat

Dari hasil di atas dapat dilihat perbedaan yang cukup signifikan dari kedua model test tersebut, dimana untuk tiang pancang bulat memiliki penurunan yang cukup besar dibandingkan dengan Tiang pancang persegi. Sama halnya dengan model yang dibuat pada tanah pasir. Hal ini membuktikan bahwa salah satu yang mempengaruhi besaran penurunan tiang pancang adalah dimesi tiang itu sendiri, meskipun tidak di ketahui berapa persen perubahan yang terjadi jika misalnya dilakukan dengan model atau dengan diameter lain.

Analisis Pengaruh Jenis Tanah Terhadap Penurunan Tanah

Tiang Penampang Bulat

Untuk hasil penurunan setiap bentuk tiang bisa dilihat pada tabel sebelumnya. Dari tabel tersebut dibuat presentase perbandingan yang terjadi akibat perubahan jenis tanah pada bentuk tiang yang sama. Berikut tabel dan diagramnya :

Tabel 8. Perbandingan Penurunan Akibat Perubahan Jenis Tanah terhadap Tiang Pancang Bulat

Presentase Perbedaan			
Beban	Pasir	Lempung	Beda
(kg)	mm	mm	%
10	0.351	1.015	65%
20	0.624	2.015	69%
30	1.023	2.295	55%
40	1.324	2.994	56%
50	1.872	3.325	44%
60	2.56	3.648	30%
70	3.46	4.078	15%
80	4.25	4.348	2%

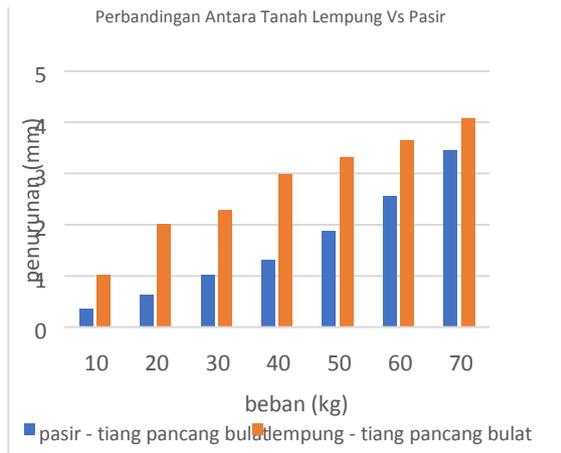


Diagram 3. Perbedaan Penurunan terhadap Tiang Pancang Bulat pada Jenis Tanah yang Berbeda.

Dari hasil di atas dapat dilihat perbedaan yang cukup jelas diantara kedua jenis tanah tersebut. Dimana diketahui pasir memiliki penurunan yang lebih kecil di banding lempung untuk tiang pancang bulat meskipun keduanya telah dibuat dalam keadaan kadar air optimum. Dan meskipun dalam hal ini lempung ketika di lakukan percobaan memiliki kepadatan yang lebih besar dari pada pasir.

Tiang Penampang Persegi

Setelah sebelumnya telah dijabarkan perbandingan penurunan pada tiang pancang bulat, berikut data perbandingan penurunan Tiang pancang persegi ketika dilakukan pembebanan pada jenis tanah yang berbeda.

Tabel 9. Perbandingan Penurunan Akibat Perubahan Jenis Tanah terhadap Tiang pancang persegi.

Presentase Perbedaan			
Beban (kg)	Pasir (mm)	Lempung (mm)	Beda (%)
10	0.105	0.16	34%
20	0.387	0.52	26%
30	0.587	1.027	43%
40	0.875	1.541	43%
50	1.123	1.708	34%
60	1.457	1.825	20%
70	1.787	2.588	31%
80	2.261	2.949	23%

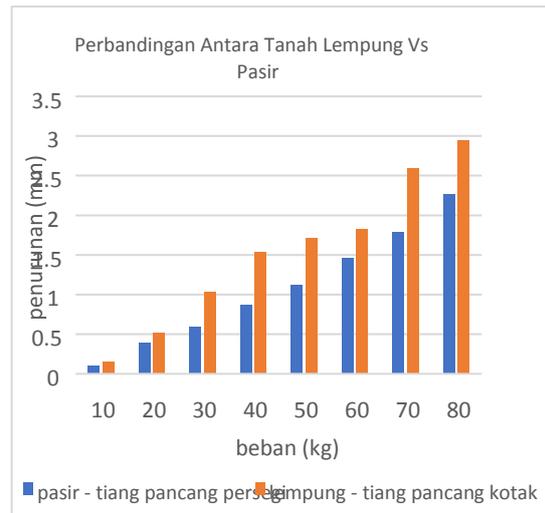


Diagram 4. Perbedaan Penurunan terhadap Tiang Pancang Persegi pada Jenis Tanah yang Berbeda

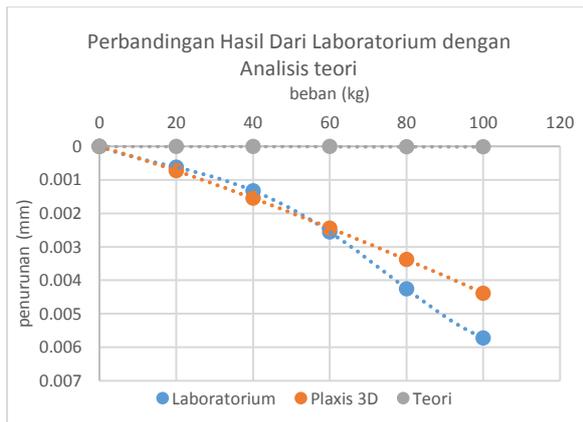
Dari hasil penjabaran di atas terlihat bahwa penurunan yang terjadi masih memiliki perbedaan dan seperti hasil sebelumnya, bahwa tanah lempung masih memiliki penurunan yang lebih besar daripada tanah pasir. Dimana jika dilihat dari presentase perbedaannya memiliki perbedaan berkisar dikisaran 30%.

Perbandingan Hasil Pemodelan Dengan Analisis Teori Tiang Pancang Bulat Pada Tanah Pasir

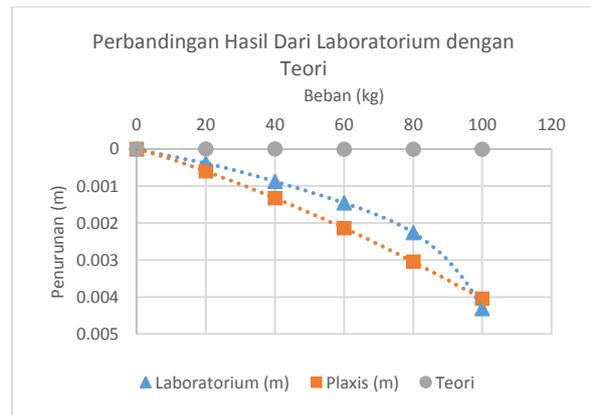
Tabel 10. Perbandingan Hasil Laboratorium Dengan Analisis Teori

Beban (kg)	Laboratorium (m)	Plaxis 3D (m)	Teori (m)
0	0	0	0
20	0.00062	0.00072	0.0000193
40	0.00132	0.00155	0.0000386
60	0.00256	0.00244	0.0000578
80	0.00425	0.00338	0.0000771
100	0.00572	0.00439	0.0000964

Dari tabel sebelumnya kemudian dibuat menjadi grafik dan diagram batang sebagai berikut :



Grafik 5. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis teori untuk Tiang Pancang Bulat pada Tanah Pasir.



Grafik 6. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis teori untuk Tiang Pancang Persegi pada Tanah Pasir

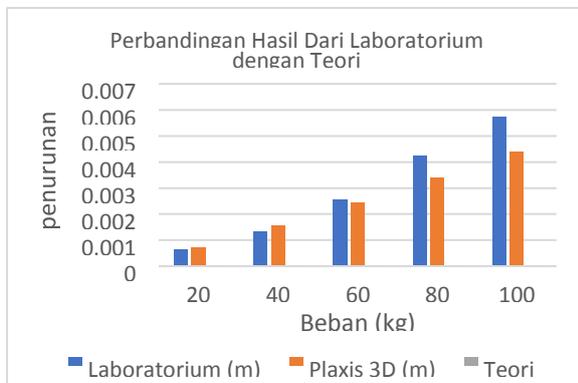


Diagram 5. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis Teori untuk Tiang Pancang Bulat pada Tanah Pasir.

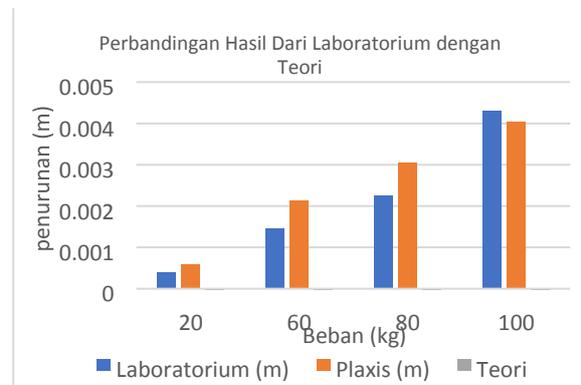


Diagram 6. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis Teori untuk Tiang Pancang Persegi pada Tanah Pasir.

Perbandingan Hasil Pemodelan Dengan Analisis Teori Tiang pancang persegi Pada Tanah Pasir

Tabel 11. Perbandingan Hasil Laboratorium Dengan Analisis Teori

Beban (kg)	Laboratorium (m)	Plaxis (m)	Teori (m)
0	0	0	-
20	0.000387	0.000599	0.0000119
40	0.000875	0.00133	0.0000238
60	0.001457	0.00214	0.0000357
80	0.002261	0.00305	0.0000476
100	0.004312	0.00405	0.0000595

Dari tabel di atas kemudian dibuat menjadi grafik dan diagram batang sebagai berikut:

Untuk tanah pasir, dari penjabaran pada tabel 11 dan 12, terlihat bahwa hasil yang didapatkan dari laboratorium jika dibandingkan dengan hasil analisis menggunakan plaxis masih memiliki perbedaan. Ketika beban di kisaran 20 kg dan 40 kg terlihat hasil laboratorium lebih kecil daripada hasil plaxis. Tapi ketika beban sudah memasuki beban 60 kg terlihat bahwa presentase perbedaannya mengecil dan pada akhirnya penurunan di laboratorium lebih besar daripada hasil dari plaxis, hal ini diakibatkan karena sulitnya menjaga kadar air pada saat pemodelan.

Sehingga terlihat bahwa ketika percobaan masih dalam beberapa hari dilakukan, kadar air pada tanah masih sama, sehingga perbedaan antara hasil lab dengan plaxis masih kecil, tetapi ketika sudah lama kemungkinan besar tanah pasir yang diuji pengering apalagi untuk bagian permukaan, sehingga kadar air pada tanah berkurang dan tanah pasir menjadi bersifat lepas, dan mengakibatkan penurunan yang sedikit lebih

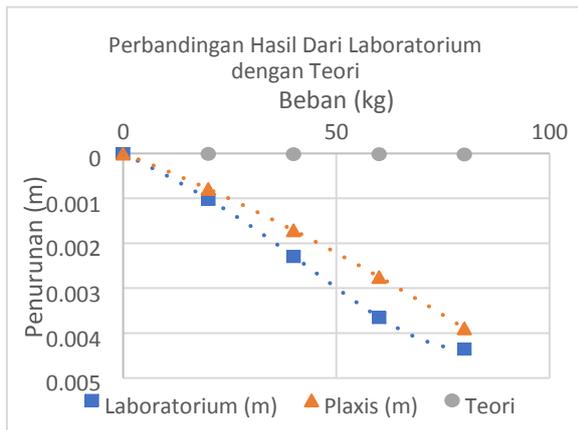
besar sehingga beda hasil laboratorium dan plaxis semakin hari semakin besar.

Perbandingan Hasil Pemodelan Dengan Analisis Teori Tiang Pancang Bulat Pada Tanah Lempung

Tabel 12. Perbandingan Hasil Laboratorium Dengan Analisis Teori

Beban (kg)	Laboratorium (m)	Plaxis (m)	Teori (m)
0	0	0	0
20	0.001015	0.00079	0.0000559
40	0.002294	0.00171	0.0000112
60	0.003648	0.00275	0.0000168
80	0.004348	0.00389	0.0002230

Dari tabel di atas kemudian dibuat menjadi grafik dan diagram batang sebagai berikut:



Grafik 7. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis Teori untuk Tiang Pancang Bulat pada Tanah Lempung.

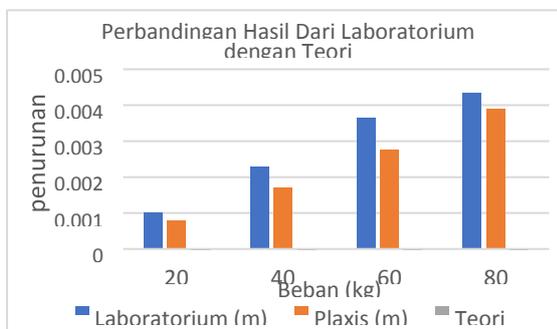


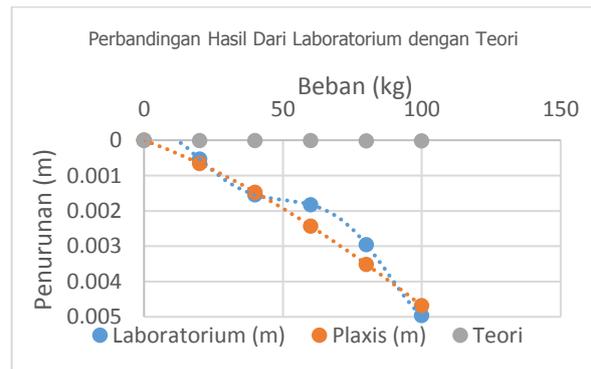
Diagram 7. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis Teori untuk Tiang Pancang Bulat pada Tanah Lempung.

Perbandingan Hasil Pemodelan Dengan Analisis Teori Tiang Pancang Persegi Pada Tanah Lempung

Tabel 13. Perbandingan Hasil Laboratorium Dengan Analisis Teori

Beban (kg)	Laboratorium (m)	Plaxis (m)	Teori (m)
0	0	0	0
20	0.0005	0.0007	0.0000356
40	0.0015	0.0015	0.0000712
60	0.0018	0.0024	0.0000107
80	0.0029	0.0035	0.0000142
100	0.0050	0.0047	0.0000178
120	0.0078	0.0060	0.0000214
140	0.0117	0.0074	0.0000249
160	0.0143	0.0089	0.0000285

Dari tabel di atas kemudian dibuat menjadi grafik dan diagram batang sebagai berikut :



Grafik 8. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis Teori Untuk Tiang Pancang Persegi pada Tanah Lempung.

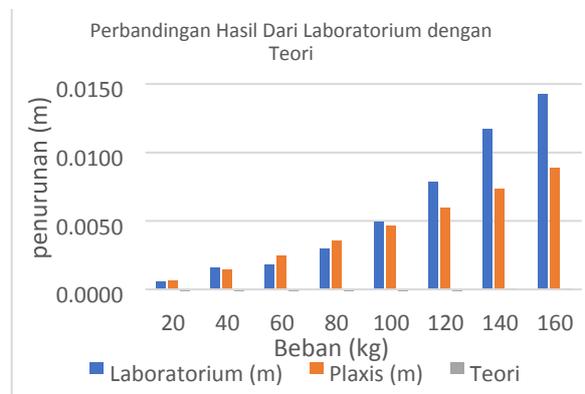


Diagram 8. Perbandingan Hasil Laboratorium dan Analisis Teori untuk Tiang Pancang Persegi pada Tanah Lempung.

Untuk tanah lempung sendiri, terlihat pada grafik 12 dan 13, bahwa terjadinya perbedaan cukup besar antara hasil lab dengan plaxis ketika beban membesar diakibatkan penurunan kadar air yang terjadi. Dalam hal ini kehilangan kadar air sangat berpengaruh pada kekuatan tanah untuk menahan beban. Tetapi upaya untuk menjaga kadar air dalam tanah ketika percobaan sedang berjalan telah dilakukan dengan semaksimal mungkin. Tetapi faktor suhu ruangan, kelembaban, dan angin juga memegang peranan penting terhadap hal itu yang dimana faktor-faktor tersebut memang tidak bisa diatur sedemikian rupa hingga tidak mempengaruhi percobaan yang dilakukan.

Hasil Analisis Daya Dukung Teori Kekakuan Relatif Tiang

a) Tanah pasir

- Tiang pancang persegi

$$= \frac{31764 \times (\pi^{0.025/34})}{87126 \times 0.3^4} = 0.33$$
- Tiang pancang bulat

$$= 0.56$$

b) Tanah lempung

- Tiang pancang persegi

$$= 0.9$$
- Tiang pancang bulat

$$= 1.538$$

Dari tabel 14 dan hasil diatas maka diketahui semua jenis pemodelan termasuk kedalam tiang kaku.

Efisiensi Tiang

$$Eg = 1 - \arctan \frac{D}{d} \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \times m \times n} = 0.795$$

Sehingga didapatkan hasil efisiensi sebesar 0,795 atau 79,5 %.

Perbandingan Hasil Laboratorium dengan Hasil Perhitungan Analitis

Dari hasil perhitungan analitis yang telah dilakukan maka dilakukan perbandingan dengan hasil yang didapatkan dan dijabarkan dalam tabel 15

Tabel 14. Rangkuman Hasil Perhitungan Analitis

Tanah lempung – tiang pancang bulat			
Metode	Tahanan ujung	Tahanan samping	Qu
	(kg)	(kg)	(kg)
Meyerhof	13.5	0.334	13.834
Terzaghi	17.6		17.934
Tomlinson	14		14.334
Tanah lempung – tiang pancang persegi			
Metode	Tahanan ujung	Tahanan samping	Qu
Meyerhof	22	0.426	22.426
Terzaghi	22.44		22.866
Tomlinson	17.9		18.326
Tanah pasir – tiang pancang persegi			
Metode	Tahanan ujung	Tahanan samping	Qu
Meyerhof	17.25	7.6	24.85
Vesic	17.25		24.85
Coyle & castello	7		14.6
Tanah lempung – tiang pancang bulat			
Metode	Tahanan ujung	Tahanan samping	Qu
Meyerhof	28.8	5.97	34.77
Vesic	21.97		27.84
Coyle & castello	8.97		14.94

Tabel 15. Perbandingan Hasil Laboratorium dengan Perhitungan Analitis

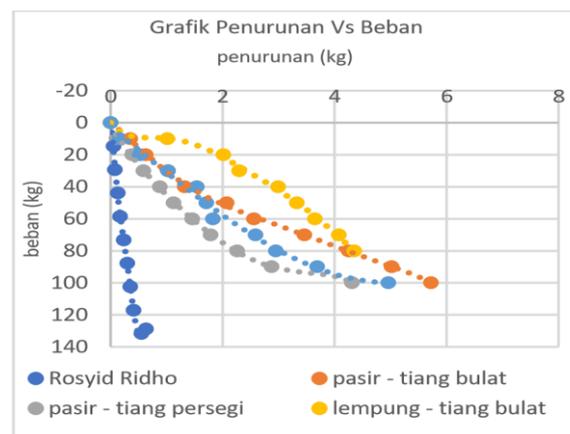
Tanah Lempung - Tiang Pancang Bulat					
Metode	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(%)	(%)
	Qult Teori	Qult Lab		Penyimpangan	Efisiensi
		Grup	Single		
Meyerhoff	13.834	82	20.5	48%	67%
Terzaghi	17.934			14%	87%
Tomlinson	14.334			43%	70%
Tanah Lempung - Tiang Pancang Kotak					
Metode	Qult Teori	Qult Lab		Penyimpangan	Efisiensi
		Grup	Single		
	Meyerhoff	22.426	108	27	20%
Terzaghi	22.866	18%			85%
Tomlinson	18.326	32%			68%
Tanah Pasir - Tiang Pancang Bulat					
Metode	Qult Teori	Qult Lab		Penyimpangan	Efisiensi
		Grup	Single		
	Meyerhoff	24.85	75	18.75	39.64
Vesic	24.85	39.64			75%
Coyle & Castello	14.6	2.67			128%
Tanah Pasir - Tiang Pancang Kotak					
Metode	Qult Teori	Qult Lab		Penyimpangan	Efisiensi
		Grup	Single		
	Meyerhoff	28.8	98	24.5	21.88
Vesic	21.97	2.36			112%
Coyle & Castello	8.97	60.13			273%

Dari hasil dari tabel 15. di atas, ada beberapa hal penting yang didapatkan:

1. Untuk tiang pancang bulat pada tanah lempung, hasil yang di dapatkan dari laboratorium memiliki perbedaan nilai efisiesi tiang yang didapatkan dari laboratorium sebesar 87 % dan memiliki nilai penyimpangan terbesar sebesar 48%
2. Untuk tiang pancang persegi pada tanah lempung, hasil yang mendekati nilai dari laboratorium adalah dengan menggunakan metode Terzaghi dengan nilai penyimpangannya sebesar 18% dan secara keseluruhan, memiliki perbedaan rata-rata sebesar 22.5 % dan nilai efisiensi terbesar senilai 85% untuk metode terzaghi
3. Untuk tiang pancang persegi pada tanah pasir, nilai peperbedaan terkecil dengan nilai penyimpangan sebesar 2.67% dengan menggunakan metode Coyle & Castello dan jika dirata-ratakan memiliki perbedaan sebesar 14%
4. Untuk tiang pancang bulat pada tanah pasir, metode *vesic* yang hasilnya mendekati hasil laboratorium dengan penyimpangan sebesar

2.36% tetapi untuk efisiensi hanya Metode Meyerhof yang masuk di bawah 100%

Dari penjabaran di atas terlihat perbedaan antara hasil laboratorium dengan hasil perhitungan manual. Hal ini terjadi dikarenakan untuk perhitungan manual, parameter-parameter tanah berpengaruh terhadap hasil dari Qult yang didapatkan.



Grafik 9. Perbandingan Antara Hasil Laboratorium Dengan Hasil Penelitian Sebelumnya

Sementara untuk hasil dari laboratorium untuk menentukan Qult didapatkan dari hasil persinggungan antara grafik penurunan dan beban dengan grafik menurut kriteria Davisson yang untuk menentukan grafik hanya memerlukan spesifikasi dari tiang pancang seperti elastisitas tiang dan diameter tiang seperti yang telah dijabarkan sebelumnya di landasan teori.

Dari grafik 9. terlihat bahwa penurunan yang terjadi kecil untuk penelitian Ridho (2011) untuk beban yang sama. Hal ini bisa diakibatkan beberapa hal diantaranya jenis tanah yang berbeda, ukuran tiang yang digunakan dan lingkungan sekitar tempat penelitian juga bisa berpengaruh.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penjabaran dan analisis yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas daya dukung yang didapatkan adalah sebagai berikut :
2. Untuk pengaruh perubahan bentuk tiang pancang dan jenis tanah terhadap kapasitas dukung:
 - Tiang pancang yang berbentuk kotak memiliki kapasitas dukung yang lebih tinggi dari pada tiang berbentuk bulat. dengan presentasi perbedaan sebesar 50% untuk tanah lempung dan 56 % untuk tanah pasir.
 - Tanah pasir yang padat memiliki kapasitas dukung yang lebih besar daripada tanah lempung dimana untuk presentase perbedaannya didapatkan sebesar 33% untuk Tiang penampang persegi dan 25% untuk tiang penampang bulat.
3. Perbandingan dengan hasil laboratorium dengan teori
 - Secara umum untuk perbedaan hasil plaxis dengan laboratorium sebesar 25%
 - Untuk hasil perhitungan, bentuk pemodelan yang memiliki efisiensi yang

sangat kecil adalah model tiang penampang bulat pada tanah lempung dan yang memiliki efisiensi sangat besar adalah tiang pancang penampang kotak pada tanah lempung dengan nilai sebesar 10.6%

- Setelah di lakukan analisa di ketahui meskipun luas penampang sama, akan tetapi luas selimut berbeda sehingga didapatkan bahwa penurunan pada tiang pancang penampang bulat lebih besar daripada tiang penampang persegi
- Dari penjabaran sebelumnya maka diketahui bahwa bentuk fondasi, jenis tanah sangat berpengaruh pada kapasitas dukung tiang pancang grup.

Saran

Dari selama proses penelitian dilakukan didapatkan hal-hal yang perlu untuk dijadikan masukan untuk penelitian ini dan perlu untuk ditindak lanjuti berupa:

1. Perlunya dilakukan analisis besarnya pengaruh kadar air terhadap kapasitas dukung tiang. Dikarenakan pengaruh kadar air sangat berperan penting terhadap kapasitas dukung tiang sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan.
2. Penelitian ini juga masih bisa dikembangkan, salah satunya pengaruh bentuk ujung taiang pancang dan pengaruh dimensi pile cap terhadap kapasitas dukung.
3. Kontrol terhadap hasil yang didapatkan dari laboratorium bisa digunakan dengan menggunakan cara yang berbeda ataupun dengan *software* yang berbeda.
4. Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan menambah jumlah tiang dan jarak tiang sehingga dapat diketahui presentase kenaikan kapasitas dukung dengan bertambahnya jumlah tiang.

Diperlukannya metode khusus atau perlakuan khusus agar dapat menjaga kondisi sampel penelitian sehingga kondisi sampel penelitian tidak berubah dengan kondisi awal.

DAFTAR PUSTAKA

- Das BM. 2011. *Principles Of Foundation Engineering*. Global Engineering. Stamford.
- Das BM. 2008. *Advance Soil Mechanics*. New York. Taylor And Francis.
- Hardiyatmo H.C. 2012. *Mekanika Tanah 1*. Bandung. Gadjah Mada University Press..

- Hardiyatmo, H. C., 2010. *Mekanika Tanah 2*. Bandung. Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2014. *Analisis Dan Perancangan Pondasi 1*. Bandung. Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2014. *Analisis Dan Perancangan Pondasi 2*. Bandung. Gadjah Mada University Press.
- Lab. Komputasi DTSL FT UGM, "PLAXIS". 14 Februari 2018.
http://Komputasi.Lab.Tsipil.Ugm.Ac.Id/?Page_Id=1056.
- Sidharta SK. *Rekayasa Fundasi II Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam*. Jakarta. Universitas Gunadharma,.
- Wood DM. 2004. *Geotechnical Modelling*. New York. Spoon Press

Halaman ini sengaja dikosongkan