

ANALISIS PENGARUH JARAK DAN KONFIGURASI TIANG PADA TANAH LEMPUNG TERHADAP DEFLEKSI TIANG PANCANG KELOMPOK AKIBAT BEBAN LATERAL

Faizal S. Lamansari

Sjachrul Balamba, Lanny D. K. Manaroinsong

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi

Email : faizal.lamansari93@gmail.com

ABSTRAK

Pondasi tiang merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah keras yang terletak pada kedalaman tertentu.

Penelitian ini dilakukan untuk melihat besar defleksi yang terjadi akibat jarak dan konfigurasi tiang terhadap defleksi tiang pancang kelompok akibat beban lateral. Penelitian ini merupakan penelitian skala kecil uji model laboratorium yang dilakukan dengan uji pembebanan (Load Test) secara lateral pada tanah lempung berpasir terhadap pondasi tiang kelompok ujung tertutup yang mana model tiang pancang berbentuk bulat, jarak tiang 3D, 4D, 5D, 6D dan konfigurasi tiang persegi, segitiga, dan jajar genjang yang kemudian hasilnya dibandingkan dengan perhitungan manual.

Dari penelitian ini diketahui bahwa, model tiang persegi (empat tiang), segitiga (tiga tiang) dan Jajar Genjang (empat tiang), Jarak 3D terjadi defleksi yang lebih besar di bandingkan dengan model tiang dengan jarak 4D, 5D dan 6D, dan model tiang persegi (empat tiang) memiliki defleksi yang lebih kecil akibat konfigurasi tiang dibandingkan dengan model tiang segitiga (tiga tiang) dan model tiang jajar genjang (empat tiang). Didapatkan juga defleksi akibat variasi beban bahwa semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar defleksi yang terjadi. Dari perbandingan hasil laboratorium dan hasil analisis secara umum didapatkan perbedaan sebesar $\pm 45\%$ dan model tiang segitiga (tiga tiang) memiliki defleksi yang lebih besar dibandingkan dengan model tiang persegi (empat tiang) dan jajar genjang (empat tiang).

Kata Kunci : Pondasi Tiang Pancang, Jarak, Konfigurasi, Defleksi Lateral

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pondasi tiang pancang (pile foundation) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu.

Tiang pancang bentuknya panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (steel), dan beton. Tiang pancang yang terbuat dari bahan ini adalah dipukul, di bor atau di dongkrak ke

dalam tanah dan dihubungkan dengan Pile cap (poer). Tergantung juga pada tipe tanah, material dan karakteristik penyebaran beban tiang pancang di klasifikasikan berbeda - beda. Pondasi tiang sudah digunakan sebagai penerima beban dan sistem transfer beban bertahun-tahun. Pada awal peradaban, dari komunikasi, pertahanan, dan hal-hal yang strategi dari desa dan kota yang terletak dekat sungai dan danau. Oleh sebab itu perlu memperkuat tanah penunjang dengan beberapa tiang.

Tiang yang terbuat dari kayu (timber pile) dipasang dengan dipukul ke

dalam tanah dengan tangan atau lubang yang digali dan diisi dengan pasir dan batu.

Tiang Pancang selain menerima beban vertikal juga dapat memikul beban lateral seperti pada konstruksi pilar jembatan, konstruksi bangunan lepas pantai, konstruksi Dermaga, tembok penahan tanah yang dilengkapai dengan tiang pancang.

Pada perencanaan tiang pancang tidak memperhitungkan tebal dari pile cap baik untuk beban vertikal maupun untuk pembebanan lateral. Tiang pancang yang memikul beban lateral salah satu yang menentukan stabilitasnya adalah besarnya defleksi yang terjadi harus memenuhi defleksi yang disyaratkan.

Rumusan Masalah

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

1. Berapa besar defleksi yang terjadi akibat jarak dan konfigurasi tiang Kelompok.
2. Berapa besar defleksi yang terjadi pada tiang pancang Kelompok dengan variasi beban menggunakan metode uji pemodelan dan analisis pada tanah 1 lapis. (Lempung Berpasir)
3. Bagaimana hasil dari hasil uji pemodelan jika di bandingkan dengan rumus analitis.

Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian di lakukan di laboratorium dengan pemodelan fisik
2. Penelitian ini tidak memperhitungkan pengaruh air tanah dan daya dukung tanah
3. Pemodelan didalam box yang berukuran 100 x 100 x 100 cm
4. Jenis tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah lempung berpasir

5. Jenis tiang pancang yang dimodelkan adalah tiang pancang berlubang dengan ujung tertutup
6. Menggunakan tiang pancang vertikal
7. Pile cap yang digunakan berukuran 35 cm x 24 cm untuk semua bentuk tiang
8. Model tiang terbuat dari pipa besi bulat.
9. Pembebanan dilakukan hanya beban lateral tanpa mempedulikan beban vertical, momen maupun gempa.
10. Rotasi tiang tidak diperhitungkan
11. Kepadatan yang digunakan menggunakan kepadatan tanah hasil pemadatan di laboratorium
12. Pengaruh jarak dari tiang ke dinding box tidak diperhitungkan

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui besar defleksi yang terjadi akibat jarak dan konfigurasi tiang pancang kelompok.
2. mengetahui besar defleksi yang terjadi pada tiang pancang kelompok dengan variasi beban menggunakan metode uji pemodelan dan analisis pada tanah 1 lapis. (Lempung)
3. Membandingkan hasil yang di dapat dari pemodelan dengan hasil perhitungan analitis.

Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menambah wawasan bidang IPTEK dalam menganalisis Pengaruh Jarak dan Konfigurasi Tiang pada Tanah Lempung Terhadap Defleksi Tiang Pancang Kelompok Akibat Beban Lateral.
2. Untuk menambah ilmu pengetahuan, wawasan, dan pembanding kelak jika akan melakukan suatu pekerjaan yang sama atau sejenis.
3. Terutama bagi penulis sendiri sebagai penambah ilmu pengetahuan dan pengalaman agar mampu melaksanakan kegiatan yang sama pada saat bekerja atau terjun ke lapangan

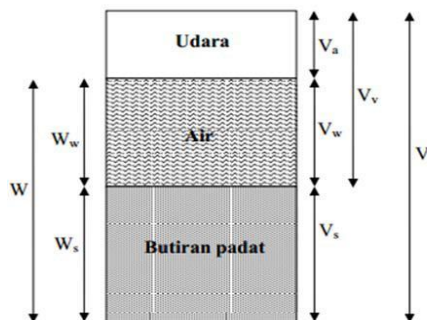
4. Dapat membantu mahasiswa lainnya sebagai referensi atau contoh apabila mengambil topik bahasan yang sama.

Sifat untuk mengukur/ menentukan kemampuan tanah melewati air melalui pori-porinya. Sifat ini penting dalam konstruksi bendung tanah urugan (earth dam) dan persolan drainase

LANDASAN TEORI

Tanah

Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut. Sementara tanah menurut Terzaghi yaitu tanah terdiri dari butiran-butiran hasil pelapukan massa batuan massive, dimana ukuran tiap butirnya dapat sebesar kerikil-pasir-lanau-lempung dan kontak antar butir tidak tersementasi termasuk bahan organik.



Gambar 2.1 Diagram fase Tanah

Dengan:

- V : volume total = $V_a + V_w + V_s$
- V_a : volume udara (dalam bagian berongga)
- V_w : volume air (dalam bagian berongga)
- V_s : volume butir tanah
- V_v : volume rongga = $V_a + V_w$
- W : berat total = $W_s + W_w$
- W_s : berat butir tanah padat
- W_w : berat air
- W_a : berat udara = 0

Sifat – Sifat Tanah

Adapun sifat-sifatnya antara lain:

1. Permeabilitas (Permeability)

2. Konsolidasi (Consolidation)

Pada konsolidasi dihitung dari perubahan isi pori tanah akibat beban. Sifat ini dipergunakan untuk mengetahui keruntuhan. Sifat ini diperhitungkan untuk menentukan penurunan (settlement).

3. Tegangan geser (shear strength)

Untuk menentukan kemampuan tanah menahan tekanan tanjan mengalami keruntuhan. Sifat ini dibutuhkan dalam perhitungan stabilitas pondasi/dasar yang dibebani, stabilitas tanah isian/ timbunan di belakang bangunan penahan tanah dan stabilitas timbunan tanah.

4. Sifat-sifat fisik lainnya

Tanah terdiri dari dua bagian, yaitu bagian padat dan bagian rongga. Bagian padat terdiri dari partikel-partikel padat, sedangkan bagian rongga berisikan air atau udara atau sepenuhnya bila tanah tersebut jenuh atau kering. Apabila gumpalan tanah tidak sepenuhnya dalam keadaan basah (jenuh), maka rongga tanah akan terisi oleh air dan udara.

Tanah Lempung

Lempung adalah agregat dengan partikel-partikel berukuran mikroskopis dan submikroskopis (tidak dapat dilihat dengan jelas hanya menggunakan mikroskop biasa) yang berasal dari pembusukan-pembusukan kimiawi unsure-unsur penyusun batuan dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai banyak. Dalam keadaan kering sangat keras dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket.

Lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi

menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu dengan yang lain, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu diubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk semula atau aslinya dan tanpa terjadi retak-retak atau pecah-pecah.

Sifat butiran yang paling penting pada lempung adalah komposisi meinerologi. Tiga golongan utama mineral lempung adalah simektit, illit, dan kaolinit. Ketiga mineral utama lempung tersebut merupakan alumino-silikat hidro kristalin. Hasil studi dengan menggunakan teknik-teknik difraksi mikroskop electron dan sinar x menunjukkan bahwa mineral lempung mempunyai struktur kisi-kisi yang mana atom-atomnya tersusun dalam beberapa lembaran. Susunan dan komposisi kimia lembaran-lembaran ini menentukan jenis mineral lempungnya. Blok bangunan dasar mineral lempung adalah tetrahedron silica dan octahedral untuk menghasilkan berbagai macam jenis lempung.

Tiang Pancang

Tiang pancang adalah bagian - bagian konstruksi yang dibuat dari kayu, beton, dan atau baja, yang digunakan untuk meneruskan (mentransmisikan) beban-beban permukaan ke tingkat-tingkat permukaan yang lebih rendah dalam massa tanah (Bowles, 1993).

Pemakaian tiang pancang dipergunakan untuk suatu pondasi untuk suatu bangunan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (bearing capacity), yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, atau apabila tanah keras yang mana mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya letaknya sangat dalam (Sardjono HS, 1996).

Tiang pancang berfungsi untuk memindahkan atau mentransferkan beban-beban dari konstruksi di atasnya (uper structure) kelapisan tanah.

Dalam pelaksanaan pemancangan, pada umumnya dipancangan tegak lurus dalam tanah, tetapi ada juga dipancangan

miring (battle pile) untuk dapat menahan gaya - gaya horizontal yang bekerja. Hal seperti ini sering terjadi pada dermaga, dimana terdapat tekanan kesamping dari kapal dan perahu.

Sudut kemiringan yang dapat dicapai oleh tiang tergantung dari alat yang dipergunakan serta disesuaikan pula dengan perencanaannya.

Tiang pancang pada umumnya digunakan:

1. Untuk membawa beban-beban konstruksi di atas tanah, ke dalam atau melalui sebuah lapisan tanah. Di dalam hal ini beban vertikal dan beban lateral dapat terlihat.
2. Untuk menahan gaya desakan ke atas, atau gaya guling, seperti untuk telapak ruangan bawah tanah di bawah bidang batas air jenuh atau untuk kaki - kaki menara terhadap guling.
3. Memampatkan endapan tak berkoheesi yang bebas lepas melalui kombinasi perpindahan isi tiang pancang dan dorongan. Tiang pancang ini dapat ditarik keluar kemudian.
4. Mengontrol penurunan bila kaki - kaki yang tersebar atau telapak berada pada tanah tepi atau didasari oleh sebuah lapisan yang kemampatannya tinggi.
5. Membuat tanah di bawah pondasi mesin menjadi kaku untuk mengontrol amplitudo getaran dan frekuensi alamiah dari sistem tersebut.
6. Sebagai faktor keamanan tambahan di bawah tumpuan jembatan dan / atau pir (tiang), khususnya jika erosi merupakan persoalan yang potensial.
7. Dalam konstruksi lepas pantai untuk meneruskan beban - beban di atas permukaan air melalui air dan ke dalam tanah yang mendasari air tersebut. Hal seperti ini adalah mengenai tiang pancang yang ditanamkan sebagian dan yang terpengaruh baik oleh beban vertikal (dan tekuk) maupun beban lateral (Bowles, 1993).

Pembebanan

Besar dan macam beban yang bekerja pada struktur sangat tergantung dari jenis struktur. Berikut ini akan disajikan jenis-jenis beban, data beban

serta faktor-faktor dan kombinasi pembebanan sebagai dasar acuan bagi perhitungan struktur.

1. Beban mati (Dead Load)

Beban mati merupakan beban yang bekerja akibat gravitasi yang bekerja tetappada posisinya secara terus menerus dengan arah ke bumi tempat struktur didirikan. Yang termasuk beban mati adalah berat struktur sendiri dan juga semua benda yang tetap posisinya selama struktur berdiri.

2. Beban hidup (Live load)

Beban hidup merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung dan barang-barang yang dapat berpindah, mesin dan peralatan lain yang dapat digantikan selama umur gedung.

3. Beban Angin (Wind Load)

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagiangedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Beban angina ditunjukkan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negative (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang - bidang yang ditinjau. Besarnya tekanan positif dan tekanan negatif ini dinyatakan dalam kg/m², ditentukandengan mengalikan tekanan tiup yang telah ditentukan dengan koefisien-koefisien angin yang telah ditentukan dalam peraturan ini.

berkurang jika jarak tiang semakin dekat. Persamaan-persamaan yang diusulkan berdasarkan pada susunan tiang, jarak relative dan diameter tiang, dengan mengabaikan panjang tiang, variasi bentuk tiang yang meruncing, variasi sifat tanah dan muka air tanah, salah satu dari persamaan-persamaan efisiensi tiang tersebut, yang didasarkan oleh converse-labbare formula, sbb:

$$E_g = 1 - \Theta ((n^{m-1})m + (m-1)n^m) / 90mn^m$$

Dengan,

- E_g = efisiensi kelompok tiang
- m = jumlah baris tiang
- n' = jumlah tiang dalam satu baris
- Θ = arc tg d/s, dalam derajat
- S = jarak ke pusat tiang (m)
- D = diameter tiang (m)

Efisiensi kelompok tiang didefinisikan sebagai:

$$E_g = Q_g / nQ_u$$

Dengan,

- E_g = efisiensi kelompok tiang
- Q_g = beban maksimum kelompok tiang yang mengakibatkan keruntuhan
- Q_u = beban maksimum tiang tunggal yang mengakibatkan keruntuhan
- n = jumlah tiang dalam kelompok

Tiang Pancang Kelompok (Pile Group)

Tabel 2.6 Jarak minimum dari pusat tiang pancang ke pusat tiang pancang lainnya

Type Pile	BOCA, 1993 (Sec. 1013.8)	NBC, 1976 (Sec. 912.11)	Chicago, 1994 (Sec. 13-132-120)
Friction	2D atau 1.75H ≥ 760 mm	2D atau 1.75H ≥ 760 mm	2D atau 2H ≥ 760 mm
Point bearing	2D atau 1.75H ≥ 610 mm	2D atau 1.75H ≥ 610 mm	

dimana : D = diameter tiang pancang
H = diagonal tiang pancang

Nilai optimum dari s untuk beban vertikal:

- s = 2.5 - 3.5 H atau
- s = 2 - 3 H

Kapasitas dukung tiang gesek (friction pile) dalam tanah lempung akan

Tiang Mendukung Beban Lateral

Dalam analisis gaya lateral, tiang dibedakan menurut model ikatannya dan pile capnya, yaitu:

1. Tiang ujung bebas (free end pile)
2. Tiang ujung jepit (fixed end pile)

Menurut McNulty (1956) tiang ujung jepit yaitu tiang yang ujung atasnya tertanam paling sedikit sedalam 60 cm.

Perencanaan pondasi tiang pancang yang menahan gaya lateral harus memperhatikan 2 kriteria, yaitu:

1. Faktor aman terhadap keruntuhan ultimit harus memenuhi.

- Defleksi yang terjadi akibat beban yang bekerja harus masih dalam batas-batas toleransi.

Tabel 2.7 Gaya lateral ijin bekerja pada kepala tiang beton dan kayu pada kondisi jangka panjang (Peleomite, 1973)

Luas tampang Tiang (m ²)	Momen lentur Maks (t.m)	Gaya lateral ijin (ton)		
		Lempung g tg =0,5	Lana u tg =0,7	Pasi r tg =0,9
0,04	0,45	0,5	0,6	0,7
0,06	0,85	0,8	1,0	1,2
0,09	1,50	1,3	1,6	1,9

Defleksi Tiang Vertikal

Dalam perancangan pondasi tiang, tiang – tiang tidak dibolehkan mengalami defleksi lateral terlalu besar. Hal ini, karena jika kemiringan tiang terlalu besar, maka akan membahayakan stabilitas jangka panjang bangunan yang didukungnya. Ketika perpindahan tiang lateral kecil, maka kekuatan tanah masih belum termobilisasi sepenuhnya, sehingga persamaan – persamaan perpindahan tiang kearah lateral umumnya didasarkan pada teori elastis.

Bangunan gedung, jembatan dan struktur – struktur semacamnya, umumnya gerakan lateral yang ditoleransikan hanya berkisar antara 6 mm sampai 18 mm. karena itu, analisis beban-deformasi harus dilakukan guna menentukan besarnya beban lateral maksimum yang masih diperbolehkan. Analisis ini juga mengevaluasi momen maksimum pada defleksi yang ditentukan.

Untuk menentukan besarnya defleksi tiang yang mendukung beban lateral, perlu diketahui factor kekakuan tiang, yang dapat ditentukan dengan menghitung faktor-faktor kekakuan R dan T. Faktor-faktor kekakuan tersebut, dipengaruhi oleh kekakuan tiang (EI) dan kompresibilitas tanah yang dinyatakan

dalam modulus tanah, K (soil modulus) yang tidak konstan untuk sembarang tanah, tapi bergantung pada lebar dan kedalaman tanah yang dibebani.

Jika tanah berupa lempung kakuterkonsolidasi berlebihan (stiff over consolidated clay), modulus tanah umunya dapat dianggap konstan di seluruh kedalamannya. Faktor kekakuan untuk modulus tanah konstan (R) dinyatakan oleh persamaan:

$$R = \sqrt[4]{E_p I_p / K}$$

Dengan

K = k_h d = k₁ / 1,5 = Modulus tanah
 k₁ = modulus reaksi subgrade dari Terzaghi

E_p = modulus elastis tanah

I_p = momen inersia tiang

d = lebar atau diameter tiang

Metode broms (1964a) dapat digunakan untuk menghitung defleksi lateral tiang yang berada pada lapisan tanah homogen dan murni berupa tanah kohesif (lempung jenuh, φ=0) atau granuler (pasir, c=0).

Tiang ujung jepit dianggap berkelakuan seperti tiang pendek, bila βL < 0.5 dengan

$$y_o = \frac{H}{k_h d L}$$

Dengan k_h koefisien reaksi subgrade horizontal

Pemodelan Geoteknik

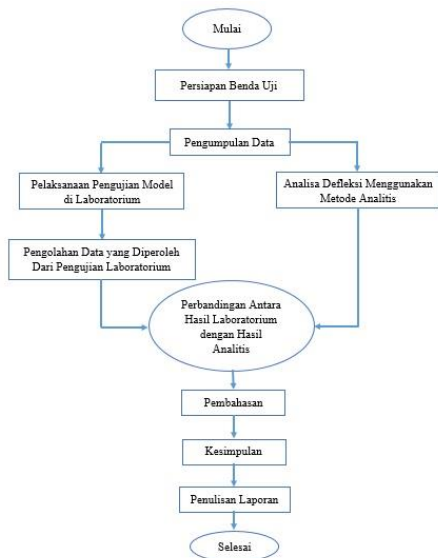
Sebuah model merupakan suatu penyederhanaan yang paling cocok untuk suatu kenyataan. Pemodelan fisik biasanya dipakai untuk mempelajari secara detail, perilaku dari suatu prototipe (bentuk asli benda yang akan dimodelkan).

Tabel 1. Faktor Skala Model

Quantity	General	Scale Factors	
		lg (laboratory)	ng (centrifuge)
Length	<i>n_l</i>	1/ <i>n</i>	1/ <i>n</i>
Mass Density	<i>n_p</i>	1	1
Acceleration	<i>n_g</i>	1	<i>n</i>
Stiffness	<i>n_G</i>	1/ <i>n²</i>	1
Stress	<i>n_p n_g n_l</i>	1/ <i>n</i>	1

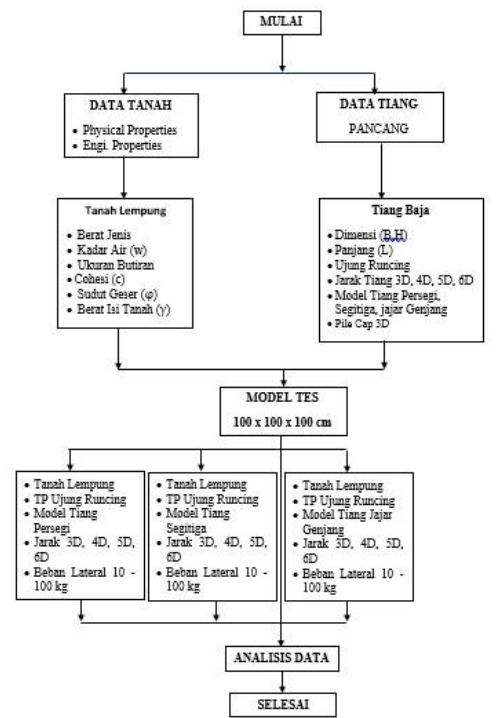
METODE PENELITIAN

Bagan Alir Tahapan Perencanaan Studi



Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian secara umum

Bagan Alir Tahapan Penelitian Laboratorium



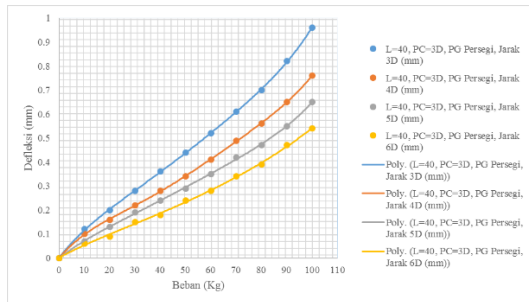
3.2 Bagan Alir Penelitian Secara Khusus

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, ditentukan tiang pancang bulat diameter 3 cm dengan panjang tiang (L) 40 cm, Pile Cap (PC) 3D, Jarak Tiang 3D, 4D, 5D, 6D dan model tiang pancang kelompok (PG) Persegi (2 x 2), Segitiga (Tiga tiang), Jajar Genjang (Empat tiang) dengan ujung tiang pancang runcing dan, dibebani beban lateral 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 kg pada tanah lempung. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 4.1.1 sampai 4.1.3 dan gambar 4.2.1 sampai 4.2.4.

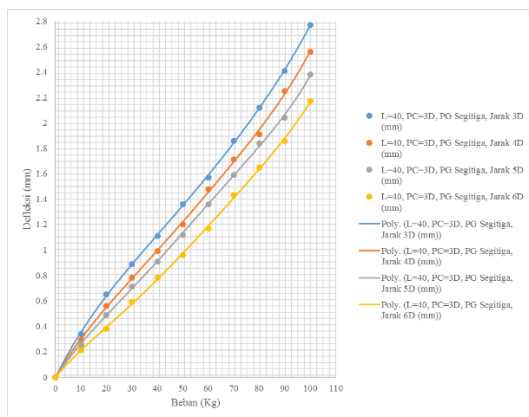
Defleksi Pada Model Tiang Pancang Kelompok

Defleksi pada tiang pancang kelompok (PG) Persegi (empat tiang)



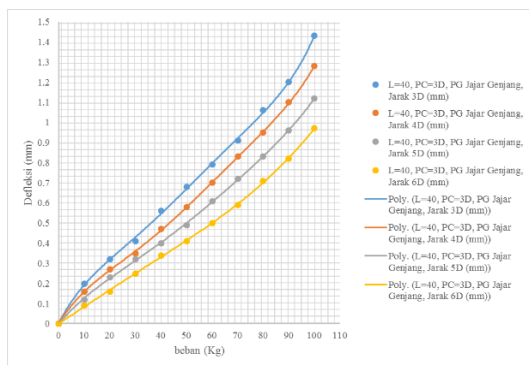
Grafik 1. Defleksi pada tiang pancang kelompok (PG) Persegi (2 x 2)

Defleksi pada tiang pancang kelompok (PG) segitiga (3 Tiang)



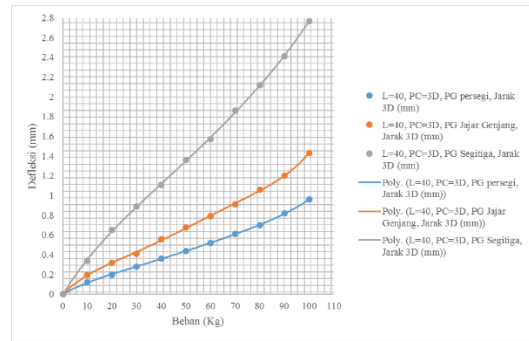
Grafik 2. Defleksi pada tiang pancang kelompok (PG) segitiga (3 tiang)

Defleksi pada tiang pancang kelompok (PG) Jajar Genjang (4 Tiang)



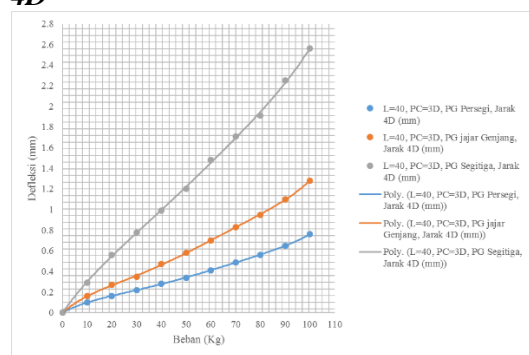
Grafik 3. Defleksi pada tiang pancang kelompok (PG) Jajar Genjang (4 tiang)

Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 3D, 4D, 5D dan 6D
Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 3D



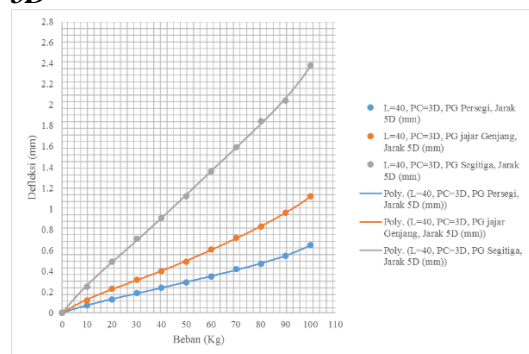
Grafik 4. Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 3D

Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 4D



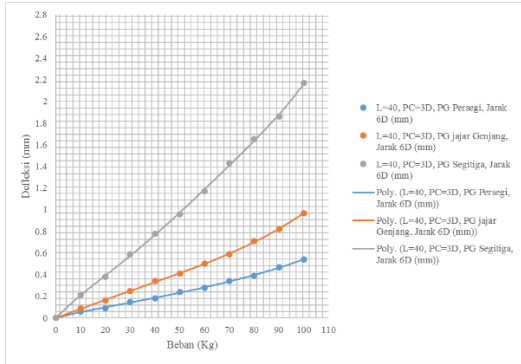
Grafik 5. Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 4D

Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 5D



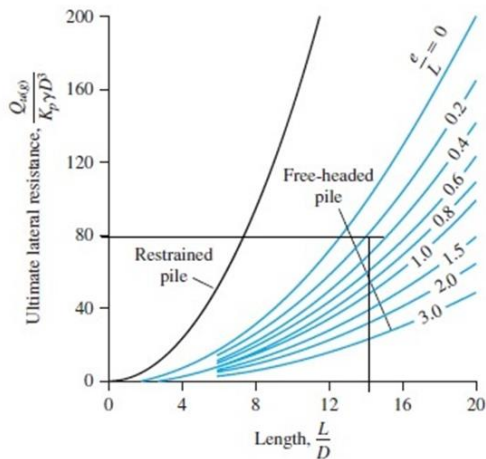
Grafik 6. Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 5D

Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 6D



Grafik 7. Defleksi Tiang Pancang Kelompok Jarak 6D

Perbandingan Antara Hasil Laboratorium dan Hasil Teori Analitis Menghitung Q_u (g) dengan metode Broms:



$$\frac{L}{D} = \frac{40}{3} = 13.3$$

$$\frac{Q_u(g)}{K_p} = 80$$

$$Q_u(g) = 80 \cdot K_p \cdot \gamma \cdot D^3$$

Dik:

$$K_p = tg^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = tg^2 \left(45^\circ + \frac{19}{2} \right)$$

$$= 1.965459$$

$$\gamma = 1.749$$

$$D = 3 \text{ cm}$$

Maka:

$$Q_u(g) = 80 \times 1.965459 \times 1.749 \times 3^3$$

$$= 7425.1896 \text{ kg/cm}$$

Teori Analitis dengan Metode Broms:

$$K_h = n_h \times \frac{Z}{D}$$

$$K_h = 0.111 \times \frac{40}{3} = 1.48$$

$$K_h = k_1 (1.5d)$$

$$K_1 = \frac{\text{Tekanan Pada Pelat}}{\text{Perpindahan Horizontal}} = \frac{10}{0.12} = 83.33$$

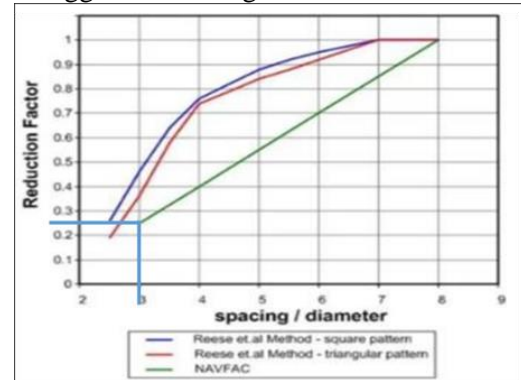
kg/cm

$$K_h = 83.33 \times (1.5 \times 0.03) = 3.74$$

$$Y_0 = \frac{H}{k_h d L}$$

$$Y_0 = \frac{10}{3.74 \times 3 \times 40} = 0.0222 \text{ cm}$$

Setelah di dapatkan Nilai Y_0 , selanjutnya menentukan Faktor Reduksi dengan menggunakan cara grafis

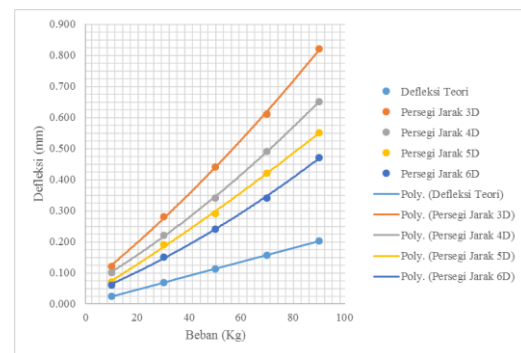


Gambar Faktor Reduksi
Sumber : Balamba, 2017

$$H_{\text{group}} = \text{Faktor Reduksi} \times n \times H$$

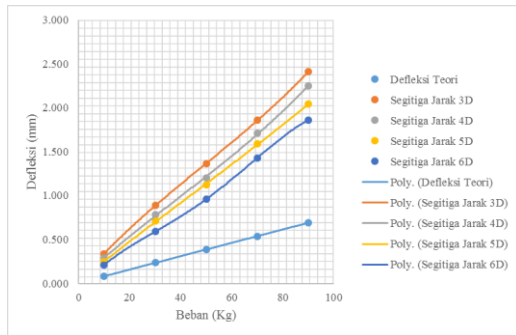
$$H_{\text{group}} = 0.25 \times (4 \times 10) = 10$$

Hasil Teori Analitis dan Laboratorium (Model Tiang Persegi)



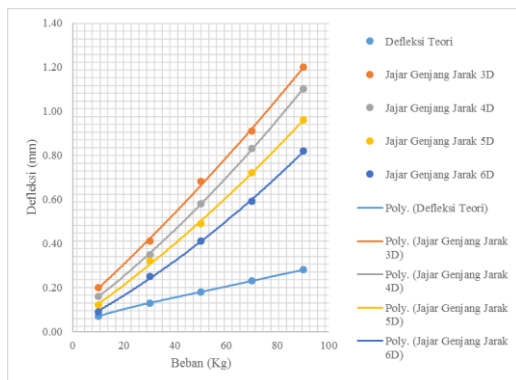
Grafik 8. Perbandingan Antara Hasil Laboratorium dan Hasil Teori Analitis

Hasil Teori Analitis dan Laboratorium (Model Tiang Segitiga)



Grafik 9. Perbandingan Antara Hasil Laboratorium dan Hasil Teori Analitis

Hasil Teori Analitis dan Laboratorium (Model Tiang Jajar Genjang)



Grafik 10. Perbandingan Antara Hasil Laboratorium dan Hasil Teori Analitis

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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

1. Dari pengujian di Laboratorium di dapatkan hasil defleksi tiang pancang akibat jarak dan konfigurasi tiang:
 - a. Tiang pancang dengan panjang tiang 40 cm, model tiang persegi (empat tiang), segitiga (tiga tiang) dan Jajar Genjang (empat tiang), Jarak 3D terjadi defleksi yang lebih besar di

bandingkan dengan model tiang dengan jarak 4D, 5D dan 6D.

- b. Akibat konfigurasi tiang, model tiang persegi (empat tiang) memiliki defleksi yang lebih kecil dibandingkan dengan model tiang segitiga (tiga tiang) dan model tiang jajar genjang (empat tiang).
2. Defleksi yang terjadi akibat variasi beban terlihat bahwa semakin besar beban yang diberikan maka semakin besar defleksi yang terjadi pada tiang pancang.
 3. Perbandingan hasil laboratorium dengan teori analitis:
 - Secara Umum perbedaan hasil teori analitis dengan laboratorium sebesar $\pm 45\%$
 - Untuk hasil perhitungan, bentuk pemodelan yang memiliki defleksi yang sangat kecil adalah model tiang Persegi pada tanah lempung dan yang memiliki defleksi sangat besar adalah model tiang adalah model tiang segitiga.

Saran

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 kepadatan tanah terhadap defleksi tiang pancang. Dikarenakan pengaruh kepadatan tanah sangat berperan penting terhadap defleksi tiang sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan.
2. Penelitian ini juga masih bisa dikembangkan, salah satunya pengaruh bentuk ujung tiang pancang dan pengaruh dimensi pile cap terhadap defleksi tiang.
3. Kontrol terhadap hasil yang didapatkan dari laboratorium bisa digunakan cara yang berbeda ataupun dengan software yang berbeda.
4. Penelitian ini masih perlu dikembangkan dengan variasi jenis tanah sehingga dapat diketahui defleksi yang terjadi akibat jenis tanah.

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

DAFTAR PUSTAKA

- Balamba, Sjachrul., 2017, “*Analisis Pengaruh Jenis Tanah Dan Tebal Pile Cap Terhadap Defleksi Tiang Pancang Akibat Beban Lateral*”. Brawijaya University Press, Malang
- Bowles, J.E., “*Engineering Properties of Soils and Their Measurement*”, McGraw-Hill Companies, Inc. 1994
- Bowles J.E, 1996, “*Foundation Analysis and Design*” Fifth Edition, McGraw-Hill Companies.
- Christian Hadiwibawa, Gouw Tjie Liong, “*Analisa Pengaruh Ketebalan Pile Cap Dan Jarak Antar Tiang Terhadap Kapasitas Kelompok Pondasi Menggunakan Plaxis 3d*”.
- Das B, M, 1993 “*Principles of Soil Dynamics*”, PWS-KENT Publishing Company Boston.
- Hardiyatmo, H. C., 2010, *Mekanika Tanah 2*, Gadjah Mada University Press, Bandung.
- Hardiyatmo, H. C., 2012, *Mekanika Tanah 1*, Gadjah Mada University Press, Bandung.
- Hardiyatmo, H. C., 2014, *Analisis Dan Perancangan Pondasi I*, Gadjah Mada University Press, Bandung.
- Hardiyatmo, H. C., 2015, *Analisis Dan Perancangan Pondasi II*, Gadjah Mada University Press, Bandung.
- Kovacs W. D, Holtz R.D, 1981, “*An Introduction to Geotechnical Engineering*”, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliff, New Jersey 07632.
- Pantororing, Nugraha., 2002, “*Pengaruh Jarak Antar Tiang dan Kemiringan Terhadap Kapasitas Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Kaku Pada Tanah Lempung Sangat Lunak Akibat Pembebanan Aksial*”. Sam Ratulangi University, Manado.
- Soleman AR. 2001. *Pengaruh Jarak Dan Kemiringan Terhadap Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Pancang Kaku Di Pasir Akibat Beban Vertikal*, Sam Ratulangi University, Manado.
- Wood, D. M., 2004, “*Geotechnical Modelling*”, Spoon Press, New York.

Halaman ini sengaja dikosongkan