

ANALISA KAPASITAS DUKUNG PONDASI CEMENT SILO DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM GEO5 (Studi Kasus Proyek Pembangunan Prabik Semen Merah Putih Bayah Provinsi Banten)

Enden Mina,¹ Rama Indera Kusuma,² Tresnia Rahayu Wiansyah³.

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa
Enden@untirta.ac.id, Rama@untirta.ac.id, tresniarahayuwiansyah@gmail.com

INTISARI

Berat bangunan dari silo semen yang cukup besar yang harus ditahan oleh struktur bawah dan lokasi yang jauh dari perkotaan yang tidak memungkinkan untuk mendistribusikan secara terus menerus untuk mengangkut pondasi dalam, maka pondasi *bored pile* dipilih untuk diaplikasikan pada proyek pembangunan Semen Merah Putih di Bayah Banten. Pondasi Bore Pile memungkinkan untuk mendesain sendiri ukuran dimensi yang dipakai untuk meningkatkan efisiensi dalam jumlah tiang.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa kapasitas dukung dari pondasi bored pile pada bangunan silo semen, kapasitas dukung pondasi menggunakan beberapa metode diantaranya yaitu teori menurut Skempton (1966) dan teori dari O'Neill and Reese (1989). Serta menggunakan bantuan program Geo 5.

Berdasarkan hasil analisa daya dukung pondasi diperoleh bahwa daya dukung pondasi tunggal diameter 1m adalah 1876.97 ton. Sedangkan daya dukung pondasi tunggal diameter 1.2 m adalah 2121.76 ton dengan safety faktor terkecil 4,37. Hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang dengan jumlah 4 tiang dan diameter 1.2 m diperoleh daya dukung 5567.50 ton dengan safety faktor terkecil 3.8. Hasil analisa penurunan pondasi diperoleh besarnya penurunan total adalah 1,39 cm lebih kecil dari penurunan yang disyaratkan. Perhitungan menggunakan software GEO5 menunjukkan bahwa daya dukung pondasi kelompok adalah 15502 ton dengan safety faktor 8.6.

Kata kunci : Pondasi, *Bored Pile*, Silo semen

ABSTRACT

The Heavy load from cement silo structure and remote location of the project which can restricted the distribution in transporting cast foundations are the reason for choosing bored pile foundation construction in the Project of Cement Merah Putih at Bayah region of Banten. Design of Bored Pile foundation allows in review dimensions as requested to improve the efficiency of quantity of piles.

This Research conducted to determined bearing capacity of bored pile foundation and the settlement. The analysis of foundation of cement silo structure using several methods such Skempton (1966) And O'Neill and Reese (1989) theory and software from Geo 5.

Based on analysis result, they show that bearing capacity of foundation for single foundation with diameter 1 m is 1876.97 tons, while for single foundation diameter 1.2 the capacity is 2121.76 tons. The smallest safety factor result is 4.37. the result of capacity of group piles show that for capacity group with four piles diameter 1.2 meter the capacity is 5567 tons with smallest safety factor 3.8. the foundation settlement analysis show that the total settlement for the foundation is 1.39 cm which is less than allowable settlement 13 cm. The result of Geo5 software shows that the capacity of group foundation is 15502 ton with safety factor result is 8.6.

Keywords: *Bored Pile foundation*, Cement Silo structure

1. PENDAHULUAN

Produksi semen di Indonesia kini mulai meningkat tajam. Banyak perusahaan semen yang sudah terbukti dalam kualitasnya mulai sibuk dalam memperbanyak cabang perusahaan untuk bisa memproduksi semen dalam skala lebih besar. Semua itu dibuktikan dengan adanya pembangunan – pembangunan konstruksi perusahaan semen di Indonesia salah satunya ada di daerah Lebak Selatan Banten. Dibalik keunggulan dari semen tersebut, semuanya tidak terlepas dari tempat produksinya. Salah satu tempat produksi pada semen ialah silo, dimana silo merupakan tempat penyimpanan semen yang telah diolah sebelum dibuat dalam ukuran zak. Silo semen merupakan bangunan berbentuk silinder yang terbuat dari baja atau beton yang memiliki sifat khusus dan berdiri diatas pondasi. Jenis pondasi disesuaikan dengan keadaan tanah *eksisting* dan pada umumnya dipilih menggunakan pondasi dalam.

Silo merupakan salah satu tempat penting dalam produksi semen, tidak sedikit bangunan silo mengalami keruntuhan, salah satu penyebab keruntuhan tersebut ialah karena pondasinya yang belum cukup aman menahan beban yang tertampung dalam silo tersebut. Dalam pembangunan proyek ini bertepatan didaerah selatan di provinsi Banten, sehingga dalam penggunaan pondasi lebih dipilih pondasi *bored pile* dibandingkan dengan pondasi tiang pancang untuk sebagian bangunan. Untuk itu dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai analisa kapasitas dukung dan penurunan yang terjadi pada pondasi silo yang dibangun didaerah Lebak Selatan Banten. Pada penelitian ini jenis pondasi yang dipakai pada bangunan silo adalah pondasi *bored pile* yang akan di analisis dengan menggunakan metode manual dan dibantu oleh program Geo5 untuk mendapatkan hasil kapasitas dukung serta penurunannya agar tahu bahwa pondasi yang dipakai memang kuat

dalam menahan beban yang ada, sehingga tidak terjadi keruntuhan yang dialami pada bangunan silo di Alaska 1938 tahun yang lalu. Metode yang dipakai ialah metode *skempton dan O'Neill and Reese* untuk bored pile menggunakan data hasil uji laboratorium dan metode *Reese & Wright* menggunakan data SPT.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian



Gambar 2. Desain pembangunan pabrik semen merah putih PT. Cemindo Gemilang

Tujuan dari penelitian ini adalah Mendapatkan hasil analisa kapasitas dukung pondasi *bored pile* terhadap berat sendiri silo dan beban didalamnya secara perhitungan manual dan berdasarkan program Geo5 dan menentukan penurunan pondasi *bored pile* secara perhitungan manual dan dengan program Geo 5.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian yang telah dilakukan oleh Girsang (2009) dengan judul penelitian “ *Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square Jl. Imam Bonjol No. 6 Medan.*” Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghitung dan membandingkan daya dukung tiang bor dari data sondir, data SPT, data parameter tanah, dan menghitung daya dukung bor dari hasil loading test. Didapat hasil perhitungan kapasitas daya dukung tiang tunggal

untuk sondir titik 1 = 691,810 ton, titik 2 = 807,178 ton, titik 3 = 740,914 ton, dan titik 4 = 883,341 ton. data SPT dengan metode *Reese* dan *Wright* = 860,985 ton, Parameter tanah = 736,887 ton dan data *loading test* untuk metode *Davisson* = 820 ton sesudah koreksi dan metode *Mezurkiewicz* 840 ton sesudah dikoreksi. Penelitian yang dilakukan oleh Prasetyo (2011) dengan judul penelitian “*Alternatif Perencanaan Pondasi Silo Semen.*” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas dukung dan penurunan fondasi tiang pancang pada pembangunan pabrik cement plant PT. Gresik. Perhitungan dilakukan dengan metode statis berdasarkan data uji laboratorium dan data SPT. Untuk tiang pancang Ø 6 daya dukung satu tiang = 200,14 ton dan untuk tiang bor Ø selimut = 80 dan Ø ujung = 160 diperoleh daya dukung satu tiang = 339,87 ton.

A. Pengertian Pondasi Dalam

Pondasi dalam ialah pondasi yang dipakai pada bangunan di atas tanah yang lembek. Pondasi ini juga dipakai pada bangunan dengan bentangan yang cukup lebar (jarak antar kolom 6 m) dan bangunan bertingkat, yang termasuk didalamnya anatara lain Pondasi tiang pancang (beton, besi, pipa baja), pondasi sumuran, pondasi borpile.

B. Tipe – tipe Pondasi Dalam dan Metode Pelaksanaannya

- 1). Tiang pancang (*driven pile*) – tiang dipasang dengan cara membuat bahan berbentuk bulat atau bujursangkar memanjang yang dicetak lebih dulu dan kemudian dipancang atau ditekan ke dalam tanah.
- b. Tiang bor (*bored pile / drilled shaft*) – tiang dipasang dengan cara mengebor tanah lebih dulu

sampai kedalaman tertentu, kemudian tulangan baja dimasukkan dalam lubang bor dan kemudian diisi atau dicor dengan beton.

- c. Kaison (*caisson*) – suatu bentuk kotak atau silinder telah dicetak lebih dulu, dimasukan ke dalam tanah, pada kedalaman tertentu, dan kemudian diisi beton. Kadang – kadang kaison juga disebut sebagai tiang bor yang berdiameter atau lebar besar.

C. Pondasi Tiang Bor (*Bor Pile*)

Tiang bor adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah lebih dulu.

1. Penyelidikan Lapangan Dengan *Standart Penetration Test (SPT)*

Metode SPT adalah metode pemancangan batang (yang memiliki ujung pemancangan) ke dalam tanah dengan menggunakan pukulan palu dan mengukur jumlah pukulan per kedalaman penetrasi.

2. Pembebanan Pondasi

- Beban Statis
Beban statis adalah beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan.
- Beban Dinamik
Beban dinamik adalah beban dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat

3. Kapasitas Dukung Tiang

Analisis kapasitas dukung (*bearing capacity*) mempelajari kemampuan tanah dalam mendukung beban pondasi dari struktur yang terletak diatasnya.

4. Kapasitas Dukung Tiang Tunggal

a. Kapasitas Dukung Ujung Tiang

1) Tanah Lempung

menurut *Skempton*(1966) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Q_b = \mu \cdot A_b \cdot N_c \cdot C_b$$

Dengan:

Q_b = Tahanan ujung ultimit (ton)

μ = Faktor koreksi, dengan $\mu = 0,8$ untuk $d < 1$ m, dan $\mu = 0,75$ untuk $d > 1$ m

A_b = Luas penampang ujung bawah tiang (m²)

C_b = Kohesi tanah di bawah ujung tiang pada kondisi (undrained) (ton/m²)

N_c = Faktor kapasitas dukung ($N_c = 9$)

2) Tanah Pasir

menurut *O'Neill and Reese*(1989) dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$Q_b = A_b \cdot f_b$$

Dengan:

A_b = Luas penampang ujung bawah tiang (m²)

f_b = tahanan ujung neto per satuan luas (kPa)

$$f_b = 0,60 \cdot \sigma_r \cdot N_{60} \leq 4500 \text{ kPa}$$

Dengan:

N_{60} = nilai N-SPT rata – rata antara ujung bawah tiang bor sampai 2db di bawahnya. Tidak perlu dikoreksi terhadap *overbudden*.

db = diameter ujung bawah tiang bor (m)

σ_r = tegangan referensi = 100 kPa

b. Kapasitas Dukung Selimut Tiang

1) Tanah Lempung

$$Q_s = 0,45 \cdot C_u \cdot A_s$$

Dengan :

Q_s = Tahanan gesek dinding ultimit (ton).

C_u = Kohesi rata-rata tanah pada kondisi tak terdrainase disepanjang tiang (ton/m²).

A_s = Luas selimut tiang (m²).

2) Tanah Pasir

$$Q_s = f_s \cdot A_s$$

Q_s = Tahanan gesek dinding ultimit (ton).

f_s = tahanan gesek satuan (kN/m²)

A_s = Luas selimut tiang (m²).

8. Kapasitas Dukung dari Data SPT (*Reese & Wright, 1977*)

a. Kapasitas dukung ujung pondasi bored pile (End Bearing)

$$Q_p = A_p \cdot q_p$$

Dimana :

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas ujung per satuan luas (m²)

q_p = Tahanan ujung

b. Kapasitas dukung selimut bored pile (*skin friction*)

$$Q_s = f \cdot L_i \cdot p$$

Dimana :

Q_s = Kapasitas dukung selimut tiang (ton)

f = Tahanan satuan *skin friction* (ton/ m²)

L_i = Panjang lapisan tanah (m)

p = Keliling tiang (m)

α = Faktor adhesi (menurut *Reese & Wright* koefisien α untuk tiang bor = 0,55)

c. Kapasitas dukung pondasi tiang pada tanah non kohesif

Kapasitas dukung ujung pondasi *bored pile (end bearing)*

$$Q_p = q_p \cdot A_p$$

Q_p = Kapasitas dukung ujung tiang (ton)

A_p = Luas ujung per satuan luas (m²)

qp = Tahanan ujung per satuan luas (ton/ m)

9. Efisien Tiang

Converse – Labare Formula :

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n - 1)m + (m - 1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

Dimana :

- E_g = Effisiensi kelompok tiang
- m = Jumlah baris tiang
- n = Jumlah tiang dalam satu baris
- θ = Arc tg D/S dalam derajat
- s = Jarak pusat ke pusat tiang
- d = Diameter tiang

10. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang

$$Q_{pg} = n \cdot E_g \cdot Q_{ult}$$

11. Kapasitas Tahanan Beban Lateral Ultimit

a. Kriteria Tiang

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

- I = Faktor kekakuan untuk modulus tanah yang tidak konstan
- E = Modulus elastisitas tiang (kN/m²)
- I_p = Momen inersia tiang (m⁴)
- nh = Koefisien variasi modulus (kN/m³)

b. Hitungan Tahanan Beban Lateral Ultimit

$$H_u = 9c_u d(L - 3d/2)$$

$$M_{mak} = H_u(L/2 + 3d/4)$$

Dengan:

H_u = Tahanan lateral ultimit tiang (ton)

M_{mak} = Momen dimana tiang mencapai batas maksimum (ton.m)

c_u = Kohesi tak terdrainase (kN/m²)

L = Panjang Tiang (m)

d = Diameter tiang (m)

12. Penurunan Pondasi Tiang

$$S = S_1 + S_2 + S_3$$

S = Penurunan total

S_1 = Penurunan batang tiang

S_2 = Penurunan tiang akibat beban di ujung tiang

S_3 = Penurunan tiang akibat beban yang tersalurkan sepanjang tiang

Menentukan S_1

$$S_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})}{A_p E_p}$$

Menentukan S_2

$$S_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$$

Menentukan S_3

$$S_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$$

13. Penurunan Konsolidasi

$$S_c = \frac{C_c}{1+e_0} H \log \frac{\sigma_0' + \Delta \sigma}{\sigma_0'}$$

Dimana :

H : tebal lapisan tanah yang mengalami pemampatan (m)

e_0 : angka pori tanah sebelum dibebani

σ_0' : tegangan efektif overburden (ton/m²)

$\Delta \sigma$: penambahan tekanan akibat beban dari luar (ton/m²)

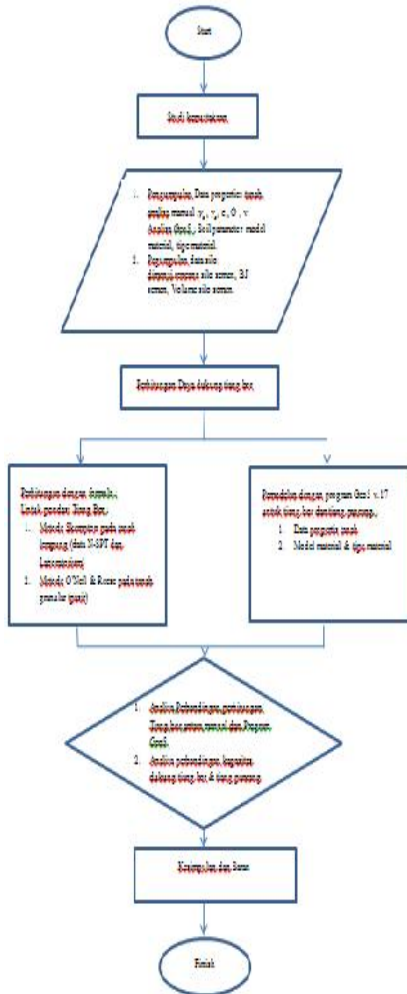
C_c : indeks kompresi

14. Program GEO5 v.17

Program ini memakai prinsip metode elemen hingga dalam menganalisis permasalahan di bidang geoteknik, seperti analisis pondasi, dinding penahan tanah, tunnel, jembatan, dll. Dalam analisis tugas akhir ini peneliti memakai analisis untuk pondasi kelompok pada software GEO5.v.17.

3. METODOLOGI PENELITIAN

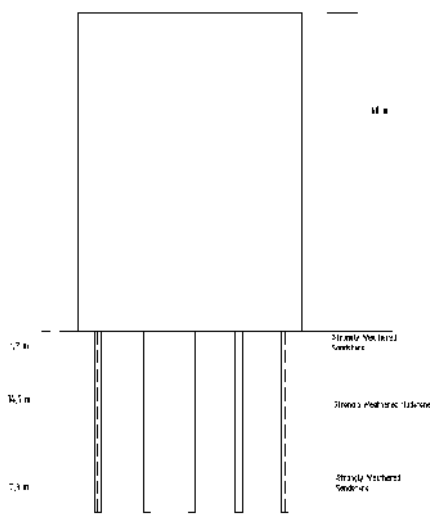
Metode penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini dirancang berdasarkan alur seperti dalam Gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian

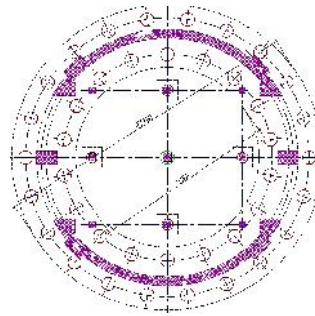
4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

1. Detail potongan pondasi silo semen

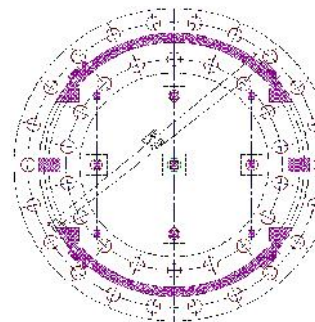


Gambar 4. Detail potongan pondasi

2. Dimensi *Pile cap* dan Silo



Gambar 5. Diameter *pile cap*



Gambar 6. Diameter silo

3. Pembebanan pondasi Ø 1 m

a. Beban yang bekerja pada pondasi

Tabel 14. Beban yang bekerja pada pondasi silo semen

No	Beban	Nilai	Satuan
1	<i>Pile cap</i>	7.98	Ton
2	kolom	15,29	Ton
3	Mesin	14.4	Ton
4	Material	10000	Ton
Total		10037	Ton

Sumber: Hasil analisis, 2014

b. Beban hidup

Berdasarkan PPIUG 1987 beban lantai pabrik 400 kg/m². beban hidup pada atap atau bagian atap 100 kg/m².

c. Beban Gempa

Berdasarkan perhitungan beban gempa menggunakan metode static ekuivalen berdasarkan SNI 03-1726-2002 didapat gempa arah x dan y sebesar 1922,56 ton

4. Pembebanan Pondasi Ø 1,2 m

a. Beban yang bekerja pada pondasi

Tabel 15. Beban yang bekerja pada pondasi silo semen

No	Beban	Nilai	Satuan
1	Bangunan silo	4999,5	Ton
2	Material	10000	Ton
3	Mesin	14,4	Ton
4	Pile cap	3445,36	Ton
Total		18556,2	Ton

Sumber: Hasil Analisis, 2014.

b. Beban hidup

Berdasarkan PPUIG 1987 beban lantai pabrik 400 kg/m². beban hidup pada atap atau bagian atap 100 kg/m².

c. Beban Gempa

Berdasarkan perhitungan beban gempa menggunakan metode static ekuivalen berdasarkan SNI 03-1726-2002 didapat gempa arah x dan y sebesar 3554,32 ton.

5. Analisis kapasitas dukung tiang tunggal Ø 1 m dan Ø 1,2 m

• Berdasarkan Data Laboratorium (Ø 1,2 m):

a. Kapasitas dukung ujung.

$$Q_b = 352,68 \text{ ton}$$

b. Kapasitas dukung selimut

Lapisan 1

$$Q_{s1} = 16,63 \text{ ton}$$

Lapisan 2

$$Q_{s2} = 50,6102 \text{ ton}$$

Lapisan 3

$$Q_{s3} = 1795,23 \text{ ton}$$

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3}$$

$$= 1616,89 \text{ ton}$$

c. Kapasitas dukung ultimit

$$Q_{ult} = 2215,16 \text{ ton}$$

d. Safety factor

$$SF = \frac{\text{Daya dukung ultimit}}{\text{Beban yang bekerja}} = 4,77$$

• Berdasarkan Data Laboratorium (Ø 1m):

a. Kapasitas dukung ujung.

$$Q_b = 244,92 \text{ ton}$$

b. Kapasitas dukung selimut

Lapisan 1

$$Q_{s1} = 13,86 \text{ ton}$$

Lapisan 2

$$Q_{s2} = 421,75 \text{ ton}$$

Lapisan 3

$$Q_{s3} = 1441,95 \text{ ton}$$

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3}$$

$$= 1616,89 \text{ ton}$$

c. Kapasitas dukung ultimit

$$Q_{ult} = 2122,49 \text{ ton}$$

d. Safety factor

$$SF = \frac{\text{Daya dukung ultimit}}{\text{Beban yang bekerja}} = 8,63$$

• Berdasarkan data *Standard Penetration Test (SPT) (Ø 1,2 m)*:

a. Kapasitas dukung ujung.

$$Q_b = 411,46 \text{ ton}$$

b. Kapasitas dukung selimut

Lapisan 1

$$Q_{s1} = 71,74 \text{ ton}$$

Lapisan 2

$$Q_{s2} = 1056 \text{ ton}$$

Lapisan 3

$$Q_{s3} = 489,05 \text{ ton}$$

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3}$$

$$= 1616,89 \text{ ton}$$

c. Kapasitas dukung ultimit

$$Q_{ult} = 2028,36 \text{ ton}$$

d. Safety factor

$$SF = \frac{\text{Daya dukung ultimit}}{\text{Beban yang bekerja}} = 4,37$$

• Berdasarkan data *Standard Penetration Test (SPT) (Ø 1 m)*:

a. Kapasitas dukung ujung.

$$Q_b = 411,46 \text{ ton}$$

b. Kapasitas dukung selimut

Lapisan 1

$$Q_{s1} = 59,78 \text{ ton}$$

Lapisan 2

$$Q_{s2} = 878,38 \text{ ton}$$

Lapisan 3

$$Q_{s3} = 407,54 \text{ ton}$$

$$Q_s = Q_{s1} + Q_{s2} + Q_{s3}$$

$$= 1345,72 \text{ ton}$$

c. Kapasitas dukung ultimit

$$Q_{ult} = 1631,46 \text{ ton}$$

d. Safety factor

$$SF = \frac{\text{Daya dukung ultimit}}{\text{Beban yang bekerja}} = 6,64$$

6. Analisis kapasitas dukung tiang kelompok

- Berdasarkan data laboratorium
 - Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n} = 0,656$$

- Kapasitas dukung kelompok

$$Q_g = E_g \times n \times Q_{ult} = 5812,59 \text{ ton}$$

- Safety Factor

$$SF = 3,5$$

- Berdasarkan data SPT

- Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n} = 0,656$$

- Kapasitas dukung kelompok

$$Q_g = E_g \times n \times Q_{ult} = 5322,42 \text{ ton}$$

- Safety Factor

$$SF = 3,1$$

7. Perhitungan Tahanan Beban lateral pada Tiang Bor

- Kriteria Jenis Tiang

$$T = \sqrt[5]{\frac{E_p \cdot I_p}{n \cdot h}} = \sqrt[5]{\frac{257429,6 \cdot (0,10)}{10000}} = 1,2$$

Nilai $L \geq 4T$, maka tiang termasuk jenis tiang tidak kaku (ujung jepit)

- Perhitungan Defleksi, Momen Pada Tiap Lapisan Tanah

Tabel 18. Nilai defleksi dan momen tiang tunggal akibat b

Kedalaman (m)	Defleksi (mm)	Momen (ton.m)
0	5,8	-2843,28
1,7	5,1	2030,10
16,4	4	1598,07
24,2	-3	0

Sumber: Hasil analisis, 2014

- Faktor aman terhadap keruntuhan akibat gaya horisontal yang bekerja

$$SF = \frac{Hu}{H} = \frac{655,2}{88,85} = 8,3 > 3 \text{ OK}$$

8. Menghitung penurunan tiang tunggal (single pile), penurunan kelompok tiang (pile group), dan penurunan ijin.

- Penurunan tiang tunggal

$$S_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws}) \cdot L}{A_p E_p} = 12 \text{ mm}$$

$$S_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp} = 0,988 \text{ mm}$$

$$S_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL}\right) \frac{D}{E} (1 - \mu_s^2) I_{ws} = 0,32 \text{ mm}$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 1,33 \text{ cm}$$

- Penurunan yang Diijinkan

$$S_{ijin} = 10 \% \times D = 12 \text{ cm}$$

Penurunan total tiang tunggal < penurunan ijin

$$1,33 \text{ cm} < 12 \text{ cm (Aman)}$$

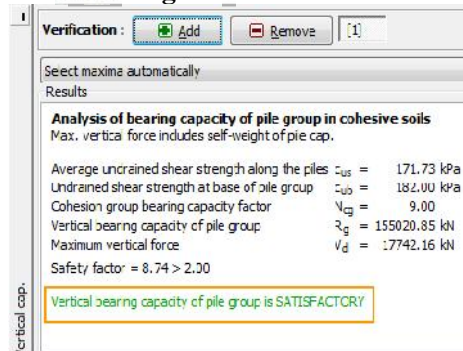
- Penurunan elastic kelompok tiang

$$S_g = \sqrt{\frac{B_g}{D_s}} = 0,6 \text{ mm}$$

9. Penurunan konsolidasi

$$S_c = \frac{Cc}{1+e_0} H \log \frac{\sigma_0' + \Delta\sigma}{\sigma_0'} = 0,32 \text{ cm}$$

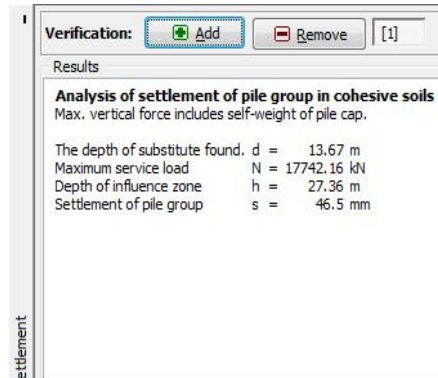
10. Analisis Program Geo 5 v.17



Dari hasil analisis didapat:

- Daya dukung vertikal untuk tiangkelompok = 155020 kN
Beban vertikal maksimum = 17742 kN
Safety factor (SF) = 8,74

- Penurunan



Penurunan tiang kelompok = 4,6 mm

11. Kapasitas Dukung Tiang Ekonomis

Didapat dari hasil perhitungan nilai kapasitas dukung ultimit dibagi dengan faktor aman 3 maka berat satu tiangnya untuk faktor aman 3 sebesar 562,311 ton dengan diameter 1,2 sebanyak 33 buah.

Analisis kapasitas dukung tiang kelompok

- Berdasarkan data laboratorium

- Efisiensi kelompok tiang

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90 \cdot m \cdot n}$$

$$= 0,814$$

- Kapasitas dukung kelompok

$$Q_g = E_g \times n \times Q_{ult}$$

$$= 7216,51 \text{ ton}$$

- Safety Factor

$$SF = 3,2$$

5. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari Tugas Akhir ini ialah :

- Berdasarkan hasil analisa daya dukung pondasi diperoleh bahwa daya dukung pondasi tunggal diameter 1m adalah 1876.97 ton. Sedangkan daya dukung pondasi tunggal diameter 1.2 m adalah 2121.76 ton dengan safety faktor terkecil 4,37. Hasil perhitungan daya dukung kelompok tiang dengan jumlah 4 tiang dan diameter 1.2 m diperoleh daya dukung 5567.50 ton dengan safety faktor terkecil 3.8. Hasil analisa penurunan pondasi diperoleh besarnya penurunan total adalah 1,39 cm lebih kecil dari penurunan yang disyaratkan. Perhitungan menggunakan software GEO5 menunjukkan bahwa daya dukung pondasi kelompok adalah 15502 ton dengan safety faktor 8.6.
- Kapasitas dukung tiang kelompok dari hasil manual lebih kecil dibandingkan hasil dari bantuan program, dikarenakan dalam program telah memiliki daya

dukung tanah tersendiri dan nilai kekuatan struktur tersendiri.

- Dari hasil perhitungan penurunan tiang didapat nilai penurunan tiang sebesar 1,39 cm untuk tiang Berdasarkan hasil dari program GEO5 v.17 didapat angka penurunan sebesar 4,6 cm.
- Dari hasil analisa kapasitas dukung tiang bor dan tiang pancang yang dilakukan menggunakan bantuan program GEO5 v.17 diperoleh bahwa nilai kapasitas dukung untuk tiang bor sama dengan nilai kapasitas dukung tiang pancang.

B. Saran

- Untuk mendapatkan hasil analisa kapasitas dukung tiang dibutuhkan data tanah baik hasil uji lapangan maupun di laboratorium. Pastikan data tersebut telah memenuhi syarat - syarat yang dipakai pada metode yang dipilih.
- Penulis menyarankan untuk membandingkan dua jenis pondasi dalam yang berbeda gunakan program Geo5 dan program lainnya seperti PLAXIS. Dimaksudkan untuk mendapatkan desain struktur yang berbeda sehingga mendapat nilai kapasitas dukungnya yang lebih akurat.
- Program yang dipakai untuk menganalisa kapasitas dukung pondasi selain program GEO5 bisa juga menggunakan program PLAXIS atau SHAFT 1.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional, SNI 4153 : 2008, *Cara Uji Penetrasi Lapangan dengan SPT*.
- Bowles, Joseph E., 1988, *Analisis dan Desain Pondasi*, Erlangga. Jakarta
- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi keempat Jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Das, M.B., 1941, *Principles of Foundation Engineering*, Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Girsang, Priscilia., 2009, *Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal*

- Pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square JL. Imam Bonjol No. 6 Medan. Medan.*
- Harianto, Eva., 2007, *Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Menggunakan Software Shaft 1 dan Uji Beban Statis (Studi Kasus Tiang Uji TP-4 dan TP-5 Pada Proyek Grand Indonesia di Jakarta)*, Semarang.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 1994, *Mekanika Tanah 2*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi, Bagian I, Edisi Kedua*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady., 2011, *Analisis dan Perancangan Fondasi, Bagian II, Edisi Kedua*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Husin Nur Ahmad dan IbnuPudji Rahardjo., 2012, *Perancangan Struktur Silo*. Surabaya.
- Kh, Sunggono Ir., 1984, *Teknik – Sipil*. Nova. Bandung.
- Prasetyo,Andri., 2011, *Alternatif Perencanaan Pondasi Silo Semen*. Surabaya.
- Sardjono, HS Ir., 1988, *Pondasi Tiang Pancang, Jilid I*, Edisi Pertama, Sinar Wijaya, Surabaya.
- Sihotang, I E Sulastri., 2009, *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Pada Proyek Pembangunan Gedung KANWIL DJP dan KPP SUMBAGUT I Jalan Suka Mulia Medan. Medan.*
- SNI 03-1726-2003, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*, Bandung.
- Surjandari, Niken Silmi., 2008, *Studi Perbandingan Perhitungan Daya Dukung Aksial Pondasi Tiang Bor Menggunakan Uji Beban Statik dan Metode Dinamik*. Surakarta.
- Widjaja, Budijanto., 2005, *Studi Banding Perilaku Daya Dukung Lateral Pondasi Tiang Bor Antara uji Pembebanan Tiang dan Metode Analisis : Studi Kasus Metropolitan Medical Center Phase 2 – Jakarta*. Bandung.