

## Analisis perencanaan fondasi tiang pancang dengan variasi diameter pada tower Pegadaian

Hamim Farchan Noor Rochmatullah<sup>1\*</sup>, Anisa Nur Amalina<sup>1\*</sup>, dan Akhmad Marzuko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia

### Article Info

Available online

### Keywords:

Bearing Capacity  
SAP2000 Software  
Settlement

### Corresponding Author:

Anisa Nur Amalina  
[Anisa.amalina@uii.ac.id](mailto:Anisa.amalina@uii.ac.id)

### Abstract

The foundation serves as the crucial support structure for a building, bearing the weight of the structure above. In the construction of the Pegadaian Tower Building on Jalan Kramat Raya, Central Jakarta, drilled pile foundations with a 1.0 m diameter and a length of 39 m were utilized. This study aims to reassess the design of these drilled pile foundations by considering variations in diameter to investigate their impact on load-bearing capacity and settlement. Four diameter variations, namely 0.7 m, 0.8 m, 0.9 m, and 1.0 m, were evaluated, all with a consistent pile length of 39 m. Data from the Detail Engineering Design (DED), Standard Penetration Test (SPT), and existing foundation information were employed for analysis. Structural analysis was conducted using SAP2000 version 14. The support capacity of the drilled pile foundations was assessed using the Skempton and Tomlinson methods, while the Meyerhoff and Tomlinson methods were applied for pile foundations. Reduction calculations for single piles were performed using the Poulos and Davis method, and for pile groups, the Vesic and 2:1 Spread methods were utilized. The analysis identified the 1.0 m diameter option, calculated using the Tomlinson method, as the most suitable. This configuration consisted of five piles within a group, providing a total support capacity ( $Q_g$ ) of 12554.91 kN, exceeding the axial load ( $P$ ) of 11436.13 kN. Settlement analysis revealed a decrease of 25.57 cm, which, upon recalculating the pile length to 42 m and distance using the formula  $2.5D + 0.02L$ , resulted in a settlement of 13.89 cm—below the permissible limit of 15.17 cm. Thus, the foundation's capacity and settlement meet safety requirements, confirming its viability for use..

Copyright © 2024 Universitas Islam Indonesia  
All rights reserved

### Pendahuluan

Seiring dengan berjalannya waktu, pertumbuhan jumlah penduduk dan kemajuan ekonomi yang pesat berkontribusi pada peningkatan kebutuhan tenaga kerja dalam menghadapi tantangan global dan tantangan nasional pembangunan. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan adanya pembangunan infrastruktur berbagai sektor seperti di bidang kesehatan, bidang pendidikan, dan perkantoran yang dapat membantu dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang unggul.

Menurut Sardjono (1988) pada dasarnya perencanaan bangunan konstruksi terbagi

menjadi 2 (dua) yaitu perencanaan struktur atas (*upper structure*) dan perencanaan struktur bawah (*lower structure*). Struktur atas adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti balok, kolom, plat, dan tangga. Sedangkan, struktur bawah adalah struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah yaitu fondasi. Fondasi sendiri dalam konstruksi bangunan gedung bertingkat dibagi menjadi 2 (dua) yaitu fondasi dangkal (*shallow foundation*) dan fondasi dalam (*deep foundation*). Pada penelitian ini, jenis fondasi yang akan dibahas adalah fondasi dalam, dengan ini fondasi memiliki peranan penting yang berfungsi

sebagai penopang bangunan yang berada di atasnya.

Dalam pelaksanaan pembangunan, perencanaan fondasi menjadi hal yang harus diperhatikan. Perencanaan fondasi diawali dengan mengetahui denah bangunan untuk mencari data karakteristik tanah yang akan dibangun fondasi dengan cara penyelidikan tanah di lapangan maupun di laboratorium dengan menggunakan sampel tanah yang sudah diambil. Berdasarkan hasil penyelidikan tanah tersebut, maka dapat ditentukan jenis, dimensi, kedalaman, dan diameter fondasi yang akan digunakan.

Tower pegadaian, merupakan gedung baru yang berada di daerah Jalan Kramat Raya, Jakarta Pusat. Jenis tanah yang terdapat pada proyek gedung perkantoran tersebut adalah tanah lunak yang dibuktikan dari hasil Berdasarkan penyelidikan tanah juga didapatkan rekomendasi jenis fondasi yang dapat digunakan yaitu fondasi dalam tiang bor.

#### Metode Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Tower Pegadaian Jakarta Pusat dengan metode Skempton dan metode Tomlinson untuk fondasi *existing* atau fondasi tiang bor dan metode Meyerhoff dan metode Tomlinson untuk fondasi tiang pancang dengan variasi diameter 0,7 m, 0,8 m, 0,9 m, dan 1,0 m. Berat bangunan didapatkan melalui program SAP2000 untuk mendukung perhitungan kapasitas dukung fondasi tiang. Penurunan tiang tunggal menggunakan metode Poulos dan Davis (1980) dan penurunan kelompok tiang menggunakan metode Vesic (1977) dan metode Penyebaran 2:1.

#### Fondasi Tiang Bor

##### a. Metode Skempton

$$Q_{ult} = \mu \cdot A_p \cdot N_c^* \cdot C_u + C_u \cdot \alpha \cdot L \cdot P \quad (1)$$

dengan:

$\mu$  = faktor koreksi

$A_p$  = luas penampang ujung tiang ( $m^2$ )

$C_u$  = nilai kohesi

$\alpha$  = faktor adhesi

$L$  = kedalaman perlapisan tiang (m)

$P$  = keliling tiang (m)

$N_c^*$  = faktor kapasitas dukung

$C_u$  = nilai kohesi

$\alpha$  = faktor adhesi

$L$  = kedalaman perlapisan tiang (m)

$P$  = keliling tiang (m)

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (2)$$

dengan:

$Q_{ult}$  = kapasitas ultimit (kN)

$SF$  = faktor aman

##### b. Metode Tomlinson

$$Q_{ult} = A_p \cdot N_c^* \cdot C_u + C_u \cdot \alpha \cdot L \cdot P \quad (3)$$

dengan:

$A_p$  = luas penampang ujung tiang ( $m^2$ )

$N_c^*$  = faktor kapasitas dukung

$C_u$  = nilai kohesi

$\alpha$  = faktor adhesi

$L$  = kedalaman perlapisan tiang (m)

$P$  = keliling tiang (m)

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (4)$$

dengan:

$Q_{ult}$  = kapasitas ultimit (kN)

$SF$  = faktor aman

#### Fondasi Tiang Pancang

##### a. Metode Meyerhoff

$$Q_{ult} = A_p \cdot 400 \cdot N_b + 2 \cdot P \cdot L \cdot N\text{-SPT} \quad (5)$$

dengan:

$A_p$  = luas penampang ujung tiang ( $m^2$ )

$N_b$  = nilai N-SPT 8D atas dan 4D bawah

$L$  = kedalaman perlapisan tiang (m)

$P$  = keliling tiang (m)

N-SPT = nilai N-SPT perlapisan

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} - W_p \quad (6)$$

dengan:

$Q_{ult}$  = kapasitas ultimit (kN)

$SF$  = faktor aman

$W_p$  = berat efektif tiang (kN)

##### b. Metode Tomlinson

$$Q_{ult} = A_p \cdot N_c^* \cdot C_u + C_u \cdot \alpha \cdot L \cdot P \quad (7)$$

dengan:

$A_p$  = luas penampang ujung tiang ( $m^2$ )

$N_c^*$  = faktor kapasitas dukung

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF} \quad (8)$$

dengan:

$Q_{ult}$  = kapasitas ultimit (kN)

SF = faktor aman

**Kapasitas Dukung Kelompok Tiang**

a. Efisiensi Tiang

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn} \quad (9)$$

dengan:

$\theta$  = arc tg D/S

m = jumlah baris tiang

n = jumlah tiang dalam satu baris

b. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Satuan

$$Qg = n \cdot Q_{all} \cdot Eg \quad (10)$$

dengan:

n = jumlah tiang dalam kelompok

Qall = kapasitas dukung izin

Eg = efisiensi kelompok tiang

c. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Blok

$$Qg = 2D(Bg + Lg) \cdot c + 1,3cb \cdot Nc^* \cdot Bg \cdot Lg \quad (11)$$

dengan:

D = diameter tiang (m)

Bg = lebar kelompok tiang (m)

Lg = panjang kelompok tiang (m)

c = kohesi tanah

cb = kohesi ujung tanah

Nc\* = faktor kapasitas dukung

**Penurunan Fondasi**

a. Penurunan Tunggal

$$S = \frac{Q \cdot I}{Es \cdot D} \quad (12)$$

dengan:

Q = beban bangunan (kN)

I = faktor pengaruh

Es = modulus elastisitas tanah (kN/m<sup>2</sup>)

D = diameter tiang (m)

b. Penurunan Kelompok

Penurunan Segera

$$Si = S \cdot \sqrt{\frac{Bg}{D}} \quad (13)$$

dengan:

S = penurunan tunggal

Bg = lebar fondasi kelompok (m)

D = diameter tiang (m)

Penurunan Konsolidasi

$$Sc = \sum \frac{Cr \times \Delta H}{1+e0} \times \log \frac{po' + \Delta P}{po'} \quad (14)$$

Sc =

$$\sum \frac{\Delta H}{1+e0} \left( Cc \times \log \frac{po' + \Delta P}{po'} + Cr \times \log \frac{po'}{pc'} \right) \quad (15)$$

dengan:

Cc = indeks kompresi

Cr = indeks rekompresi

$\Delta H$  = tebal lapisan tanah (m)

$\Delta P$  = peningkatan tegangan di tengah lapisan tanah (kN/m<sup>2</sup>)

e<sub>o</sub> = angka pori

P<sub>o</sub>' = tegangan efektif tanah (kN/m<sup>2</sup>)

P<sub>c</sub>' = tegangan prakonsolidasi (kN/m<sup>2</sup>)

**Pengumpulan Data**

a. Data Geoteknik

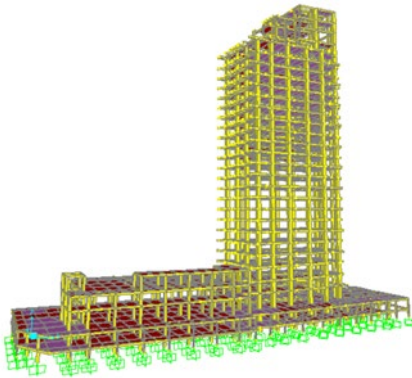
Data geoteknik diperoleh melalui proyek pembangunan Tower Pegadaian yang dikerjakan oleh PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk. Data geoteknik berupa data uji SPT yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data uji SPT titik DB-3

Data uji SPT titik DB-3		
Kedalaman	N-SPT	Cu
1,50	5	17,65
3,00	7	17,65
4,50	6	17,65
6,00	6	17,65
7,50	3	17,65
9,00	4	17,65
10,50	10	27,33
12,00	10	40,67
13,50	9	69,60
15,00	16	98,67
16,50	24	126,93
18,00	47	134,40
19,50	50	149,07
21,00	52	171,60
22,50	36	186,93
24,00	48	197,20
25,50	54	240,00
27,00	47	195,87
28,50	49	194,00
30,00	44	207,87
31,50	55	214,00
33,00	48	217,20
34,50	60	240,00
36,00	60	240,00
37,50	60	240,00
39,00	60	240,00
40,50	60	240,00
42,00	25	151,33

b. Data Struktur

Data struktur bangunan yang digunakan untuk membuat gambar 3D dan mencari gaya-gaya dari kombinasi beban dengan program SAP2000 didapatkan dari PT. Pembangunan Perumahan (Persero) Tbk sesuai Gambar 1 dan Tabel 2.



Gambar 1. Pemodelan 3D menggunakan software SAP2000

Tabel 2. Output Program SAP2000

No	Output SAP2000	Besaran	Satuan
1	Beban Aksial	11436,13	kN
2	Gaya Geser X	268,05	kN
3	Gaya Geser Y	102,01	kN
4	Momen Arah X	562,46	kNm
5	Momen Arah Y	705,71	kNm

Hasil Penelitian

**Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor**

Kapasitas dukung fondasi tiang bor didapatkan menggunakan metode Skempton dan metode Tomlinson. Didapatkan hasil sesuai Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor

Metode	Skempton	Tomlinson
Qp (kN)	1357,17	2073,43
Qs (kN)	7501,01	6819,00
Qult (kN)	8858,18	8892,43
Qall (kN)	4429,09	4446,21
Qg Satuan (kN)	13424,78	13476,69
Qg Blok (kN)	108680,29	116348,03
Qg Pakai (kN)	13424,78	13476,69

**Kapasitas Dukung Fondasi Tunggal Tiang Pancang**

Kapasitas dukung fondasi tiang bor didapatkan menggunakan metode Meyerhoff dan metode Tomlinson. Didapatkan hasil sesuai Tabel 4 dan Tabel 5 berikut.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Fondasi Tunggal Tiang Pancang

D	Qult (kN)	Qall (kN)
<b>Metode Meyerhoff</b>		
0,7	13203,85	4921,33
0,8	16195,96	6007,90
0,9	19332,58	7137,57
1,0	22807,96	8388,05
<b>Metode Tomlinson</b>		
0,7	5759,60	2303,84
0,8	6748,27	2699,31
0,9	7778,42	3111,37
1,0	8850,03	3540,01

Tabel 5. Hasil Perhitungan Kapasitas Dukung Fondasi Kelompok Tiang Pancang

D	Qg (kN)	P (kN)	Kontrol
<b>Metode Meyerhoff</b>			
0,7	12379,71	11436,13	Aman
0,8	15113,01	11436,13	Aman
0,9	12546,16	11436,13	Aman
1,0	14744,20	11436,13	Aman
<b>Metode Tomlinson</b>			
0,7	11667,05	11436,13	Aman
0,8	11618,73	11436,13	Aman
0,9	13392,37	11436,13	Aman
1,0	12554,91	11436,13	Aman

**Penurunan Fondasi Tiang**

Penurunan fondasi tiang tunggal didapatkan menggunakan metode Poulos dan Davis, sedangkan penurunan kelompok tiang didapatkan menggunakan metode Penyebaran

2:1. Dapatkan hasil sesuai Tabel 6 dan Tabel 7 berikut.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Penurunan Fondasi Tiang Tunggal

D	S (m)	S (cm)
<b>Metode Meyerhoff</b>		
0,7	0,03	3,02
0,8	0,03	2,71
0,9	0,02	2,22
1,0	0,02	1,88
<b>Metode Tomlinson</b>		
0,7	0,03	3,02
0,8	0,03	2,71
0,9	0,02	2,22
1,0	0,02	1,88

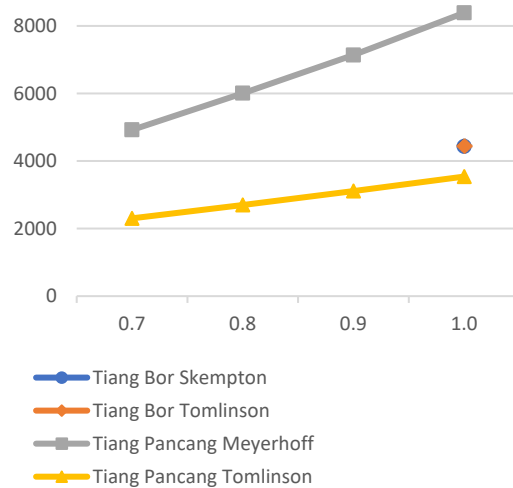
Tabel 7. Hasil Perhitungan Penurunan Fondasi Tiang Kelompok

D	Si (cm)	Sc (cm)	S (cm)
<b>Metode Meyerhoff</b>			
0,7	3,02	46,54	49,57
0,8	2,71	42,61	45,32
0,9	2,22	50,26	52,48
1,0	1,88	46,78	48,66
<b>Metode Tomlinson</b>			
0,7	7,00	24,90	31,89
0,8	5,07	26,75	31,82
0,9	4,15	23,71	27,86
1,0	3,99	21,58	25,57

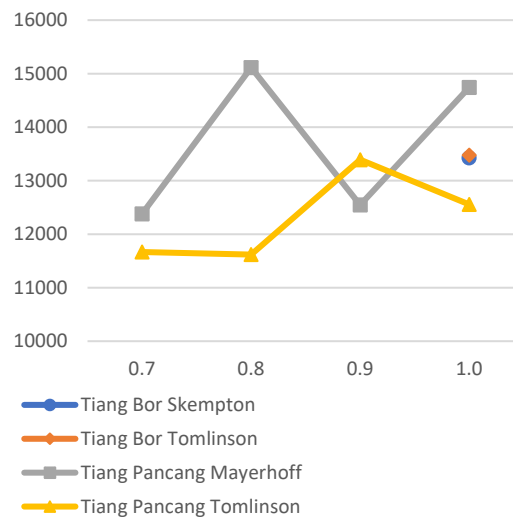
**Pembahasan**

Dari hasil perhitungan dan analisis didapatkan hasil kapasitas dukung fondasi tiang tunggal dan tiang kelompok yang memenuhi persyaratan, namun untuk perhitungan penurunan kelompok terdapat perhitungan yang belum memenuhi sehingga perlu dilakukan perhitungan ulang dengan mengubah kedalaman menjadi 42 m dan jarak antar tiang menjadi  $2,5D + 0,02L$ .

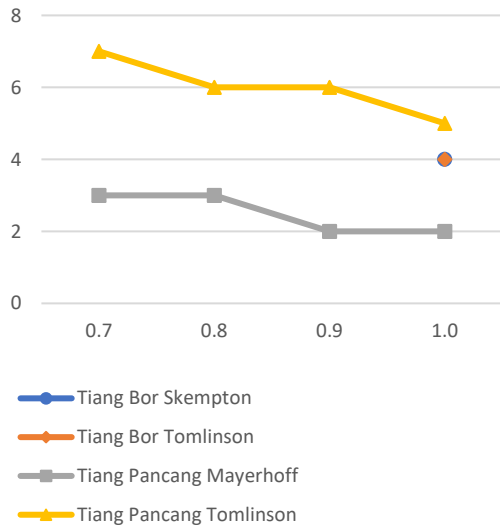
Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis didapatkan grafik rekapitulasi kapasitas dukung fondasi tiang tunggal, fondasi kelompok tiang, dan kebutuhan fondasi tiang kelompok sesuai Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 berikut.



Gambar 1. Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Tunggal



Gambar 2. Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Kelompok



Gambar 3. Kebutuhan Fondasi Kelompok Tiang

Dengan hasil di atas didapatkan hasil yang memenuhi persyaratan kapasitas dukung fondasi, selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisis penurunan fondasi dan mencari hasil penurunan yang memenuhi persyaratan sehingga fondasi dapat digunakan. Hasil penurunan fondasi didapatkan sesuai Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penurunan Fondasi Tiang Kelompok

D	S (cm)	$S_{izin}$ (cm)	Kontrol
<b>Metode Meyerhoff</b>			
0,7	49,57	15,12	tidak aman
0,8	45,32	15,13	tidak aman
0,9	52,48	15,15	tidak aman
1,0	48,66	15,17	tidak aman
<b>Metode Tomlinson</b>			
0,7	31,89	15,12	tidak aman
0,8	31,82	15,13	tidak aman
0,9	27,86	15,15	tidak aman
1,0	25,57	15,17	tidak aman

Dari hasil penurunan diatas menunjukkan bahwa fondasi tiang pancang tidak aman terhadap penurunan berlebih yaitu  $S < S_{izin}$  sehingga penurunan kelompok tiang tidak memenuhi persyaratan dan harus dianalisis ulang dengan menambahkan panjang tiang menjadi 42 m dan jarak tiang menjadi  $2,5D + 0,02L$  agar didapatkan hasil memenuhi persyaratan penurunan yang dapat dihitung ulang pada Tabel 9 berikut.

Tabel 9. Rekapitulasi Perhitungan Penurunan Fondasi Kelompok Tiang Pancang

D	L	S	S	$S_{izin}$	Kontrol
m	m	m	cm	cm	$S < S_{izin}$
<b>Metode Meyerhoff</b>					
0,7	42	2,59	32,58	15,12	tidak aman
0,8	42	2,84	29,43	15,13	tidak aman
0,9	42	3,09	37,73	15,15	tidak aman
1,0	42	3,34	34,50	15,17	tidak aman
<b>Metode Tomlinson</b>					
D	L	S	S	$S_{izin}$	Kontrol
m	m	m	cm	cm	$S < S_{izin}$
0,7	42	2,59	16,99	15,12	tidak aman
0,8	42	2,84	16,11	15,13	tidak aman
0,9	42	3,09	15,37	15,15	tidak aman
1,0	42	3,34	13,89	15,17	aman

Dari hasil penurunan fondasi yang memenuhi persyaratan pada fondasi tiang pancang dengan variasi diameter 1,0 m pada metode Tomlinson sebesar 13,89 cm. Hasil tersebut dapat dikatakan aman terhadap penurunan

berlebih yaitu sebesar 15,17 cm sehingga fondasi tersebut dapat digunakan.

### Kesimpulan

Fondasi *existing* atau fondasi tiang bor dengan diameter 1,0 m diperoleh kapasitas dukung fondasi tiang tunggal metode Skempton sebesar 4429,09 kN dan metode Tomlinson sebesar 4446,21 kN. Kebutuhan jumlah tiang fondasi yang digunakan metode Skempton dan metode Tomlinson sebanyak 4 tiang. Dari kapasitas dukung fondasi kelompok tiang metode Skempton sebesar 13424,78 kN dan metode Tomlinson sebesar 13476,69 kN, sehingga hasil tersebut diperoleh nilai kapasitas dukung fondasi kelompok tiang lebih besar dari nilai P sebesar 11436,13 kN sehingga fondasi tiang dapat dikatakan aman untuk digunakan. Dari penurunan yang terjadi pada metode Skempton dan metode Tomlinson sebesar 25,00 cm, hasil penurunan yang didapatkan dari fondasi tiang bor menunjukkan tidak aman digunakan dikarenakan hasil tersebut melebihi  $S_{izin}$  sebesar  $15 + (D/600)$ .

Fondasi tiang pancang dengan variasi diameter 0,7 m, 0,8 m, 0,9 m, dan 1,0 m diperoleh metode Meyerhoff masing-masing sebesar 4921,33 kN, 6007,90 kN, 7137,57 kN, dan 8388,05 kN dan metode Tomlinson masing-masing sebesar 2303,84 kN, 2699,31 kN, 3111,37 kN, dan 3540,01 kN, dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa semakin besar diameter tiang maka semakin besar kapasitas dukung fondasi tiang tunggal. Kebutuhan jumlah fondasi tiang pancang yang digunakan dengan variasi diameter 0,7 m, 0,8 m, 0,9 m, dan 1,0 m diperoleh metode Meyerhoff masing-masing sebanyak 3 tiang, 3 tiang, 2 tiang, dan 2 tiang dan metode Tomlinson masing-masing sebanyak 7 tiang, 6 tiang, 6 tiang, dan 5 tiang, dari hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi diameter semakin besar maka kebutuhan fondasi dalam kelompok tiang semakin sedikit digunakan. Kapasitas dukung fondasi kelompok tiang dengan variasi diameter 0,7 m, 0,8 m, 0,9 m, dan 1,0 m diperoleh metode Meyerhoff masing-masing sebesar 12379,71 kN, 15113,01 kN, 12546,16 kN, dan 14744,20 kN

dan metode Tomlinson masing-masing sebesar 11667,05 kN, 11618,73 kN, 13392,37 kN, dan 12554,91 kN, sehingga hasil tersebut diperoleh nilai kapasitas dukung fondasi kelompok tiang lebih besar dari nilai P sebesar 11436,13 kN sehingga fondasi tiang dapat dikatakan aman untuk digunakan. Penurunan yang terjadi pada fondasi tiang pancang dengan variasi diameter 0,7 m, 0,8 m, 0,9 m, dan 1,0 m diperoleh metode Meyerhoff masing-masing sebesar 49,57 cm, 45,32 cm, 52,48 cm, dan 48,66 cm dan metode Tomlinson masing-masing sebesar 31,89 cm, 31,82 cm, 27,86 cm, dan 25,57 cm, hasil penurunan yang didapatkan dari fondasi tiang pancang menunjukkan tidak aman digunakan dikarenakan hasil tersebut melebihi  $S_{izin}$  sebesar  $15 + (D/600)$ .

Berdasarkan nilai kapasitas dukung fondasi *existing* atau fondasi tiang bor dengan diameter 1,0 m pada kedalaman 39 m diperoleh pada metode Skempton sebesar 4429,09 kN dan metode Tomlinson sebesar 4446,21 kN dan penurunan fondasi pada metode Skempton dan metode Tomlinson sebesar 25,00 cm. Dari analisis yang telah dilakukan terhadap variasi diameter tiang pancang digunakan alternatif diameter ke 4 dengan metode perhitungan Tomlinson yaitu tiang pancang dengan diameter 1,0 m dengan jumlah 5 tiang dalam satu kelompok tiang. Variasi diameter 1,0 m merupakan variasi yang aman digunakan karena nilai kapasitas dukung fondasi kelompok tiang ( $Q_g$ ) sebesar 12554,91 kN sudah lebih besar dari beban aksial (P) sebesar 11436,13 kN. Penurunan yang terjadi pada diameter 1,0 m sebesar 25,57 cm, sehingga hasil penurunan dilakukan perhitungan kembali dengan menambahkan panjang tiang menjadi 42 m dan jarak tiang menjadi  $2,5D + 0,02L$  didapatkan hasil sebesar 13,89 cm, penurunan tersebut sudah lebih kecil dari penurunan yang diizinkan yaitu sebesar 15,17 cm sehingga dari kemampuan kapasitas dukung dan penurunan yang terjadi sudah memenuhi persyaratan dan fondasi aman untuk digunakan.

## Daftar Pustaka

- Ananto, F. (2023). Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang Pada Gedung Bertingkat (Studi Kasus: Jogja Apartel Kecamatan Umbulharjo, Kota Yogyakarta). Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Fadli, Z. A. (2021). Pengaruh Variasi Dimensi Tiang Bor Terhadap Kapasitas Dukung Aksial, Kapasitas Dukung Lateral Dan Penurunan (The Effect Of Dimensions Variations On Axial Bearing Capacity, Lateral Bearing Capacity And Settlement) (Studi Kasus: Proyek Paket 4 Pembangunan Apslc Universitas Gadjah Mada). Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Farid, M. S. (2019). Analisis Daya Dukung Fondasi Sumuran Dan Perencanaan Ulang Menggunakan Fondasi Tiang Bor (Analysis Of Caisson Bearing Capacity And Redesign With Bored Pile Foundation). Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Gunawan, I. R. (1983). *Pengantar Teknik Fondasi*. Kanisius. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). Mekanika Tanah II, edisi 11, *Gadjah Mada University Press, Yogyakarta*.
- Hardiyatmo, H. C. (2002). Teknik fondasi 1, *Beta Offset, Yogyakarta*.
- Hardiyatmo, H. C. (2015). Perancangan Perkerasan Jalan dan Penyelidikan Tanah, edisi 2, *Gadjah Mada University Press, Yogyakarta*.
- Heriyadi, B. 2002. Pedoman Penyelidikan Tanah. (<http://repository.unp.ac.id/>), Diakses 3 Oktober 2022.
- Kadarusman, A. N. (2021). Analisis Kapasitas Dukung Metode Meyerhoff Dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Terhadap Variasi Dimensi (*Analysis Of The Bearing Capacity Of The Meyerhoff Method And Settlement Of Pile Foundations On Dimensional Variations*) (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Fakultas Vokasi (TILC) Universitas Gadjah Mada) (*Doctoral dissertation, Universitas Islam Indonesia*). Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Muthmainnah, M. (2021). Analisis Kapasitas Dukung dan Penurunan Fondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Dimensi. Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Nasional, B. S. (2008). SNI 4153: 2008 Cara uji penetrasi lapangan dengan SPT. *Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Badan Standarisasi Nasional*.
- Notohadiprawiro, T. (1998). Tanah dan lingkungan. *Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta. 25 Oktober:237*.
- Saputra, B. D. (2011). Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang pada Pembangunan Gedung Sari Roti PT. NIPPON Indosari Corpindo Cikarang Bekasi. Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sardjono, H. S. (1988). Fondasi tiang pancang. Sinar Wijaya, Surabaya.
- Schroeder, D. (1984). *Soils-facts and concepts*. International Potash Institute.
- Solikhati, Y. (2011). Pengertian Dan Jenis Fondasi. (<http://eprints.undip.ac.id/>), Diakses 3 Oktober 2022.

- Tamimi, F. (2020). Perencanaan Ulang Struktur Bawah Gedung Dengan Fondasi Bored Pile (Redesign The Lower Structure Of A Building Using Bored Pile). Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Yuhendra, R. (2007). Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Pancang pada Pembangunan Gedung Islamic Centre Kabupaten Kampar, Riau. Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Zikri, N. F. (2019). Pengaruh Jarak Tiang Terhadap Kapasitas Dukung Fondasi Bored Pile Dengan Metode Reese & O'neil, Brom, Poulus & Davis Dan Elemen Hingga (Studi Kasus; Proyek Pembangunan Swiss-Bell Hotel Solo) (The Effect Of Pile Distance To Bearing Capacity Of Bored Pile Using Reese & O'neil, Brom, Poulus & Davis And Finite Element Method) (Case Study; Swiss-Bell Hotel Solo Project). Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Zesma, R. B. (2007). Analisis Kapasitas Dukung Fondasi Tiang Bor pada Jembatan Kebon Agung II. Tugas Akhir. (Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.