

ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG PADA TANAH LEMPUNG LUNAK (STUDI KASUS MASJID AL-MARWAH CILEDUG, TANGERANG SELATAN)

DIKA FAMEL ALAMSAH¹, YUKI ACHMAD YAKIN²

1. Institut Teknologi Nasional
2. Institut Teknologi Nasional

Email: dikafamel10@gmail.com

ABSTRAK

Sebuah bangunan tidak lepas dari struktur atas dan bawah. Struktur atas terdiri dari kolom, balok, pelat, dan atap, sedangkan struktur bawah merupakan pondasi. Fungsi pondasi yaitu meneruskan beban struktur atas ke lapisan tanah keras, sehingga dapat menahan beban tanpa terjadi kerusakan dan mengalami penurunan sesuai dengan batas yang ditentukan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan nilai kapasitas daya dukung tiang pancang pada tanah lempung lunak dengan data CPT yang dilakukan menggunakan perhitungan manual dengan metode Schmertmann-Nottingham (1975) dan Metode DeRuiter dan Beringen (1979) serta metode numerik Elemen Hingga serta Kurva p-y. Berdasarkan hasil dari penelitian dengan menggunakan dimensi 0,25 m x 0,25 m dan 0,30 m x 0,30 m dan untuk hasil pendekatan analisis perhitungan kapasitas daya dukung aksial tiang menggunakan metode Schmertmann-Nottingham (1975) dengan tingkat akurasi 45%-46%, Daya dukung lateral yang paling aman dimensi 0,30 m x 0,30 m dengan 107,254 kN dan defleksi 0,115 cm.

Kata Kunci: *Fondasi Tiang, Kapasitas Tiang, Tanah Lempung Lunak, CPT.*

1. PENDAHULUAN

Fondasi adalah bagian dari bangunan struktur yang berfungsi sebagai penyaluran beban dari bagian atas struktur menuju lapisan tanah keras. Berdasarkan letak tanah kerasnya fondasi dibagi menjadi 2 yaitu, fondasi dangkal (*shallow Foundation*) dan fondasi dalam (*deep Foundation*). Untuk fondasi dalam terdapat beberapa macam salah satunya adalah tiang pancang. Fondasi tiang mengandalkan kekuatan daya dukung dari ujung tiang dan gaya geser tiang. Tanah lempung lunak merupakan salah satu jenis tanah dasar yang bermasalah pada pembangunan infrastruktur. Perkuatan tiang merupakan alternatif untuk menstabilkan dan meningkatkan kapasitas daya dukung pada tanah lempung lunak. Dalam hal pelaksanaan di lapangan Tiang yang dipancang sampai kedalaman tanah keras memberikan perlawanan gaya normal tekan yang besar daripada tiang yang dipancang pada tanah lunak sampai kedalaman sedang, maka dari itu terdapat alternatif untuk membantu memberikan perlawanan gaya normal tekan yang besar dan meningkatkan daya dukung yaitu menggunakan fondasi tiang pancang.

2. METODOLOGI

Analisis daya dukung tiang pancang dilakukan dengan menggunakan metode Schmertmann-Nottingham (1975) dan Metode DeRuiter dan Beringen (1979) lalu untuk pemodelan tiang pancang yang dilakukan menggunakan program PLAXIS 3D dan juga program kurva p-y. Perhitungan dan pemodelan ini dilakukan dengan asumsi tanah lempung lunak dan pasir lempung berdasarkan klasifikasi tanah dari data CPT. Hasil daya dukung tersebut dianalisis apakah sudah aman yaitu lebih besar dari pembebanan struktur yang telah di dapatkan.

3. PEMBAHASAN

Perhitungan kapasitas daya dukung aksial dan lateral tiang tunggal dan kelompok berdasarkan data CPT dan untuk perhitungan analisis menggunakan metode Schmertmann-Nottingham(1975), DeRuiter dan Beringen (1979) untuk perhitungan analisis statik serta menggunakan metode Elemen Hingga dan kurva p-y untuk metode dinamis, Perhitungan dan model divariasikan dengan cara mengubah dimensi dan panjang tiang pancang berdasarkan titik Sondir yang mewakili yaitu 4 m.

a. Daya dukung ujung tiang metode Schmertmann-Nottingham(1975)

$$Q_p = \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \times A_p \quad (1)$$

Dimana :

- Q_p = daya dukung ujung ultimate tiang (kg)
- q_{c1} = nilai q_c rata-rata pada 0,7 D-4.D di bawah ujung tiang (kg/cm²)
- q_{c2} = nilai q_c rata-rata pada dari ujung tiang hingga 8.D di atas ujung tiang (kg/cm²)
- A_p = luas proyeksi penampang tiang (m²)

b. Daya dukung selimut tiang metode Schmertmann-Nottingham(1975)

$$Q_s = K_{s,c} \sum_{Z=0}^{8.D} \frac{Z}{8.D} f_s \cdot A_s + \sum_{Z=8.D}^L f_s \cdot A_s \quad (2)$$

Dimana :

- Q_s = Daya dukung selimut tiang (kg)
- K_s, K_c = Faktor reduksi
- F_s = Tahanan gesek selimut (kg/cm²)
- D = Diameter tiang (m)
- L = Kedalaman tiang (m)
- A_s = Luas selimut tiang (m²)

c. Daya dukung ujung tiang metode DeRuiter dan Beringen (1979)

$$Q_p = 5 \cdot S_u \quad (3)$$

$$S_u = \frac{q_c}{N_c} \quad (4)$$

Dimana :

- Q_p = Unit tahanan ujung disarankan tidak lebih dari 150 kg/cm² (kN)

Su = Kuat geser tanah tak teralir (kN/m²)
Nc = Koefisien tak berdimensi berkisar 15-20, biasanya diambil 20

d. Daya dukung selimut tiang metode DeRuiter dan Beringen (1979)

$$F_s = \alpha \cdot S_u = \alpha \frac{q}{N_c} = 0.02 \cdot \alpha \cdot q_c \quad (5)$$

Dimana :

Fs = Unit tahanan selimut, dibatasi batas nilai maksimum 1,2 kg/cm²
α = Fator adhesi
= 1 untuk lempung NC dan
= 0,5 untuk lempung OC

e. Persamaan Metode Kurva p-y

$$E_p \cdot I_p \frac{d^4 y}{dx^4} + P_x \frac{d^2 y}{dx^2} - p + w = 0 \quad (6)$$

Dimana :

Ep = modulus tiang
Ip = momen inersia tiang
Px = beban aksial
p = reaksi per lapisan tanah
W = beban merata pada tiang

f. Persamaan Metode Elemen Hingga

$$[K]\{D\} = \{R\} \quad (7)$$

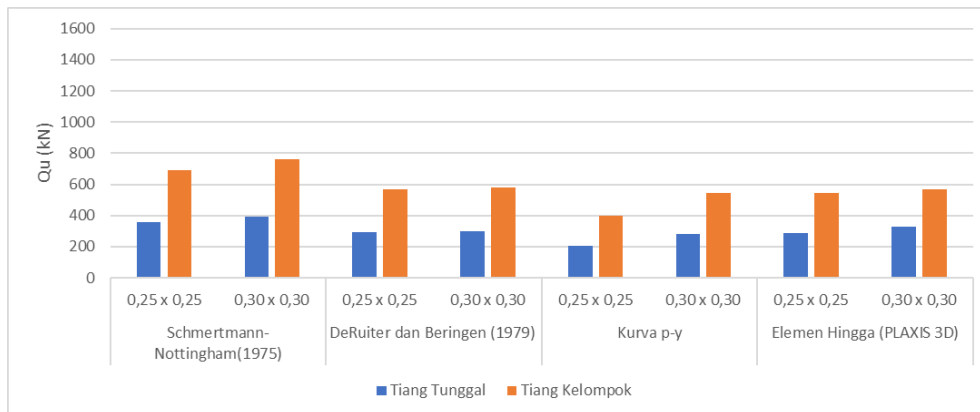
Dimana :

{R} = Matriks Gaya Global
{D} = Matriks Perpindahan Global
[K] = Matriks Kekakuan Global

Adapun Hasil analisis kapasitas daya dukung aksial dan lateral tiang tunggal dan kelompok menggunakan data CPT, perhitungan analisis menggunakan metode Schmertmann-Nottingham(1975) dan DeRuiter dan Beringen (1979) untuk perhitungan analisis statik serta menggunakan metode Elemen Hingga dan kurva p-y untuk metode dinamis, untuk daya dukung aksial lebih jelasnya dapat dilihat pada rekapan analisa perhitungan pada **Tabel 1.** dan **Gambar 1.** serta daya dukung lateral pada **Tabel 2.**

Tabel 1. Rekap Analisis Kapasitas Daya Dukung Aksial

Metode	Jumlah Tiang	Dimensi	S yang Mewakili			Pu	Cek
			Q Tunggal	Q Kelompok			
		m	kN	kN			
Schmertmann-Nottingham(1975)	2	0,25 x 0,25	355.030	690.889	>	616.224	Aman
		0,30 x 0,30	393.598	762.006	>		Aman
DeRuiter dan Beringen (1979)		0,25 x 0,25	292.761	569.712	<		Tidak Aman
		0,30 x 0,30	298.317	578.699	<		Tidak Aman
Kurva p-y		0,25 x 0,25	203.792	396.579	<		Tidak Aman
		0,30 x 0,30	280.295	542.651	<		Tidak Aman
Elemen Hingga (PLAXIS 3D)		0,25 x 0,25	289.625	542.625	<		Tidak Aman
		0,30 x 0,30	328.447	565.487	<		Tidak Aman



Gambar 1. Hasil dan Perbandingan Kapasitas Daya Dukung aksial

Hasil analisis daya dukung aksial pondasi tiang menggunakan dimensi 0,25 m x 0,25 m dan 0,30 m x 0,30 m metode yang memenuhi syarat keamanan yaitu perhitungan metode Schmertman Nottingham(1975), karena metode DeRuiter dan Beringen (1979), metode kurva p-y dan metode Elemen Hingga 3 dimensi dibawah nilai PU sehingga analisis perhitungan di anggap tidak memenuhi syarat keamanan.

Tabel 2. Rekap Analisis Kapasitas Daya Dukung Lateral

S yang Mewakili				
Metode	Elemen Hingga (PLAXIS 3D)	Dimensi (m)	Daya Dukung Lateral (kN)	
			Tunggal	Kelompok
		0,25 x 0,25	18.800	72.780
		0,30 x 0,30	27.400	107.254
	Kurva p-y	Dimensi (m)	Defleksi (cm)	
			Tunggal	Kelompok
		0,25 x 0,25	1.020	0.273
		0,30 x 0,30	0.590	0.158

Hasil daya dukung lateral diatas disimpulkan bahwa hasil analisis daya dukung lateral pondasi tiang menggunakan dimensi 0,25 m x 0,25 m dan 0,30 m x 0,30 m pada tiang Tunggal dan kelompok metode kurva p-y memenuhi syarat aman karena kurang dari defleksi izin yaitu 2,5 cm dan dan untuk metode Elemen Hingga memenuhi syarat aman karena lebih dari PU geser sebesar 27,744 kN.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Antar Metode

Metode Perbandingan		S yang mewakili	
		Dimensi (m)	
		0,25 x 0,25	0,30 x 0,30
Metode Statis	Schmertmann-Nottingham(1975)	46%	45%
	DeRuiter dan Beringen (1979)	35%	31%
Metode Numerik	Kurva p-y	22%	28%
	Elemen Hingga (PLAXIS 3D)	33%	30%

Hasil pendekatan analisis perhitungan kapasitas daya dukung aksial tiang kelompok titik sondir yang mewakili menggunakan metode Schmertman- Nottingham(1975) dengan tingkat akurasi 46 % dan 45 % yang dapat dilihat pada **Tabel 3.**

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Didapat hasil analisis nilai kapasitas daya dukung aksial tiang yang "Aman" pada titik sondir yang mewakili dengan panjang 4 m dengan metode Schmertman-Nottingham(1975) dimensi 25 cm x 25 cm yaitu 690,889 kN dan dimensi 30 cm x 30 cm yaitu 762,006 kN.
2. Didapat hasil analisis nilai kapasitas daya dukung lateral tiang yang "Aman" pada titik Sondir yang mewakili dengan Panjang 4 m dengan metode Elemen Hingga (PLAXIS 3D) dan defleksi dengan metode kurva p-y dimensi 25 cm x 25 cm yaitu 72,780 kN, defleksi 0,273 cm dan dimensi 30 cm x 30 kN yaitu 74,726 kN, defleksi 0,158 cm.

DAFTAR RUJUKAN

- (n.d.). In P. p. Rahardjo, Buku Manual Pondasi Tiang Edisi ke 4 (pp. 70-72 dan 131-135). Bandung: Universitas Katolik Parahyangan.
- (2023, April Kamis). Retrieved from https://eprints.undip.ac.id/34551/5/1577_chapter_II.pdf
- (2023, Mei 12). Retrieved from Materi Pondasi Tiang Academia.edu.
- American Standard For Testing Material. (1994). Piles Under Static Axial Compressive Load (ASTM D 1143-81). United State Of America: American Standard For Testing Material.
- Bowles, J.,. (1996). Foundation Analysis and Design 5 th ed. New York: McGrawHill.
- Bringgreve, . B.,. (2017). PLAXIS 3D Manual References. Netherland: Plaxisby.
- Das, B. M.,. (1985). Mekanika Tanah 1. Surabaya: Penerbit Erlangga.
- Das, B. M.,. (2012). Principal Of Geotechnical Engineering, 8 th ed. United State Of America: Cengage Learning.
- Hamdhan, I. N & Alia, Filda Nur. (2020). Analisis Perbandingan Daya Dukung Tekan Dan Tarik Pada Pondasi Helical Pile Antara Metode Elemen Hingga Tiga Dimensi dan Pengujian Dilapangan . Institute Teknologi Nasional , 1-4.
- Kadarusman, A. N. (2021). Analisis Kapasitas Dukung Metode Mayerhoff dan Penurunan Pondasi Tiang Terhadap Variasi Dimensi . Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Maulidika. (2018). Studi Analisis Perilaku Daya Dukung Fondasi Tiang Bor Dengan Pemodelan Konstruksi Menggunakan PLAXIS 2D Pada Proyek Rusun POLRI, Pesing Jakarta. Bandung: Jurnal Education Building.
- Mutiarasella, N. (2022). Analisis Daya Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Bor Pada Masjid Gedung Hajjah Yuliana. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Yani, D. S. (2021). Menghitung Daya Dukung Tiang Pancang Pada Gedung Perkantoran Menggunakan Data SPT Dan Sondir Dengan Metode Decourt Quaresma 1982, Mayerhof 1956, Schermertmann 1975 dan LCPC 1982. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.