

ANALISA DAYA DUKUNG AKSIAL FONDASI TIANG PANCANG PADA PROYEK PEMBAGUNAN FONDASI ABUTMENT JPO

Juan Kevin Sinaga¹, Andikanoza Pradiptya²

^{1,2}, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Alamat Jl. Prof. DR. G.A. Siwabessy, Kampus Universitas Indonesia Depok, Kode Pos.16425

e-mail: juan.kevin535@gmail.com¹, andikanoza.pradiptya@sipil.pnj.ac.id²

ABSTRACT

A foundation is a sub-structure of the building that transfers all loads from the superstructure to the ground or soil layers. A foundation structure is used to avoid ground and differential settlement (Iwan et al., 2018). This study aims to determine the soil foundation bearing capacity using the Schmertmann, Nottingham, and Meyerhof methods. All data was obtained from the field CPT test. The two methods differ slightly; Meyerhof produced the best results when determining the bearing capacity of a single pile.

Keywords: Soil Bearing Capacity, Calculation Method, Meyerhof, Schmertmann & Nottingham.

ABSTRAK

Fondasi adalah sub-struktur bangunan untuk mentransfer semua beban dari struktur atas ke tanah atau lapisan tanah. Struktur fondasi digunakan untuk menghindari tanah dan penurunan diferensial (Iwan et al, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya dukung fondasi tanah menggunakan metode Schmertmann & Nottingham, serta metode Meyerhof. Semua data diperoleh dari uji CPT lapangan. Ada beberapa perbedaan dengan kedua metode tersebut, metode Meyerhof adalah hasil terbaik dalam menentukan daya dukung tiang tunggal.

Kata kunci: Daya Dukung Tanah, Metode Perhitungan, Mayerhof, Schmertmann & Nottingham.

PENDAHULUAN

Jembatan Penyebrangan Orang (JPO) merupakan kawasan perkotaan yang berfungsi sebagai fasilitas umum dan dirancang sebagai pengaman atau jalur khusus bagi pejalan kaki di perkotaan [1]. Di jembatan terdapat struktur atas dan struktur bawah. Struktur bawah yaitu fondasi [2]. fondasi adalah bagian terbawah dari suatu bangunan (*sub-structure*) yang menyerap seluruh beban yang bekerja untuk dialirkan ke bawah tanah [3]. Salah satu jenis fondasi tiang adalah tiang pancang, dimana kekuatan daya dukungnya ditentukan oleh tahanan ujung (*end bearing*) dan tahanan gesek (*friction*) [4]. Struktur bawah secara garis besar terbagi dua yaitu fondasi dangkal dan fondasi dalam [5]. Daya

dukung tiang pancang diperoleh dari hasil survei tanah berupa uji sondir. Uji Sondir adalah teknik untuk memperkirakan lapisan dalam tanah untuk menentukan jenis fondasi yang akan digunakan nanti [6].

Penelitian ini mengonsentrasikan pada fondasi tiang pancang. Data yang digunakan adalah data tanah yang diperoleh dari Proyek Pembangunan Waduk Lebak Bulus yaitu data sondir (CPT). Untuk menentukan daya dukung tanah, data sondir dihitung dengan menggunakan dua metode yaitu metode Schmertmann & Nottingham dan metode Meyerhof. Dari hasil tersebut dapat dijadikan acuan bagi konsultan perencana dalam menentukan dan merencanakan fondasi dalam di struktur

Jembatan Penyeberangan Orang di Waduk Lebak Bulus.

Permasalahan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah perbandingan daya dukung aksial metode Schmertmann & Nottingham dengan Meyerhof.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perhitungan daya dukung fondasi tiang pancang berdasarkan data Sondir dan untuk memastikan fondasi aman terhadap beban kerja.

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat yang dapat dicapai dengan memberikan informasi kepada konsultan perencanaan mengenai penggunaan metode untuk menghitung daya dukung fondasi tiang pancang berdasarkan data Sondir untuk menahan beban struktur yang bekerja pada Jembatan Penyeberangan Orang di Waduk Lebak Bulus dan memberikan pengetahuan bagi pembaca dalam bidang ilmu fondasi khususnya mengenai perhitungan daya dukung fondasi tiang pancang.

DASAR TEORI

Sondir

Sondir atau yang dikenal dengan nama *Dutch Cone Penetration*, terdiri dari konus dan bikonus. Penyelidikan tanah dengan uji sondir untuk memperoleh daya dukung tanah adalah cara pengujian yang paling praktis di lapangan [7]. Nilai perlawanan penetrasi konus (q_c) yang diperoleh dari pengujian dapat langsung dikorelasikan dengan kapasitas daya dukung tanah [8]. Keuntungan dari alat sondir adalah harganya yang cukup ekonomis dibandingkan uji SPT, dapat memperkirakan perbedaan lapisan, dapat digunakan pada lapisan berbutir halus [9].

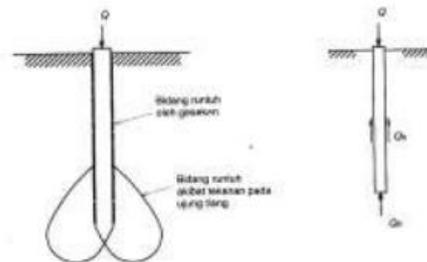
Fondasi Tiang Pancang

Fondasi adalah struktur bagian bawah yang umumnya tertanam di bawah permukaan tanah yang berfungsi untuk meneruskan gaya reaksi yang diterima

ke lapisan tanah pendukung [10]. penggunaan fondasi tiang tersebut digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam [11].

Kapasitas Dukung Ultimit

Kapasitas daya dukung ultimit tiang dihitung dengan menggunakan teori mekanika tanah [12]. Berikut adalah gambar bidang runtuh untuk tiang yang mengalami pembebanan.



Gambar 1. Bidang Runtuh Tiang

$$Q_u = Q_p + Q_s \quad [13]$$

Dimana:

Q_u = kapasitas dukung ultimit *neto*

Q_p = tahanan ujung bawah *ultimate*

Q_s = tahanan gesek *ultimate*

Metode Meyerhof

Tahanan ujung (Q_p) dengan metode Meyerhof adalah sebagai berikut.

$$Q_p = A_p \cdot q_c \quad [14]$$

Dimana:

Q_p = Tahanan ujung (ton)

A_p = luas penampang tiang (m)

q_c = tahanan ujung pada kedalaman (kg/cm^2)

Metode Schmertmann & Nottingham

Tahanan ujung (Q_p) dengan metode Schmertmann & Nottingham adalah sebagai berikut:

$$Q_p = A_p \cdot \frac{q_{c1} + q_{c2}}{2} \quad [15]$$

Dimana:

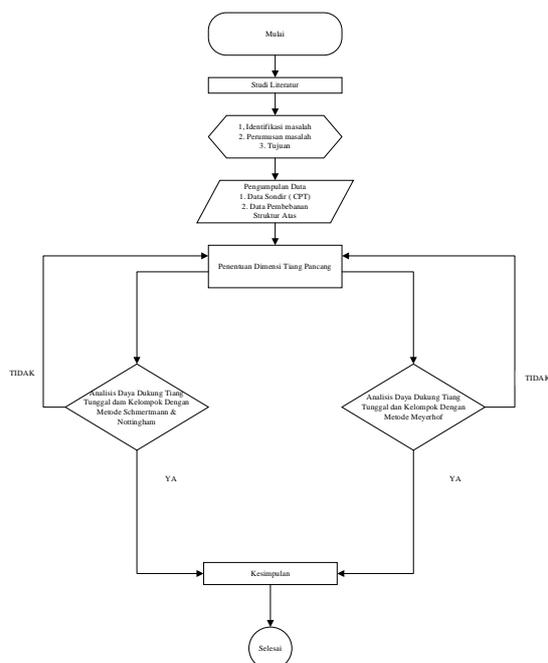
q_{c1} = nilai tahanan kerucut rata-rata pada $0,7-4B$ di bawah ujung tiang

qc_2 = nilai tahanan kerucut rata-rata dari ujung tiang hingga 8B di atas ujung tiang

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian dimulai dari tahapan pada studi literatur dan pengumpulan data yang meliputi data penyelidikan tanah dan data beban yang bekerja. Selanjutnya dilakukan proses penentuan dimensi tiang pancang serta melakukan analisis menggunakan metode schmertmann & Nottingham dengan metode Meyerhof. Lalu dari hasil keduanya dibandingkan. Setelah didapatkan hasil dari kedua metode tersebut, dapat ditarik kesimpulan serta saran dari kajian yang dilakukan, hingga penyelesaian akhir penelitian ini. Adapun lingkup penelitian akan dilaksanakan dengan tahap sebagai berikut:

- Identifikasi masalah dan perumusan masalah
- Pengumpulan data
- Penentuan dimensi tiang pancang
- Analisis daya dukung



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

HASIL dan PEMBAHASAN

Soil Investigation

DUTCH CONE PENETRATION TEST
SNI 2827 - 2008

Project	Investigasi Soil Pembangunan Waduk Brigif dan Waduk Lebak Bulus Beserta Kelengkapannya			Test No.	S-01		
Location	Lebak Bulus, Jakarta Selatan			Tested by	Yayan Cs.		
Koordinat	X	Y	Z	Date	13 Januari 2022		
Elevasi				Total Depth	2,40 m		
				GWL Elevation	-		

Depth (m)	qc (kg/cm ²)	Wt (kg/cm)	fs (kg/cm ²)	fs/qc %	Tf (kg/cm)	Cummulative Tf	Soil Classification
0.00	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	-
0.20	4	8	0.36	8.90	7.12	7.12	C
0.40	10	15	0.45	4.45	8.90	16.02	-
0.60	30	35	0.45	1.48	8.90	24.92	SM
0.80	45	50	0.45	0.99	8.90	33.82	-
1.00	50	60	0.89	1.78	17.80	51.62	-
1.20	30	35	0.45	1.48	8.90	60.52	-
1.40	30	35	0.45	1.48	8.90	69.42	-
1.60	25	30	0.45	1.78	8.90	78.32	MS/M
1.80	25	30	0.45	1.78	8.90	87.22	-
2.00	20	25	0.45	2.23	8.90	96.12	-
2.20	15	20	0.45	2.97	8.90	105.02	MC/MC
2.40	15	20	0.45	2.97	8.90	113.92	-
2.60	20	25	0.45	2.23	8.90	122.82	MS/M
2.80	30	35	0.45	1.48	8.90	131.72	SM
3.00	30	35	0.45	1.48	8.90	140.62	-
3.20	35	40	0.45	1.27	8.90	149.52	S
3.40	50	55	0.45	0.89	8.90	158.42	-
3.60	55	60	0.45	0.81	8.90	167.32	S
3.80	35	40	0.45	1.27	8.90	176.22	SM
4.00	40	45	0.45	1.11	8.90	185.12	-
4.20	60	70	0.89	1.48	17.80	202.92	-
4.40	90	95	0.45	0.49	8.90	211.82	S
4.60	90	95	0.45	0.49	8.90	220.72	-
4.80	100	110	0.89	0.89	17.80	238.52	-
5.00	115	120	0.45	0.39	8.90	247.42	-
5.20	95	100	0.45	0.47	8.90	256.32	-
5.40	95	100	0.45	0.47	8.90	265.22	-
5.60	120	125	0.45	0.37	8.90	274.12	-
5.80	140	145	0.45	0.32	8.90	283.02	-
6.00	140	145	0.45	0.32	8.90	291.92	-
6.20	150	160	0.89	0.59	17.80	309.72	-
6.40	185	195	0.89	0.48	17.80	327.52	-
6.60	200	>200					
6.80							
7.00							

Gambar 3. Data Sondir S-01 (sumber: Data Proyek)

- Perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan metode Meyerhof
 - Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal

Tabel 1. Hasil Perhitungan Daya dukung Tiang Tunggal

s = D (cm)	L (cm)	Qp (Ton)	Qs (Ton)	Qu (ton)
30	300	44,88	1,56	32,33
40	300	81,01	1,12	72,96
50	300	138,76	1,40	115,40
30	400	61,42	6,00	46,44
40	400	119,19	8,00	82,13
50	400	185,89	10,00	140,16
30	500	106,89	10,08	67,42
40	500	187,87	13,44	127,19
50	500	286,51	16,80	195,89
30	600	157,28	15,55	116,97
40	600	198,13	17,92	215,04
50	600	165,48	25,92	303,31

b. Perhitungan Daya Dukung Ijin
Tabel 2. Hasil Perhitungan Daya dukung Ijin

s = D (cm)	L (cm)	Qijin (ton)
30	300	11,06
40	300	20,91
50	300	36,66
30	400	17,11
40	400	32,70
50	400	52,18
30	500	28,99
40	500	52,37
50	500	79,82
30	600	41,98
40	600	69,29
50	600	103,08

2. Perhitungan daya dukung tiang pancang menggunakan metode Schmertmann & Nottingham

a. Perhitungan Daya Dukung Ultimit

Tabel 3. Hasil Perhitungan daya Dukung Ultimit

s = D (cm)	L (cm)	Qp Ton	Qs Ton	Qu (ton)
30	300	30,29	0,95	31,24
40	300	67,11	1,28	68,39
50	300	106,63	1,61	108,24
30	400	44,57	6,84	51,41
40	400	85,03	9,08	94,11
50	400	165,18	11,40	176,58
30	500	79,55	11,59	91,15
40	500	168,72	15,99	184,72
50	500	275,35	19,35	294,70
30	600	116,61	21,70	138,31
40	600	197,12	28,93	226,05
50	600	293,68	36,80	330,48

b. Perhitungan Daya Dukung Ijin

Tabel 4. Perhitungan daya dukung ijin

s = D (cm)	L (cm)	Qijin (ton)
30	300	10,29
40	300	22,63
50	300	35,87
30	400	16,23
40	400	30,16
50	400	57,34
30	500	28,84
40	500	59,44
50	500	95,65
30	600	43,21
40	600	71,49
50	600	105,25

Perbandingan Daya Dukung

Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil dari kedua metode yaitu hasil dari metode Schmertmann & Nottingham dengan metode Meyerhof

1. Perbandingan Daya Dukung Ultimit

Tabel 5. Hasil Perbandingan Daya dukung Ultimit

s = D (cm)	L (cm)	Qu ₁ (ton)	Qu ₂ (ton)	selisih (ton)
30	300	33,80	31,24	2,56
40	300	63,18	68,39	5,21
50	300	110,55	108,24	2,31
30	400	53,74	51,41	2,33
40	400	101,31	94,11	7,20
50	400	160,54	176,58	16,04
30	500	91,01	91,15	0,14
40	500	162,49	184,72	22,23
50	500	246,17	294,70	48,54
30	600	132,16	138,31	6,14
40	600	215,04	226,05	11,01
50	600	319,60	330,48	10,88

Dimana

Q_{u1} = Daya Dukung Ultimit metode Meyerhof

Q_{u2} = Daya Dukung Ultimit Metode Schmertmann & Nottingham

Dari hasil yang ditinjau didapatkan perbedaan sebesar 11,01 ton. Hal ini menunjukkan hasil dengan kedua metode tersebut saling berdekatan.

2. Perbandingan Daya Dukung Ijin

Tabel 6. Perbandingan Daya Dukung Ijin

s = D (cm)	L (cm)	Q _{a1} (ton)	Q _{a2} (ton)	selisih (ton)
30	300	11,06	10,29	0,77
40	300	20,91	22,63	1,71
50	300	36,66	35,87	0,80
30	400	17,11	16,23	0,89
40	400	32,70	30,16	2,54
50	400	52,18	57,34	5,16
30	500	28,99	28,84	0,16
40	500	52,37	59,44	7,07
50	500	79,82	95,65	15,84
30	600	41,98	43,21	1,23
40	600	69,29	71,49	2,20
50	600	103,08	105,25	2,18

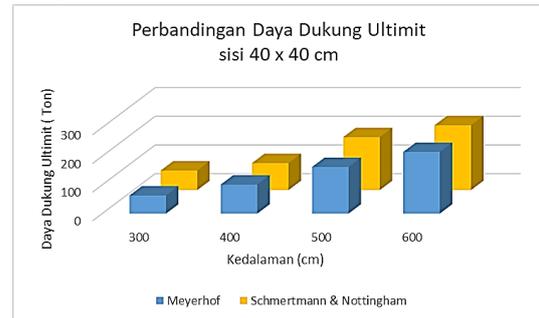
Dimana:

Q_{a1} = Daya Dukung Ijin berdasarkan Hasil metode Meyerhof

Q_{a2} = Daya Dukung Ijin berdasarkan hasil metode Schmertmann & Nottingham

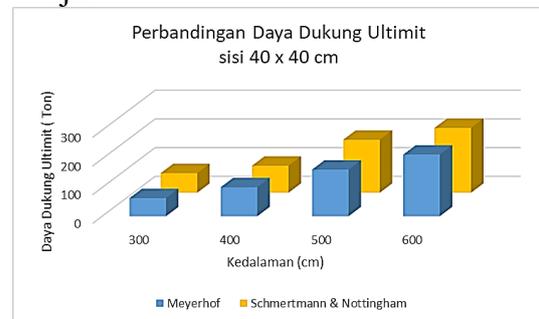
Dari hasil yang ditinjau didapatkan perbedaan sebesar 2,20 ton.

3. Grafik Perbandingan Daya Dukung Ultimit



Gambar 4. Grafik Perbandingan Daya Dukung Ultimit

4. Grafik Perbandingan Daya Dukung Ijin



Gambar 5. Grafik Perbandingan Daya Dukung Ijin

Faktor perbedaan nilai daya dukung

Perbedaan nilai antara metode Schmertmann & Nottingham dengan Meyerhof terdapat pada analisis bagian tahanan selimut dimana f_s pada Meyerhof hanya menggunakan $q_c/200$ sedangkan pada metode Schmertmann & Nottingham menggunakan αc .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, ada beberapa hal yang disimpulkan berdasarkan tujuan penelitian. Perbandingan hasil kedua metode tersebut menggunakan tiang pancang ukuran 40 x 40 cm kedalaman 6-meter didapatkan selisih 11,01 ton pada daya dukung ultimit dan 2,02 ton pada daya dukung ijin. Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Gazali

didapatkan bahwa metode Meyerhof lebih baik dalam mendekati hasil kenyataan yang ada di lapangan [2]. Dengan mempertimbangkan hasil untuk di lapangan penulis menyarankan menggunakan metode Meyerhof dalam menghitung daya dukung tiang pancang tunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Wardiningsih, D. Hendarto, And J. Selatan, "Kajian Jembatan Penyeberangan Orang (Jpo) Sebagai Elemen Perkotaan (Studi Kasus: Jpo Stasiun Lenteng Agung, Jakarta Selatan)." 2020.
 - [2] N. Istiani, A. Gazali, And Fathurrahman, "Studi Evaluasi Perbandingan Kapasitas Daya Dukung Fondasi Mini Pile Menggunakan Metode Meyerhof Dengan Metode Price & Wardle (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Kantor Dinas Kependudukan Dan Catatan Sipil Kabupaten Tapin)," 2020.
 - [3] . I. And D. L, "Studi Komparatif Daya Dukung Fondasi Tiang Dengan Teori Meyerhof Terhadap Teori L'decourt Berdasar Hasil Uji N-Spt Di Surabaya Timur," *Agregat*, Vol. 2, No. 2, Pp. 153–158, 2017, Doi: 10.30651/Ag.V2i2.1197.
 - [4] L. G. Ahmad, "Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Menggunakan Data Insitu Test , Parameter Laboratorium Terhadap Loading Test Kantledge," *J. Konstr.*, Vol. 7, No. 2, Pp. 65–74, 2016.
 - [5] Adderian Noor And Shella Octaviani, "Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Terhadap Daya Dukung Aktual Tiang Berdasarkan Data Sondir dan Loading Test," Banjarmasin, Apr. 2014.
 - [6] I. Sukhairi *Et Al.*, "Tinjauan Daya Dukung Rencana Fondasi Tiang Pancang Desa Hutaaruk Kecamatan Sipoholon," Vol. 1, No. 1, Pp. 15–20, 2022.
 - [7] S. Utomo, Ukiman, And Yusetyowati, "Alat Uji Sondir," Vol. 03, 2017.
 - [8] K. R. Bela And P. Sianto, "Penyelidikan Tanah Menggunakan Metode Uji Sondir," Vol. 2, No. 1, Pp. 50–58, 2022.
 - [9] E. Tanuwijaya, A. Kawanda, And H. Wijaya, "Studi Korelasi Nilai Tahanan Konus Sondir Terhadap Parameter Tanah Pada Proyek Di Jakarta Barat," *Jmts J. Mitra Tek. Sipil*, Vol. 2, No. 4, P. 169, 2019, Doi: 10.24912/Jmts.V2i4.6188.
 - [10] A. Karundeng, H. Manalip, And S. E. Wallah, "Analisis Teoritis Struktur Perkuatan Fondasi Telapak Pada Bangunan Gedung Untuk Bangunan Alih Fungsi dengan Menggunakan Sap 2000," Vol. 11, No. 1, Pp. 67–74, 2021.
 - [11] Mohamad Isram M. Ain And Emil Azmanajaya, "Studi Perbandingan Daya Dukung Fondasi Tiang Pancang Diverifikasi dengan Hasil Uji Pile Driving Analyzer (Studi Kasus Proyek Overpass Jalan Tol Balikpapan-Samarinda)," 2019.
 - [12] M. Muhshi, A. Ika Putra, And S. Agus Nugroho, "Pemetaan Penurunan Elastis Fondasi Tiang Berdasarkan Data Sondir Kota Pekanbaru." 2019.
 - [13] A. Gazali, M. G. Perdana, And T. A. Rachman, "Studi Evaluasi Daya Dukung Ultimit Fondasi Tiang Pancang Tunggal Berdasarkan Data Cpt Pada Pembangunan Gedung Baru
-

- Uniska Handil Bakti Kabupaten Barito Kuala,” *J. Kacapuri J. Keilmuan Tek. Sipil*, Vol. 4, No. 2, P. 245, 2022, Doi: 10.31602/Jk.V4i2.6431.
- [14] E. Seftian, R. J. E. R. Sumampouw, And S. Balamba, “Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Menggunakan Metode Statik dan Calendring Studi Kasus : Proyek Pembangunan Manado Town Square 3,” *J. Sipil Statik*, Vol. 3, No. 9, Pp. 631–643, 2015.
- [15] V. Bachtiar, “Evaluasi Daya Dukung Tiang Pancang Berdasarkan Data Cone Penetration Test (Cpt) dan Pile Driven Analyzer (Pda) Pada Tanah Lunak Di Kota Pontianak,” 2012.
-