

**ANALISIS PENGARUH PEMENDEKAN PONDASI TIANG PANCANG
TERHADAP KAPASITAS DUKUNG
PADA PROYEK GEDUNG KULIAH 4 LANTAI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PURWOKERTO**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF SHORTENING PILE FOUNDATION
ON BEARING CAPACITY
IN A 4-STOREY LECTURE BUILDING PROJECT
UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH PURWOKERTO**

Amris Azizi¹, Teguh Marhendi²

^{1,2}Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Informasi Artikel

Dikirim, 24 Januari 2023
Direvisi, 24 Agustus 2023
Diterima, 28 Agustus 2023

Korespondensi Penulis:

Amris Azizi
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah
Purwokerto
JL. K.H. Ahmad Dahlan
Purwokerto, 53182
Email:
amrissampang11@gmail.com

ABSTRAK

Gedung Kuliah 4 lantai Universitas Muhammadiyah Purwokerto dirancang menggunakan pondasi tiang pancang dengan kedalaman ujung mencapai 6,00 meter. Dalam pelaksanaannya, pemancangan tiang hanya mencapai kedalaman rata-rata 4,00 m karena ujung tiang sudah mencapai tanah keras dan tidak mampu menembus kedalaman yang direncanakan. Hal ini akan mempengaruhi kapasitas dukung tiang.

Analisis dilakukan pada pondasi tiang pancang Gedung Kuliah Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Analisis menggunakan metode statik dihitung secara empiris dari nilai q_c hasil uji Sondir (CPT).

Hasil analisis menunjukkan bahwa kapasitas dukung ultimit pondasi tiang yang mengalami pemendekan lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas dukung ultimit pondasi tiang rencana. Kapasitas dukung kelompok tiang terpasang mengalami penurunan rata-rata 27% dari kapasitas dukung kelompok tiang rencana dengan angka aman untuk setiap tipe pondasi rata-rata 2,19. Dengan demikian pondasi terpasang masih cukup aman terhadap beban struktur yang bekerja di atasnya.

Kata Kunci : pemendekan tiang, kapasitas dukung, gedung kuliah

ABSTRACT

The 4-storey Lecture Building at the University of Muhammadiyah Purwokerto was designed using a pile foundation with a tip depth of up to 6.00 meters. In practice, pile driving only reached an average depth of 4.00 m because the ends of the piles had reached hard ground and were unable to penetrate the planned depth. This will affect the bearing capacity of the pile.

The analysis was carried out on the pile foundation of the Muhammadiyah University Lecture Building in Purwokerto. The analysis using the static method was calculated empirically from the q_c value from the sondir test (CPT).

The results of the analysis show that the ultimate bearing capacity of the shortened pile foundation is smaller than the ultimate bearing capacity of the design pile foundation. The carrying capacity of the installed pile group has decreased by an average of 27% from the carrying capacity of the planned pile group with an average safety factor for each type of foundation of 2.19. Thus the foundation is installed quite safely against the structural loads acting on it.

Keyword : piling shortening, bearing capacity, lecture building

1. PENDAHULUAN

Pondasi bangunan dibedakan menjadi dua, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pemilihan jenis pondasi tergantung kepada jenis struktur dan letak kedalaman tanah yang cukup keras. Konstruksi bangunan dengan beban ringan dan tanah dengan kondisi yang baik letaknya dangkal, biasanya menggunakan pondasi dangkal. Untuk bangunan dengan beban berat (*high-rise building*) dan letak tanah yang keras cukup dalam, pilihan pondasinya adalah pondasi dalam (tiang) (Noor dan Shella, 2014).

Dalam perencanaan pondasi terlebih dahulu harus dihitung dan ditentukan kapasitas dukung rencana yang harus dicapai oleh setiap tiang. Oleh karena itu harus dilakukan perhitungan kapasitas dukung. Untuk menghitung kapasitas dukung pondasi tiang, Coduto (1994) membagi dalam tiga metode. Metode pertama dengan uji skala penuh di lapangan (*Static Loading Test, SLT*), kedua, metode statik dengan menggunakan prinsip-prinsip mekanika tanah, dan ketiga, metode dinamik atau sering disebut *Pile Driving Analyzer (PDA)*.

Pada saat pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang pancang di lapangan, seringkali dijumpai kondisi dimana ujung tiang tidak sampai pada kedalaman yang direncanakan. Hal ini disebabkan ujung tiang sudah mencapai tanah keras dan tidak mampu menembus kedalaman yang direncanakan. Dalam kondisi seperti ini biasanya tiang dipotong sesuai dengan kedalaman yang dicapai pada saat pemancangan. Hal ini tentu saja akan mempengaruhi kapasitas dukung tiang, baik kapasitas tiang tunggal maupun kapasitas tiang kelompok. Kapasitas dukung tiang dipengaruhi oleh antara lain jumlah tiang, diameter tiang, susunan dan jarak tiang (Coduto, 1994)

Penelitian ini akan menganalisis kapasitas dukung pondasi tiang yang mengalami pemendekan. Analisis dilakukan pada pondasi tiang pancang Gedung Kuliah Universitas Muhammadiyah Purwokerto.

2. METODE PENELITIAN

Analisis kapasitas dukung pondasi tiang metode statik dihitung secara empiris dari nilai q_c hasil uji Sondir (CPT). Untuk pondasi tiang yang terletak di dalam tanah pasir, kapasitas dukung ijin tiang dihitung berdasarkan persamaan yang disarankan Guy Sangrelat (Pamungkas dan Erny, 2013).

$$Pa = \frac{q_c \times A_p}{FK_1} + \frac{T_f \times A_{st}}{FK_2} \dots\dots\dots(1)$$

- P_a = daya dukung ijin tekan tiang
- q_c = tahanan ujung konus sondir
- A_p = luas penampang tiang
- T_f = total friksi/jumlah hambatan pelekat
- A_{st} = keliling penampang tiang
- FK_1, FK_2 = faktor keamanan, 2,5 dan 3

Kapasitas dukung ijin tarik dihitung dengan persamaan Guy Sangrelat dan Mayerhof (Pamungkas dan Erny, 2013).

$$P_{ta} = \frac{(T_f + A_{st}) \times 0,75}{FK_2} + w_p \dots\dots\dots(2)$$

- P_{ta} = daya dukung ijin tarik tiang
- T_f = total friksi/jumlah hambatan pelekat
- A_{st} = keliling penampang tiang
- FK_2 = faktor keamanan 3
- w_p = berat pondasi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Profil Lapisan Tanah

Hasil uji penetrasi dengan sondir (CPT), di dapat profil lapisan tanah sampai dengan kedalaman 6,00 meter seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Profil Lapisan Tanah Hasil Uji Sondir

Kedalaman (m)	q_c^* (kg/cm ²)	T_f^* (kg/cm)	Jenis Tanah
1,00	17	16	Soft silty clay
2,00	13	38	
3,00	50	144	

4,00	165	248	
5,00	220	300	<i>Medium dense silty sand</i>
6,00	225	350	

Sumber: Lab. Mekanika Tanah Teknik Sipil UMP, 2014

3.2. Profil Pondasi Tiang

Pondasi direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang prategang penampang segiempat ukuran 25 cm x 25 cm. Kedalaman pondasi direncanakan sampai dengan 6,00 m. Data teknis tiang pancang dapat dilihat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Teknis Tiang Pancang

Dimensi tiang	25 cm x 25 cm
Luas penampang tiang, A_p (cm ²)	625
Keliling penampang tiang, A_{st} (cm)	100
Beban aksial ijin (ton)	84,30

Sumber: PT. Paton Buana Semesta, 2014

Pemancangan tiang dilaksanakan dengan sistem hidrolik (*Hydraulic Jack In*). Pada saat pelaksanaan, kedalaman pemancangan tiang rata-rata hanya mencapai 4,00 meter. Penghentian pemancangan dilakukan karena pada *driving record* menunjukkan penurunan tiang pancang akibat pukulan/tekanan sangat kecil. Pada beberapa titik pemancangan, *driving record* bahkan tidak bergerak sama sekali. Hal ini mengindikasikan ujung tiang sudah sampai pada tanah keras.

3.3. Kapasitas Dukung Tiang

Kapasitas dukung pondasi (*pile capacity*) adalah kapasitas dukung tiang dalam mendukung beban (Hardiyatmo, 2001).

Hasil analisis kapasitas dukung pondasi tiang rencana dan terpasang dilapangan dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Kapasitas Dukung Ijin Tekan Tiang

Kedalaman (m)	q_c^* (kg/cm ²)	T_r^* (kg/cm)	A_p (cm ²)	A_{st} (cm)	P_{all} (ton)
1,00	17	16	625	100	4,783
2,00	13	38	625	100	4,516
3,00	50	144	625	100	17,300
4,00	165	248	625	100	49,516
5,00	220	300	625	100	65,000
6,00	225	350	625	100	67,916

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Hasil analisis kapasitas tarik pondasi tiang rencana dan terpasang dilapangan dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4. Kapasitas Dukung Ijin Tarik Tiang

Kedalaman (m)	T_r^* (kg/cm)	A_p (cm ²)	A_{st} (cm)	W_p (kg)	P_{all} (ton)
1,00	16	625	100	153	0,553
2,00	38	625	100	306	1,256
3,00	144	625	100	459	4,059
4,00	248	625	100	612	6,812
5,00	300	625	100	765	8,265
6,00	350	625	100	918	9,668

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Kapasitas dukung ijin tiang:

$$P_{tiang} = P_{all(tekan)} - P_{all(tarik)}$$

Tabel 5. Jumlah Tiang Setiap Tipe Pondasi

Tipe Pondasi	Ukuran kolom (cm)	Beban P_u (ton)	P_{tiang} (ton)		Jumlah tiang $n = P_u/P_{tiang}$	
			Kedalaman 6,00 m	Kedalaman 4,00 m	Kedalaman 6,00 m	Kedalaman 4,00 m
P1	40 x 60	174,65	58,2	42,70	4	4

P2	40 x 60	149,04	58,2	42,70	3	4
P3	30 x 30	98,15	58,2	42,70	2	3

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Kapasitas dukung ijin tiang (P_{tiang}) terpasang pada kedalaman 4,00 m mengalami penurunan seperti terlihat pada Tabel 5. Pada tabel diatas terlihat bahwa untuk tipe pondasi P2 dan P3 pada kedalaman 4,00 m jumlah tiang yang dibutuhkan lebih banyak dibandingkan pada kedalaman 6,00 m. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Anshori dan Orlina Shafira (2017) bahwa pondasi yang memiliki daya dukung yang kurang dari beban yang harus dipikul, solusi alternatifnya adalah menambah jumlah tiang pada kelompok tiang tersebut.

Menurut Coduto (1983) dalam Hardiyatmo (2001), reduksi kapasitas kelompok tiang atau efisiensi tiang dipengaruhi oleh antara lain: jumlah, panjang, diameter, susunan dan jarak tiang. Disamping itu, kapasitas kelompok tiang juga bergantung pada model transfer beban (tahanan gesek terhadap tahanan dukung ujung).

Salah satu persamaan untuk menghitung efisiensi kelompok tiang adalah yang disarankan oleh *Converse-Lebarre Formula* (Hardiyatmo, 2001).

3.4. Efisiensi Kelompok Tiang

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

- Eg = efisiensi kelompok tiang
 θ = arctg (D/S)
D = ukuran penampang tiang
S = jarak tiang
m = jumlah baris tiang
n = jumlah tiang dalam satu baris

Tabel 6. Efisiensi Kelompok Tiang Rencana (6,00 m)

Tipe Pondasi	D (cm)	S (cm)	$\theta = \arctg (D/S)$	m	n	Eg
P1	25	62,5	21,80	2	2	0,758
P2	25	62,5	21,80	1	2	0,879
P3	25	62,5	21,80	1	2	0,879

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Daya dukung ultimit kelompok tiang :
 = $Eg \times$ jumlah tiang \times daya dukung tiang

Tabel 7. Kapasitas Dukung Kelompok Tiang Rencana dan Terpasang

Tipe Pondasi	Eg	Kapasitas Dukung Rencana (6,00 m)		Kapasitas Dukung Terpasang (4,00 m)
P1	0,758	176,56	> P_{u1}	129,46 < P_{u1}
P2	0,879	153,59	> P_{u2}	112,59 < P_{u2}
P3	0,879	102,39	> P_{u3}	75,06 < P_{u3}

Sumber : Hasil Analisis, 2023

Kapasitas dukung kelompok tiang terpasang mengalami penurunan rata-rata 27% dari kapasitas dukung kelompok tiang rencana. Dengan angka aman rencana 3 maka angka aman pondasi tiang terpasang untuk setiap tipe rata-rata 2,19.

4. KESIMPULAN

Kapasitas dukung ultimit pondasi tiang yang mengalami pemendekan lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas dukung ultimit pondasi tiang rencana. Kapasitas dukung kelompok tiang terpasang mengalami penurunan rata-rata 27% dari kapasitas dukung kelompok tiang rencana dengan angka aman untuk setiap tipe pondasi rata-rata 2,19. Dengan demikian pondasi terpasang masih cukup aman terhadap beban yang struktur yang bekerja diatasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anshori, A.M. dan Orline Shafira. 2017. Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Dengan Variasi Kedalaman yang Kurang dari Rencana. *Laporan Program Diploma III Jurusan Teknik Sipil*, Politeknik Negeri Bandung.
- [2] Cipta, T.W.,PT. 2017. *Field Test Report Soil Investigation, Proyek Pembangunan Gedung "K" Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, Jakarta.
- [3] Coduto, D.P. 1994. *Foundation Design Principles and Practices*, Prentice Hall International, Inc., New Jersey.
- [4] Hardiyatmo, H., C. 2001. *Teknik Fondasi II*, Edisi ke 1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [5] Noor, A., dan Shella Octaviani. 2014. Evaluasi Perkiraan Daya Dukung Teoritis Terhadap Daya Dukung Aktual Tiang Berdasarkan Data Sondir dan Loading Test, *Jurnal INTEKNA*, Tahun XIV, No.1, Mei 2014.
- [6] Pamungkas, A dan Erny Harianti. 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- [7] Putri, M.S., Yayuk Apriyanti, dan Ferra Fahriani. 2018. *Analisis Perbandingan Daya Dukung dan Penurunan Tiang Pancang Tunggal Dengan Metode Statik dan Uji Beban*, Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Pada Masyarakat, Universitas Bangka Belitung. Pangkalpinang.

