

ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI TIANG PANCANG DAN PONDASI TIANG BOR PADA PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PERPUSTAKAAN IAIN KEDIRI

Muhammad Iqbal^{1*}, Gerard Aponno², Dandung Novianto³

D-IV Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ,Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Koresponden*, Email: iqbaldenpasar1997@gmail.com, gaponno@gmail.com, dandung.novianto@polinema.ac.id

ABSTRAK

Gedung Perpustakaan IAIN Kediri merupakan salah satu gedung infrastruktur yang menggunakan pondasi *mini pile* dengan diameter 25 cm. Dalam satu *pile cap* nya terdapat 9 buah pondasi *mini pile*. Karena jumlah *mini pile* yang relatif banyak maka akan berpengaruh pada biaya dan waktu pelaksanaan. Tujuan dari skripsi ini adalah membandingkan penggunaan pondasi tiang pancang dan tiang bor terhadap pondasi *mini pile* dalam segi metode, biaya, dan waktu. Metode pelaksanaan untuk pondasi tiang pancang menggunakan alat *Hydraulic Standart Pile Driver* (HSPD), sedangkan pondasi tiang bor digali terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan memasang tulangan dan pengecoran tiang bor. Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang didapatkan daya dukung tiang tunggal sebesar 54.392,01 kg, sementara pondasi tiang bor didapatkan daya dukung tiang tunggal sebesar 35.030,90 kg. Total anggaran biaya pada pekerjaan pondasi tiang pancang sebesar Rp. 2.195.153.115,00, sedangkan pada pekerjaan pondasi tiang bor Rp. 2.434.067.868,00, selisih Rp. 218.914.753,00 dan waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pondasi tiang pancang selama 43 hari, sedangkan pelaksanaan pondasi tiang bor adalah 66 hari.

Kata kunci : tiang bor; tiang pancang; daya dukung

ABSTRACT

The IAIN Kediri Library Building is one of the educational supporting that uses a mini pile bus with a diameter of 25 cm. In one pile cap, there are 9 mini pile foundations. Because the number of mini piles is relatively large, it will affect the cost and implementation time. The purpose of this thesis is to compare the use of pile and drill piles to mini pile foundations in terms of method, cost, and time. The implementation method for demonstrating the piles uses the Hydraulic Standard Pile Driver (HSPD) tool, while the drilled pile vocals are excavated first, then proceed with the installation of reinforcement and the casting of the drilled piles. The results of the calculation of the bearing capacity of the piles obtained the results of the carrying capacity of a single pile of 54,392.01 kg, while the acquisition of the carrying capacity of a single pile was 35,030.90 kg. The total cost for the pile foundation work is Rp. 2.195.153.115,00, while the drilled pile foundation work was Rp.2,434,067,868.00, the difference is Rp.218,914,753.00 and the time required for the implementation of the pile foundation is 43 days, while the implementation of the drilled pile foundation is 66 days.

Keywords : bore pile; pile; carrying capacity

1. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian dari struktur bawah (*sub structure*), mempunyai peranan penting dalam memikul beban struktur atas sebagai akibat dari adanya gaya-gaya yang terjadi pada struktur atas (*upper structure*) seperti gaya angin, gaya gempa maupun berat struktur itu sendiri untuk diteruskan ke lapisan tanah yang keras.

Pemilihan pondasi yang bisa digunakan adalah pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor dengan membandingkan keduanya. Tiang pancang dan tiang bor dipakai apabila tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam yang lebih dari 4 meter. Pondasi tiang pancang ini dibuat dengan sistem fabrikasi sehingga meminimalisir galian, mutu beton terjamin, tahan lama, dapat mencapai daya dukung tanah yang paling keras, dan lebih

tahan korosi. Namun, pondasi tiang pancang dalam pemasangannya menimbulkan getaran dan suara bising yang dapat mengganggu pemukiman yang ada disekitarnya.

Pondasi tiang bor tidak menimbulkan gangguan suara dan getaran yang membahayakan bangunan di sekitarnya, lebih efisien karena dapat mengurangi kebutuhan beton dan tulangan pada pile capnya, kedalamannya dapat mengikuti data lapangan, dan tidak ada resiko kenaikan muka tanah. Namun pengecoran pondasi tiang bor akan mengalami kendala pada saat cuaca tidak baik, karena air tanah dapat mempengaruhi mutu beton.

Penyelidikan tanah dalam perencanaan pondasi ini menggunakan metode CPT (Cone Penetration Test) di lapangan yang disajikan dalam bentuk data diagram pada boring log. Berdasarkan data hasil CPT tanah keras dapat diketahui kedalamannya, sehingga dapat ditentukan berapa dimensi dan kedalaman pondasi yang akan direncanakan. Perencanaan perbandingan pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* mencakup rangkaian perencanaan yang dilaksanakan dengan berbagai tahapan meliputi perencanaan teknis dan ekonomis.

Gedung Perpustakaan IAIN Kediri merupakan salah satu gedung infrastruktur penunjang pendidikan yang ada di IAIN Kediri. Konstruksi gedung ini menggunakan pondasi mini pile dengan diameter 25 cm. Dalam satu pilecapnya terdapat 9 buah pondasi minipile. Karena jumlah minipile yang relatif banyak maka akan berpengaruh pada biaya dan waktu pelaksanaan. Selain itu, dalam pelaksanaannya pondasi minipile ini menggunakan metode drophammer yang memiliki akibat dampak sosial. Pada studi kali ini penulis akan membandingkan penggunaan pondasi tiang pancang dan *bore pile* terhadap pondasi minipile dalam segi metode, biaya, dan waktu. Berdasarkan paparan diatas, topik yang diambil dalam penyusunan skripsi ini berjudul “Analisis Perbandingan Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Bore Pile pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan IAIN Kediri.”

2. METODE

Gambaran Umum Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan Institut Agama Islam Negeri Kediri terletak di lokasi Jalan Sunan Ampel No. 07 Ngronggo Kota Kediri tepatnya terletak pada koordinat 7.8472719,112.0259479,549 yang terdiri dari 4 lantai.

Data Tanah

Data tanah yang dibutuhkan berupa data Cone Penetration Test (CPT) diperoleh dari Laboratorium Transportasi dan Geoteknik Departemen Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November, data

ini digunakan untuk mengetahui jenis tanah dan untuk menghitung daya dukung tanah.

Data pengujian lapangan diperlukan untuk mengetahui kedalaman tanah keras pada kedalaman yang terbaca dari hasil CPT pada proyek tersebut. Dari data tersebut diolah untuk merencanakan pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile*. Langkah perhitungannya adalah:

1. Menentukan dimensi tiang
2. Perhitungan daya dukung tanah
3. Menghitung jumlah tiang yang dibutuhkan
4. Menghitung daya dukung kelompok tiang
5. Menghitung distribusi beban
6. Menghitung penurunan pondasi

Gambar Perencanaan

Data berupa gambar *shopdrawing* dari PT. Delbiper Cahaya Cemerlang sebagai acuan untuk menganalisis pondasi tiang pancang dan pondasi *bore pile* pada proyek pembangunan gedung perpustakaan IAIN Kediri.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Data berupa Harga Bahan dan Upah wilayah Kediri Tahun Anggaran 2017. Data ini digunakan untuk menghitung rencana anggaran biaya pada pekerjaan tiang pancang dan pondasi *bore pile*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembebanan Struktur

Pembebanan pada struktur atas (*upper structure*) didapat dari beban yang bekerja pada struktur bawah untuk didistribusikan hingga ke pondasi.

1. Perhitungan Pembebanan Struktur Atas

a. Pembebanan Pada Atap

Perhitungan ini didapat dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Pembebanan atap

Jenis Beban	P (Kg)	½ P
Mati	556,89	278,44
Hidup	100	50
Angin Tekan	34,53	17,26
Angin Hisap	-46,043	-23,02

Sumber: Perhitungan Excel

b. Pembebanan Pada Balok

Perhitungan yang diperoleh dari hasil analisis struktur dengan program bantuan SAP 2000 dengan memperhitungkan pembebanan pada portal memanjang dan melintang adalah sebagai berikut :

Tabel 2 Pembebanan Portal Memanjang

Lantai	Bentang	Balok Anak	
		W _{DL} (kg)	W _L (kg)
1	7	2262,5	140
	6,75	2442,36	304
2	7	2262,5	140
	6,75	2442,36	304
3	7	2262,5	140
	6,75	2442,36	304
4	7	2262,5	140
	6,75	2442,36	304

Sumber: Perhitungan Program SAP 2000

Tabel 3 Pembebanan Portal Melintang :

Lantai	Bentang	Balok Induk	
		W _{DL}	W _L
1	8,35	1766,45	1295,2
	5,00	1094,42	547,2
2	8,35	1766,45	1295,2
	5,00	1094,42	547,2
3	8,35	1766,45	1295,2
	5,00	1094,42	547,2
4	8,35	1766,45	1295,2
	5,00	1094,42	547,2

Sumber: Perhitungan Program SAP 2000

2. Perhitungan Daya Dukung Tanah

Klasifikasi tanah pada proyek Pembangunan Perpustakaan Gedung IAIN Kediri didapat dari data CPT (*Cone Penetration Test*) yang diperoleh dari Laboratorium Transportasi dan Geoteknik Departemen Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh November.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai perlawanan konus pada kedalaman 0.00 dan 0.20 didapatkan :

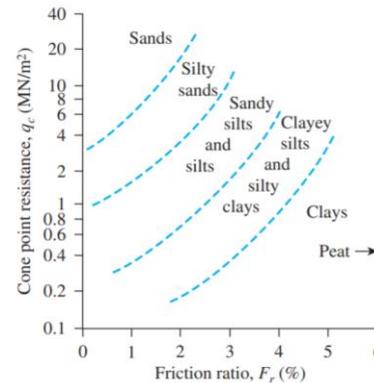
$$\begin{aligned}
 qc \text{ pada kedalaman } 0.00 (qc_1) &= 0.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 qc \text{ pada kedalaman } 0.20 (qc_2) &= 22.00 \text{ kg/cm}^2 \\
 Pk &= \frac{qc_1 + qc_2}{2} \\
 &= \frac{0.00 + 44.00}{2} \\
 &= 22.00 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Untuk nilai rasio friksi, nilai rasio friksi dihitung dengan membuat rata – rata nilai rasio friksi pada kedalaman 0.00 dan 0.20 adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 FR_1 \text{ pada kedalaman } 0.00 (qc_1) &= 0.00 \% \\
 FR_2 \text{ pada kedalaman } 0.20 (qc_2) &= 0.16 \% \\
 FR &= \frac{0.00 + 0.16}{2} \\
 &= 0.8\%
 \end{aligned}$$

Jadi, pada kedalaman 0.00 – 0.20 didapat nilai rata-rata perlawanan konus (Pk) sebesar 22.00 kg/cm² dan nilai rata – rata rasio friksi sebesar 0.8%. Maka jenis tanah pada

kedalaman ini dapat ditentukan menggunakan grafik Robertson dan Campanella, 1983 adalah silty sand



Sumber: Grafik Robertson dan Campanella, 1983

3. Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang

Perhitungan daya dukung kelompok tiang perlu dilihat jarak antar tiang yang terdapat dua kemungkinan yaitu : perhitungan kelompok tiang terdapat 2 (dua) penempatan jarak antar tiang yang berbeda yaitu kelompok tiang dalam blok kesatuan dengan ukuran $L_q \times B_q \times L$ dan kelompok tiang secara individu adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan Daya Dukung Tiang Tunggal

$$\begin{aligned}
 Q_a &= \frac{Q_p + Q_s}{SF} \\
 &= \frac{714,56 + 144,29}{2,5} \\
 &= 343,54 \text{ kN} \\
 &= 35.030,90 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

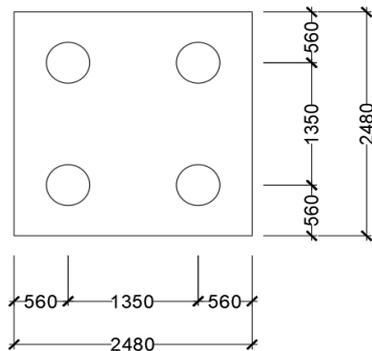
2. Perhitungan Kebutuhan Tiang

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{P}{Q_a} \\
 &= \frac{1.994,69}{343,54} \\
 &= 5,807 \approx 6 \text{ tiang}
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Jarak Antar Tiang

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak minimum} &= 2,5 D \\
 &= 2,5 \times 0,45 \\
 &= 1,125 \text{ m} \\
 \text{Jarak maksimum} &= 3 D \\
 &= 3 \times 0,45 \\
 &= 1,35 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Yang digunakan adalah 1,35 meter



Sumber: Aplikasi AutoCAD

4. Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n1-1)n2 + (n2-1)n1}{90 n1 n2} \right] \theta$$

$$= 1 - \left[\frac{(3-1)2 + (2-1)3}{90.3.2} \right] \tan^{-1} \left(\frac{0,45}{1,35} \right)$$

$$= 0,996$$

Karena $\eta < 1$, maka $Q_g = \eta \times n \times Q_a$

$$Q_g = 0,996 \times 4 \times 524,02$$

$$= 2.124,544 \text{ kN} > 1.994,69 \text{ kN} \quad (\text{ok})$$

4. Perhitungan Distribusi Beban

Perhitungan distribusi beban yang dialirkan dari struktur atas sampai dengan pondasi adalah sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{Q_v}{n} \pm \frac{Q_v \cdot e_y \cdot y}{\sum y^2} \pm \frac{Q_v \cdot e_x \cdot x}{\sum x^2}$$

$$Q_{p1} = \frac{202.524,59}{5} \pm \frac{13.043,36 \cdot -0,675}{1,8225} \pm \frac{324,04 \cdot 0,675}{1,8225}$$

$$= 53.906,19 \text{ kg} < Q_{all}$$

$$Q_{p2} = \frac{202.524,59}{5} \pm \frac{13.043,36 \cdot 0,675}{1,8225} \pm \frac{324,04 \cdot 0,675}{1,8225}$$

$$= 54.127,26 \text{ kg} < Q_{all}$$

$$Q_{p3} = \frac{202.524,59}{5} \pm \frac{13.043,36 \cdot -0,675}{1,8225} \pm \frac{324,04 \cdot -0,675}{1,8225}$$

$$= 47.134,78 \text{ kg} < Q_{all}$$

$$Q_{p4} = \frac{202.524,59}{5} \pm \frac{13.043,36 \cdot 0,675}{1,8225} \pm \frac{324,04 \cdot -0,675}{1,8225}$$

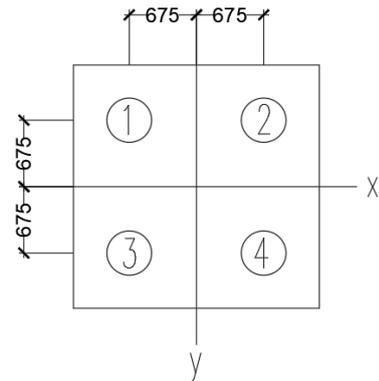
$$= 47.688,25 \text{ kg} < Q_{all}$$

$$= 47.355,36 \text{ kg} < Q_{all}$$

$$\text{Total} = Q_{p1} + Q_{p2} + Q_{p3} + Q_{p4}$$

$$= 202.524,09 \text{ kg}$$

$$\text{Total } Q_p = Q_v \quad (\text{ok})$$



Gambar: Skema Peletakan Tiang Pancang

Sumber: Aplikasi AutoCAD

Tabel Koordinat Letak Tiang Pancang

Tiang	x (m)	y (m)
Qp 1	-0.675	0.675
Qp 2	0.675	0.675
Qp 3	-0.675	-0.675
Qp 4	0.675	-0.675

Sumber: Perhitungan Excel

5. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Tiang Pancang

URAIAN PEKERJAAN	KUANTITAS	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH
PEKERJAAN PERSIAPAN				
Pembersihan Lokasi	2305,8	m2	Rp 29.172,12	Rp 67.265.069,68
Pemasangan Pagar Sementara	225,8	m'	Rp 523.365,52	Rp 118.175.933,51
Pengukuran Titik Pondasi	25,6	m'	Rp 69.945,00	Rp 1.790.592,00
PEKERJAAN PEMANCANGAN				
Pengadaan Tiang	128,00	buah	Rp 10.283.333	Rp 1.316.266.666,88
Pemancangan Tiang	129,6	m3	Rp 2.023.024,32	Rp 262.183.951,79
PEKERJAAN PILE CAP				
Pekerjaan Bekisting Pile Cap	238,08	m2	Rp 179.752,50	Rp 42.795.474,96
Pekerjaan Pembesian Pile Cap	416,4706	kg	Rp 65.103,41	Rp 27.113.654,32
Pekerjaan Pengcoran Pile Cap	147,6096	m3	Rp 1.017.000,00	Rp 150.118.963,20
Pekerjaan Lantai Kerja	9,84064	m3	Rp 1.004.348,73	Rp 9.883.434,24
				Rp 1.995.593.740,58
			PPN 10%	Rp 199.559.374,06
			TOTAL	Rp 2.195.153.114,64
			PEMBULATAN	Rp 2.195.153.115,00

Sehingga didapat rencana anggaran biaya untuk pekerjaan pondasi tiang pancang adalah sebesar Rp. 2.195.153.115,00 (dua milyar seratus sembilan puluh lima juta seratus lima puluh tiga ribu seratus lima puluh lima rupiah).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data:

- Berdasarkan perhitungan pembebanan struktur atas maka dapat didapatkan beban terbesar yang diterima pondasi sebesar:
 - Dari kombinasi ASD diperoleh beban sebesar 203.539,92 kg untuk merencanakan pondasi.
 - Dari kombinasi LRFD diperoleh beban sebesar 257.831,26 kg untuk merencanakan pile cap.

2. Hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang penampang bulat dengan dimensi 0,45 m dan panjang tiang 5 m didapatkan daya dukung tiang tunggal sebesar 54.392,01 kg, sementara pondasi bore pile penampang bulat dengan dimensi 0,45 m dan panjang tiang 5 m didapatkan daya dukung tiang tunggal sebesar 35.030,90 kg
3. Metode pelaksanaan untuk pondasi tiang pancang menggunakan alat *Hydraulic Standart Pile Driver* (HSPD), alat ini dipilih karena tidak menimbulkan kebisingan yang dapat mengganggu aktivitas kegiatan perkuliahan, sedangkan pondasi bore pile digali terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan dengan memasang tulangan dan pengecoran tiang bor.
4. Total anggaran biaya pada pekerjaan pondasi tiang pancang sebesar Rp. 2.195.153.115,00, sedangkan total anggaran biaya pada pekerjaan pondasi bore pile Rp. 2.434.067.868,00, selisih Rp. 218.914.753,00.
5. Waktu yang dibutuhkan untuk pelaksanaan pondasi tiang pancang selama 43 hari, sedangkan pelaksanaan pondasi bore pile adalah 66 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pondasi tiang pancang lebih efisien dan layak digunakan pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan IAIN Kediri

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Craig, R.F. 1986. Mekanika Tanah. Jakarta : Erlangga
- [2] Gunawan, Rudy. 1990. Pengantar Teknik Pondasi. Yogyakarta : Kanisius.
- [3] Novianto dan Yunaefi. 2017. Perencanaan Fondasi Bangunan. Malang : POLINEMA PRESS.
- [4] Wesley, L.D. 1988 Mekanika Tanah. Yogyakarta : ANDI
- [5] Sosrodarsono, Suryono. 1971. Mekanika Tanah & Teknik Pondasi. Jakarta : PT Pradnya Paramita
- [6] Yunaefi, Aponno G. 2013. Modul Ajar Rekayasa Pondasi II. Malang : POLINEMA PRESS.