

REVIEW PERBANDINGAN KAPASITAS DAYA DUKUNG, BIAYA DAN WAKTU PELAKSANAAN *BORE PILE* DAN PEMANCANGAN *SPUN PILE* PADA PROYEK PEMBANGUNAN APARTEMEN *KAWANA GOLF RESIDENCE* JABABEKA CIKARANG JAWA BARAT

Ngirtjuk Hirwo

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo Jakarta,
ngirtjukhirwo@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas daya dukung dan perbandingan pekerjaan pondasi *bore pile* dengan pondasi *spun pile*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode analitis (rumus). Hasil penelitian berupa diketahuinya masing- masing besaran kapasitas daya dukung pondasi yaitu *bore pile* dengan $\phi 400$ mm dan $\phi 450$ mm adalah 104.75 Ton dan 116.31 Ton. Sedangkan untuk kapasitas daya dukung pondasi *spun pile* yaitu dengan $\phi 400$ mm dan $\phi 450$ mm adalah 98.63 Ton dan 121.63 Ton. Kemudian biaya yang dibutuhkan untuk *bore pile* dan *spun pile* adalah sebesar Rp. 4738.013.200 dan Rp. 4155.736.300. Dengan durasi waktu pekerjaan pondasi *bore pile* selama 4 bulan dan pekerjaan pondasi *spun pile* hanya 3 bulan.
Kata kunci : pondasi, *bore pile*, *spun pile*, biaya, durasi

1. PENDAHULUAN

Pada pembangunan suatu konstruksi, hal pertama yang dilaksanakan dan dikerjakan di lapangan adalah pekerjaan pondasi (struktur bawah) baru kemudian melaksanakan pekerjaan struktur atas. Pembangunan suatu pondasi sangat besar fungsinya pada suatu konstruksi. Secara umum pondasi didefinisikan sebagai bangunan bawah tanah yang meneruskan beban yang berasal dari berat bangunan itu sendiri dan beban luar yang bekerja pada bangunan ke tanah disekitarnya.

Perencanaan yang baik tidak hanya merencanakan dari segi teknis, tetapi banyak faktor yang perlu diperhatikan dan ditinjau kembali agar perencanaan jenis pondasi yang akan digunakan tersebut dapat direncanakan secara optimal dan efisien. Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan pondasi yang mudah dilakukan di lapangan akan mempengaruhi waktu penyelesaian pekerjaan dan biaya yang dikeluarkan pada pekerjaan pondasi tersebut, sehingga pemilihan penggunaan jenis pondasi berdasarkan mutu pekerjaan, metode pelaksanaan, durasi pekerjaan, dan biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan tersebut menjadi

sangat penting, guna mendapatkan perencanaan yang baik, optimal dan efisien.

Dari hal itu, maka perlunya evaluasi dalam perencanaan dan pemilihan jenis pondasi yang akan digunakan dalam suatu bangunan konstruksi, dikarenakan akan mempengaruhi biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi sehingga dalam *Review* perbandingan kapasitas daya dukung, biaya dan waktu pelaksanaan *bore pile* dan pemancangan *spun pile* pada proyek pembangunan Apartemen *Kawana Golf Residence* di Jababeka Cikarang Jawa Barat yang bertujuan untuk mengetahui metode mana yang paling efisien dan efektif dalam proyek tersebut.

2. METODOLOGI

2.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini terdiri dari satu tahap yaitu analisis terhadap data sekunder dengan metode Analitis (rumus). Dimana analisis menggunakan rumus kapasitas daya dukung pondasi tiang berdasarkan Terzaghi yang dimodifikasi oleh Meyerhof untuk menghitung kapasitas dukung pondasi tiang kelompok dalam Bowles (1991).

2.2. Metode

2.2.1. Analisis daya dukung pondasi tiang berdasarkan data uji SPT

Harga N yang diperoleh dari uji SPT tersebut diperlukan untuk daya dukung tanah. Daya dukung tanah tergantung pada kuat geser tanah. Daya dukung tiang pancang dihitung menggunakan rumus dari metode Meyerhof.

2.2.2. Analisis Anggaran Biaya

Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan.

3. PEMBAHASAN

3.1. Data Penelitian

3.1.1. Data Primer

PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION									
Slab Thickness (mm)	Slab Width (mm)	Slab Depth (mm)	Slab Spacing (mm)	Slab Reinforcement (mm)					
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
650	650	650	650	650	650	650	650	650	650
700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
750	750	750	750	750	750	750	750	750	750
800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
850	850	850	850	850	850	850	850	850	850
900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
950	950	950	950	950	950	950	950	950	950
1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Gambar 3. 1 Spesifikasi material spun pile

Tabel 3. 1 Spesifikasi daya dukung Bore Pile

Tipe Pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	Daya Dukung Ijin(Ton)
Bore Pile	ø 40	22,00 - 24,00	96
Spun Pile	ø 45	22,00 - 24,00	111

Sumber : Konsultan Tiang Pancan

a. Data Proyek

Ada pun data – data yang digunakan untuk mendukung penelitian ini adalah data yang didapatkan dari konsultan proyek, kontraktor dan owner sebagai dasar perhitungan pondasi spun pile.

a) Data Upah Pekerja dan Data Harga Material
Data upah pekerja yang dipakai pada penelitian ini adalah data proyek upah pembangunan Apartemen *Kawana Golf Residence* Jababeka, sedangkan data harga material di dapat berdasarkan harga dari supplier material yang digunakan untuk analisis harga satuan sebagai dasar perhitungan rancangan anggaran biaya pondasi bore pile dan spun pile.

b) Data Volume Pekerjaan

Data volume pekerjaan didapatkan berdasarkan perhitungan kebutuhan material dilapangan yang digunakan sebagai dasar perhitungan Rencana Anggaran Biaya pondasi bore pile dan spun pile.

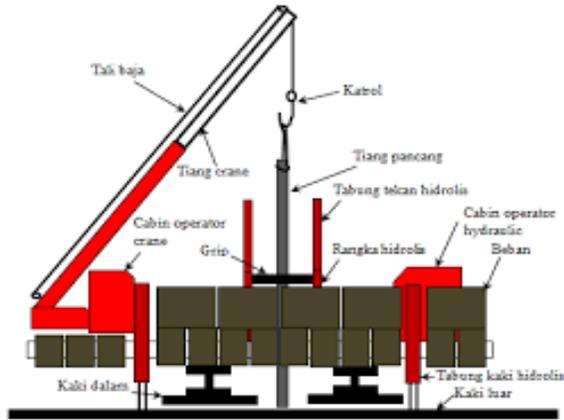
3.1.2. Data Sekunder

a. Alat

1. Alat Pancang Spun Pile



Gambar 3. 2 Hydraulic Static Pile Driving

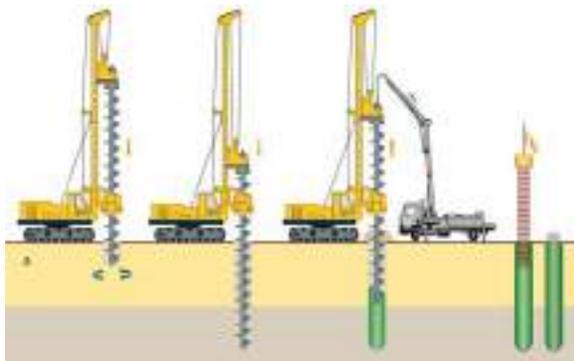


Gambar 3. 3 Ilustrasi Alat *Hydraulic Static Pile Driving*

2. Alat *Bore Pile*



Gambar 3. 4 Alat *Bore Pile*



Gambar 3. 5 Ilustrasi alat *Bore Pile*

3.2. Analisis Data

Pada perencanaan semula pelaksanaan pembangunan Apartemen *Kawana Golf Residence* akan dikerjakan dengan menggunakan pondasi *bore pile* dengan spesifikasi daya dukung rencana awal sesuai dengan tabel 3.2 diatas. Akan tetapi pada pelaksanaan actual dil apangan pembangunan apartemen tersebut menggunakan

tiang pancang *spun pile*. Oleh sebab itu, diperlukannya analisis daya dukung pekerjaan pondasi *bore pile* dan *spun pile* sebagai berikut.

3.2.1. Analisis Daya Dukung Pondasi

a. Analisis Daya Dukung *Bore Pile*

Berikut dibawah ini adalah perhitungan daya dukung pondasi *bore pile* yang ditentukan akibat tahanan ujung (*bearing capacity*) menggunakan rumus Tomlinson dan akibat friksi (*friction capacity*) menggunakan rumus Meyerhof.

Perhitungan daya dukung pondasi *bore pile* akibat tahanan ujung dengan menggunakan ϕ 400 mm

Akibat Tahanan Ujung (<i>Bearing Capacity</i>)		
$Q_u = 40 \times N_b \times A_p$	$A_p = 0.25 \times 3.14 \times 0.4 \times 0.4 =$	0.126 m ²
L =	24 m	
Jumlah =	31 titik	
$N_b = 1/2(N_1 + N_2)$		
$N_1 = 3$ B ujung tiang ke bawah		
$N_1 = 24 + (3 \times 0.4)$	25.2 ----->	30
$N_2 = 8$ B ujung tiang ke atas		
$N_2 = 24 - (8 \times 0.4)$	20.8 ----->	38
$N_b = 1/2(N_1 + N_2)$		
$N_b = 1/2(30 + 38) =$	34	
$Q_u = 40 \times N_b \times A_p$		
$Q_u = 40 \times 34 \times 0.126 =$	170.816 ton	

Sumber : Hasil perhitungan

Akibat *friction*

$$Q_s = q_s \times A_s$$

$$L = 24 \text{ m}$$

$$Q_s = 0,5 N \times A_s$$

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 3. 2 Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi ϕ 400 mm akibat *friction*

Kedalaman (m)	N-SPT	As	Q (Ton)
2	10	1.256	12.56
4	11	1.256	27.63
6	18	1.256	67.82
8	41	1.256	205.98
10	26	1.256	163.28
12	25	1.256	188.40
14	27	1.256	237.38
16	29	1.256	291.39
18	33	1.256	373.03
20	38	1.256	477.28
22	28	1.256	386.85
24	29	1.256	437.09
Jumlah			2.868.70
Rata-rata			239.06

Sumber : Hasil perhitungan

Setelah daya dukung akibat tahanan ujung dan akibat friksi diperoleh sehingga kita dapat mencari daya dukung izin tiang pondasi *bore pile* ϕ 400 mm sebagai berikut :

Safety Factor	
$Q_u = Q_{u1} + Q_{u2} =$	
$Q_{u1} = 170.816/3 =$	56.94 Ton
$Q_{u2} = 239.09/5 =$	47.81 Ton
Daya dukung Izin =	104.75 Ton

Sumber : Hasil perhitungan

Perhitungan daya dukung pondasi *bore pile* akibat tahanan ujung dengan menggunakan ϕ 450 mm.

Akibat Tahanan Ujung (Bearing Capacity)	
$Q_u = 40 \times N_b \times A_p$	$A_p = 0.25 \times 3.14 \times 0.45 \times 0.45 = 0.159 \text{ m}^2$
$L =$	24 m
Jumlah =	196 titik
$N_b = 1/2(N_1 + N_2)$	
$N_1 = 3 \text{ B ujung tiang ke bawah}$	
$N_1 = 24 + (3 \times 0.45)$	
	25.35 -----> 31
$N_2 = 8 \text{ B ujung tiang ke atas}$	
$N_2 = 24 - (8 \times 0.45)$	
	20.4 -----> 28
$N_b = 1/2(N_1 + N_2)$	
$N_b = 1/2(31 + 28) =$	29.50
$Q_u = 40 \times N_b \times A_p$	
$Q_u = 40 \times 29.5 \times 0.159 =$	187.58 ton

Sumber : Hasil perhitungan

Akibat friction	
$Q_s = q_s \times A_s$	
$L =$	24 m
$Q_s = 0,5 N \times A_s$	

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 3. 3 Perhitungan kapasitas daya dukung pondasi *bore pile* ϕ 450 mm akibat *friction*

Kedalaman (m)	N-SPT	As	Q (Ton)
2	10	1.413	14.13
4	11	1.413	31.09
6	18	1.413	76.30
8	41	1.413	231.73
10	26	1.413	183.69
12	25	1.413	211.95
14	27	1.413	267.06
16	29	1.413	327.82
18	33	1.413	419.66
20	38	1.413	536.94
22	28	1.413	435.20
23.5	29	1.413	481.48
Jumlah			3,217.05
Rata-rata			268.09

Setelah daya dukung akibat tahanan ujung dan akibat friksi diperoleh sehingga kita dapat mencari daya dukung izin tiang pondasi *bore pile* ϕ 450 mm sebagai berikut :

Safety Factor	
$Q_u = Q_{u1} + Q_{u2} =$	
$Q_u = 187.57/3 =$	62.52 Ton
$Q_u = 268.087/5 =$	53.79 Ton
Daya dukung Izin =	116.31 Ton

Sumber : Hasil perhitungan

3.3. Hasil Pembahasan

3.3.1. Pembahasan Analisis Daya Dukung Pondasi

Berikut adalah rekapitulasi daya dukung izin yang di review kembali oleh penulis yang dibandingkan dengan hasil hitungan dari konsultan yang ternyata. Aktual daya dukung izin yang di tinjau dengan rumus Mayerhof, Tomlinson dan Begeman dengan data N –SPT daya dukung yang diperoleh lebih besar dengan penggunaan *spun pile* dari pada pekerjaan pondasi *bore pile*. Tabel rekapitulasi sebagai berikut:

Tabel 3.4 Spesifikasi daya dukung *Bore Pile*

Tipe Pondasi	Dimensi (cm)	Kedalaman (m)	Daya Dukung Ijin(Ton)
<i>Bore Pile</i>	ø 40	22,00 - 24,00	96
<i>Spun Pile</i>	ø 45	22,00 - 24,00	111

Sumber : Konsultan Tiang Pancang

Tabel 3.5 Rekapitulasi kapasitas daya dukung pondasi *bore pile*

No	Ukuran (mm)	Jumlah Tiang	Kedalaman (m)	Daya Dukung (Ton)
1	400	31	24	104.75
2	450	190	24	116.31

Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 3.6 Rekapitulasi kapasitas daya dukung pondasi *spun pile*

No	Ukuran (mm)	Jumlah Tiang	Kedalaman (m)	Daya Dukung (Ton)	RATA-RATA (Ton)
1	400	12	22	99.48	98.63
2	400	19	25	97.78	
3	450	91	22	116.50	
4	450	59	24	127.19	
5	450	46	25	121.20	

Sumber : Hasil perhitungan

Dan juga daya dukung *pile grup* yang didapat berdasarkan perhitungan dengan rumus dari Mayerhof, Tomlinson dan Begeman diperoleh seperti dalam tabel berikut:

Tabel 3.6 Rekapitulasi kapasitas daya dukung pondasi *pile grup bore pile*

<i>Bore Pile</i>					
No	Ukuran Tiang	JMie Grup	Jumlah Pile Grup	Daya Dukung Grup (Ton)	Jumlah Daya Dukung (Ton)
1	ø400	PC1	4	104.75	419.00
2	ø400	PC3	6	219.98	1.319.88
3	ø400	PC4	2	293.30	586.60
4	ø450	PC4	3	325.67	977.02
5	ø450	PC5	2	407.00	814.18
6	ø450	PC6	2	488.51	977.02
7	ø450	PC7	5	569.93	2.849.65
8	ø450	PC8	3	651.34	1.954.03
9	ø450	PC10	1	814.18	814.18
10	ø450	PC13	1	1.058.43	1.058.43
11	ø450	PC16	1	1.302.69	1.302.69
12	ø450	PC19	2	1.546.94	3.093.89
13	ø450	PC26	1	2.116.87	2.116.87
Total					18.283.40

Sumber : Hasil perhitungan

3.3.2. Pembahasan Analisis Biaya dan Waktu Pelaksanaan

a. Pembahasan Analisis Biaya

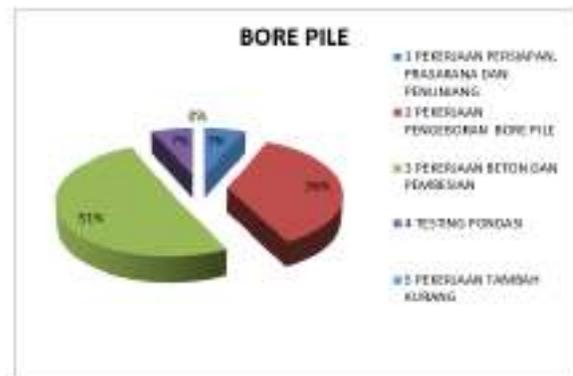
Dari pembahasan dia atas, didapatkan kesimpulan bahwa biaya penggunaan pondasi *bore pile* relatif lebih mahal dibandingkan

dengan biaya penggunaan pondasi *spun pile* dengan metode pancang HSPD dengan membandingkan kedua data yang sama dan dimensi yang sama pekerjaan *spun pile* lebih ekonomis dari pada pekerjaan pondasi *bore pile*.

Tabel 3.7 Rekapitulasi rancangan anggaran biaya pekerjaan *bore pile*

No	Pekerjaan	Harga (Rp)
A	Pekerjaan Persiapan, Prasarana, dan Penunjang	285.186.865
B	Pekerjaan Pengeboran <i>Bore Pile</i>	1.550.100.000
C	Pekerjaan Beton dan Pembesian <i>Bore Pile</i>	2.183.997.851
D	Testing Pondasi <i>Bore pile</i>	288.000.000
Jumlah		4.307.284.716
PPN 10%		430.728.471
Total		4.738.013.188
Pembulatan		4.738.013.200

Sumber : Hasil perhitungan



Gambar 3. 6 Rekapitulasi rancangan anggaran biaya pondasi *bore pile*

b. Pembahasan Analisis Waktu Pelaksanaan pekerjaan Pondasi

Dari hasil analisis yang telah di ditampilkan pada tabel diatas dapat diperoleh bahwa pekerjaan *spun pile* lebih cepat selesai darai pada pekerjaan *bore pile*. Adapun alasan utama yang menjadi penyebab pekerjaan bore pile lebih lama iyalah kapasitas produksi alat yang tidak maksimal yakni kapasitas produksi alat *bore pile* dalam satu hari mampu bekerja sebanyak 70 m/hari/alat. Dengan kedalaman pondasi bore pile sedalam 24 m dalam sehari mamapu menghasilkan pekerjaan pondasi sebanyak 3 titik/hari. Dan apabila ingin meningkatkan kapasitas produksi pekerjaan pondasi *bore pile* dangan cara menambah alat untuk percepatan. Sehingga akan menambah *cost* anggaran biaya pekerjaan pondasi.

Sedangkan Pekerjaan pondasi *spun pile* dengan menggunakan alat HSPD mampu bekerja lebih cepat dikarenakan kapasitas produksi alat tersebut dalam sehari mampu bekerja sebanyak 200m/alat/hari. Sehingga alat ini dalam sehari bisa menghasilkan pekerjaan pondasi sebanyak 8 titik/hari.

Tabel 3.8 Rekapitulasi waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi

No	Jenis Pondasi	Kapasitas Produksi (m)	Hasil Pekerjaan (titik/hari)	Waktu (bulan)
1	<i>Bore Pile</i>	70	3	4 bulan
2	<i>Spun Pile</i>	200	8	3 bulan

Sumber: Hasil Analisis

4. KESIMPULAN

Dari Penelitian perbandingan pondasi *bore pile* dan pondasi *spun pile* yang ditinjau dari kekuatan, biaya dan waktu pelaksanaan maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

1. Kapasitas daya dukung pondasi *bore pile* dan *spun pile* sebagai berikut pada tabel 5.1 dan 5.2 dibawah ini:

Tabel 4. 1 Daya dukung pondasi *bore pile* dan *spun pile*

No.	Dimensi pondasi ϕ (mm)	Jenis Pondasi	Daya Dukung (Ton)
1	400	<i>Bore Pile</i>	104.75
2	400	<i>Spun Pile</i>	98.63
3	450	<i>Bore pile</i>	116.31
5	450	<i>Spun Pile</i>	121.63

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.2 Kapasitas Daya Dukung Kelompok pondasi *Bore Pile* dan *Spun Pile*

NO	Jenis Pondasi	Kapasitas Daya Dukung (Ton)
1	<i>Bore Pile</i>	18,283.40
2	<i>Spun Pile</i>	18,877.29

2. Biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan pondasi *spun pile* lebih ekonomis dari pada pekerjaan pondasi *bore pile* dengan durasi pekerjaan lebih cepat satu bulan dari pada pekerjaan *bore pile*. Dapat dilihat pada tabel 5. dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil perbandingan biaya dan waktu pekerjaan *bore pile* dan *spun pile*

NO	Jenis Pondasi	Kapasitas Daya Dukung (Ton)
1	<i>Bore Pile</i>	18,283.40
2	<i>Spun Pile</i>	18,877.29

5. DAFTAR PUSTAKA

- Asa'd, S., 2007, *Materi Rekaya Pondasi*, Surakarta.
- Bowles, J. E., 1986, *Anlaises dan Desain Pondasi*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1991, *Analisa dan Desain Pondasi*, Jilid 2, Erlangga, Jakarta.
- Cahyono, Felix., 2013, *Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Tiang Pancang dan Tiang Bor Studi Kasus Perencanaan Rumah Sakit Kelas B Bandung*, Universitas Indonesia, Jakarta
- Hadiyatmo, H.C., 2001, *Teknik Fondasi*, Jilid2, Yogyakarta : Beta Offest
- Ridho, R., 2010, *Uji Kapasitas Dukung Pondasi Tiang Pancang Kelompok Ujung Tertutup pada Tanah Berpasir Berlempung dengan variasi jumlah tiang*, Tugas Akhir S-1 Jurusan Teknik Sipil, UNS, Surakarta.
- Sihotang, S., 2009, *Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang pada Proyek Pembangunan Gedung Kanwil DJP KPP Sumbangut I Jalan Suka Mulia Medan*. Tugas Akhir S-1 jurusan Teknik Sipil, USU. Medan.