

## ANALISIS PERBANDINGAN PONDASI *JACK IN PILE* DENGAN PONDASI *BORED PILE* PADA PROYEK APARTEMEN BOGOR HERITAGE DAN ECOPARK

Hardika Intan Damayanty<sup>1</sup>, Gerard Aponno<sup>2</sup>, Agus Sugiarto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

Email: <sup>1</sup>[hardikaintan17@gmail.com](mailto:hardikaintan17@gmail.com), <sup>2</sup>[gaponno@gmail.com](mailto:gaponno@gmail.com), <sup>3</sup>[agus.sugiarto@gmail.com](mailto:agus.sugiarto@gmail.com)

### ABSTRAK

Proyek Apartemen Bogor Heritage & Ecopark merupakan mega project yang dibangun di daerah Kawasan Danau Bogor raya kota Bogor. Apartemen ini dibangun di tanah seluas 182.889 m<sup>2</sup> dengan 7 tower utama yang terdiri dari 18 lantai, 1 rooftop dan 1 basement. Pada skripsi ini akan direncanakan perhitungan pondasi *jack in pile* dan pondasi *bored pile* untuk dibandingkan pondasi manakah yang lebih efisien.

Skripsi ini bertujuan untuk membandingkan pondasi *jack in pile* dengan pondasi *bored pile* dalam hal beban, daya dukung tanah, penurunan, metode pelaksanaan dan biaya masing-masing pondasi. Pemodelan struktur atas gedung menggunakan perangkat lunak ETABS dengan pemodelan struktur akibat beban gempa dan basement, untuk mendapatkan beban dari struktur atas yang berguna untuk perencanaan pondasi dan untuk menghitung daya dukung berdasarkan nilai N-SPT. Harga satuan pekerjaan dan material Bogor 2019, SK-SNI-03-2847-2019, SNI 1727-2020, SNI 1726-2019, dan PPPURG 1987 sebagai rujukan.

Dari hasil Analisa, didapatkan perbandingan dengan hasil daya dukung pondasi *jack in pile* Ø40 cm sebesar 1200 kN; jumlah tiang sebanyak 313 tiang; menggunakan alat berat Hydraulic Static Pile Driver; dengan biaya sebesar Rp 12.030.600.000,00. Sedangkan pada pondasi *bored pile* Ø80 cm didapat nilai daya dukung pondasi *bored pile* sebesar 2400 kN; jumlah tiang sebanyak 167 tiang; menggunakan alat berat Rotary Drilling Machine dengan biaya sebesar Rp 12.754.000.000,00.

**Kata kunci :** N-SPT, basement, pondasi tiang tekan, pondasi tiang bor, ETABS

### ABSTRACT

*The Apartment building of Bogor Heritage & Ecopark is a mega project that was built in danau bogor raya of bogor city. This apartment's built on a land area of 182,889 m<sup>2</sup> with 7 main towers consisting of 18 floors, a rooftop, and a basement. In this thesis, the calculation of jack in pile foundation and bored pile foundation will be planned to compare which foundation is more efficient.*

*This thesis aims to compare the jack in pile foundation with bored pile foundation in terms of load, soil bearing capacity, settlement, implementation method and cost of each foundation. Modeling the superstructure of the building using ETABS software with structural modeling due to earthquake and basement loads, to obtain the load from the superstructure which is useful for foundation planning and to calculate the bearing capacity based on the N-SPT value. The required datum is the result of the Standard Penetration Test (SPT). Prices for work units and materials in Bogor 2019, SK-SNI-03-2847-2019, SNI 1727-2020, SNI 1726-2019, and PPPURG 1987 as references.*

*From the analysis, the comparasion produces a bearing capacity of jack in pile foundation Ø40 cm is 1200 kN; 313 piles; by using the Hydraulic Static Pile Driver; with total cost of Rp 12.030.600.000,00. While on bored pile foundation Ø80 cm, the bearing capacity is 2400 kN; 167 piles; by using a Rotary Drilling Machine; with total cost of Rp 12.754.000.000,00.*

**Keywords :** N-SPT, basement, jack in pile, bored pile, ETABS

## 1. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bangunan struktur yang berada pada susunan paling bawah suatu bangunan, karena berfungsi sebagai penyalur beban dari struktur di atasnya menuju lapisan tanah pendukung di bawahnya tanpa terjadi penurunan pada sistem strukturnya. Penulis meninjau Proyek Pembangunan Apartemen Bogor Heritage & Ecopark terdiri dari 20 lantai. Mega proyek yang terletak di tengah kota bogor menjadikan proyek ini sebagai *The Most Prestigious Ambiences* in Bogor yang akan dibangun di tanah seluas 182,889 m<sup>2</sup>. Pada perencanaan pondasi tiang pancang dan tiang bor di proyek ini digunakan berbagai jenis pondasi dengan jenis *spun pile* diameter 40 cm untuk pondasi *jack in pile*, dan diameter 80 cm untuk pondasi *bored pile*. menggunakan hasil dari penyelidikan dengan menggunakan data SPT (*Standard Penetration Test*). Pelaksanaan pekerjaan tersebut mempertimbangkan beberapa efek yang dapat ditimbulkan, khususnya untuk lingkungan perumahan yang terletak di sekitar lokasi proyek. Dalam studi kali ini penulis menganalisis dengan membandingkan 2 jenis pondasi manakah yang lebih efisien dan baik digunakan pada proyek Apartemen Bogor Heritage & Ecopark. Kedua jenis pondasi akan dianalisis dari berbagai aspek meliputi daya dukung, metode pelaksanaan, dan biaya. Setelah menganalisis antara pondasi *jack in pile* dengan pondasi *bored pile*. Manfaat penyusunan proyek akhir ini sebagai perencanaan dan dasar pelaksanaan struktur bangunan bawah untuk proyek pembangunan Apartemen Bogor Heritage & Ecopark.

## 2. METODE

### Analisis Uji SPT

Menurut Skempton (1986), N-SPT harus dikoreksi terhadap cara jatuhnya pemukul, tipe landasan dan Panjang pipa bor. Skempton menyarankan persamaan untuk mengoreksi N dari lapangan dengan memperhatikan pengaruh prosedur pengujian, diameter lubang bor dan Panjang batang bor. Nilai N harus dikoreksi menjadi N<sub>60</sub> dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$N_{60} = \frac{EF \times CB \times Cs \times CR \times N}{0,6}$$

Dimana,

- N<sub>60</sub> = N-SPT koreksi
- E<sub>F</sub> = efisiensi pemukul (0,5)
- C<sub>B</sub> = diameter lubang bor (1,0)
- C<sub>S</sub> = tabung sampler (1,0)
- C<sub>R</sub> = panjang batang bor (0,75 – 1,00)
- N = nilai N-SPT hasil pengujian lapangan

### Daya Dukung Tiang Tunggal

Rumus daya dukung dapat diperoleh dari:

$$Q_{all} = \frac{Q_p + Q_s}{FS}$$

Dimana,

- Q<sub>all</sub> = daya dukung ijin tiang (kN)
- Q<sub>p</sub> = tahanan ujung batas (kN)
- Q<sub>s</sub> = tahanan samping (kN)
- FS = angka keamanan

#### 1) Metode Luciano Decourt

$$Q_{ult} = \alpha (q_p \times A_p) + \beta (q_s \times A_s)$$

Dimana,

- q<sub>p</sub> = α x (N̄<sub>p</sub> x K) x A<sub>p</sub> (t/m<sup>2</sup>)
- q<sub>s</sub> = β x (N̄<sub>s</sub>/3 + 1) A<sub>s</sub> (t/m<sup>2</sup>)
- N<sub>p</sub> = harga rata-rata SPT sekitar 4B diatas hingga 4B dibawah dasar tiang pondasi
- N<sub>s</sub> = harga rata-rata sepanjang tiang yang tertanam dengan Batasan 3<N<50
- A<sub>s</sub> = luas selimut tiang (keliling x Panjang tiang yang terbenam) (m<sup>2</sup>)

#### 2) Metode Mayerhof

$$Q_{ult} = q_p \times A_p + \sum f_{si} \times A_{st}$$

Dimana,

- q<sub>p</sub> = [40 N̄<sub>60</sub> ×  $\frac{L}{D}$  ≤ 400 N̄<sub>60</sub>] x A<sub>p</sub> (kN)
- q<sub>s</sub> = p x L x f<sub>s</sub> (kN)
- N̄<sub>60</sub> = harga rata-rata SPT sekitar 10D diatas hingga 4D dibawah dasar tiang pondasi (D = diameter pondasi) yang telah dikoreksi
- f̄<sub>s</sub> = tahanan gesek satuan = 2 N̄<sub>60</sub> (kN/m<sup>2</sup>)
- A<sub>st</sub> = luas selimut tiang (keliling x Panjang tiang yang terbenam) (m<sup>2</sup>)

#### 3) Metode Briaud et al

$$Q_{ult} = A_p \{1970 (\bar{N}_{60})^{0,36}\} + SQ_s$$

Dimana,

- q<sub>p</sub> = A<sub>p</sub> {1970 (N̄<sub>60</sub>)<sup>0,36</sup>}
- q<sub>s</sub> = p x L x f<sub>s</sub>
- A<sub>p</sub> = luas penampang dasar tiang (m<sup>2</sup>)
- f̄<sub>s</sub> = 22,4 (N̄<sub>60</sub>)<sup>0,29</sup> (kN/m<sup>2</sup>)

#### 4) Metode Reese & Wright

- q<sub>p</sub> = 7 N < 400 (t/m<sup>2</sup>) × A<sub>p</sub>
- q<sub>s</sub> = f × Li × A<sub>st</sub>

Dimana,

- N = harga rata-rata SPT
- f = 0,32N (ton/m<sup>2</sup>)
- Li = Panjang lapisan tanah (m)
- A<sub>st</sub> = Keliling penampang *bored pile* (m)

### Faktor Aman Tiang

Besarnya beban kerja (working load) atau daya dukung ijin tiang (Q<sub>s</sub>) dengan memperhatikan keamanan terhadap

keruntuhan adalah nilai daya dukung batas ( $Q_u$ ) dibagi dengan factor aman (SF).

$$Q_{all} = \frac{Q_p}{3} + \frac{\sum Q_s}{2,5}$$

**Jumlah dan Konfigurasi Tiang**

Jumlah tiang yang diperlukan diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{Q_v}{Q_{all}}$$

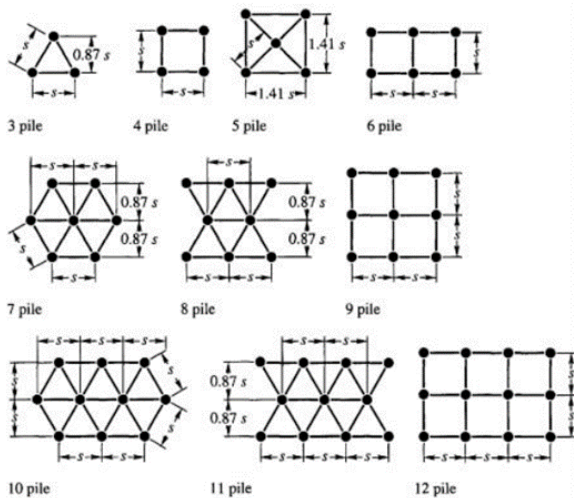
Dimana,

$n$  = Jumlah tiang

$Q_v$  = beban vertikal yang bekerja

$Q_{all}$  = Kapasitas daya dukung ijin tiang

Konfigurasi tiang dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Pola-pola Kelompok Tiang

**Daya Dukung Tiang Kelompok**

Daya dukung kelompok tiang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Q_g = \eta \times n \times Q_u$$

Dimana,

$Q_g$  = Daya dukung maksimum kelompok tiang

$\eta$  = Efisiensi kelompok tiang

$n$  = Jumlah tiang dalam kelompok

$Q_u$  = Daya dukung batas tiang tunggal

Jika jarak antar tiang ( $S$ ) < 3D maka daya dukung kelompok tiang dihitung berdasarkan aksi individu dan aksi blok. Tetapi apabila  $S > 3D$ , cukup dihitung dengan aksi individu saja. Kontrol pengecekan daya dukung kelompok tiang dimana nilai daya dukung kelompok harus lebih besar dari beban yang bekerja ( $Q_g > Q_v$ ).

**Distribusi Beban Kelompok Tiang**

$$Q_{ult} = \alpha (q_p \times A_p) + \beta (q_s \times A_s)$$

Dimana,

$Q_p$  = Beban pada kelompok tiang

$Q_v$  = Beban vertikal total yang bekerja pada titik pusat

kelompok tiang

$n$  = Jumlah tiang dalam grup

$M_x, M_y$  = Momen pada arah sumbu  $x$  dan sumbu  $y$

$\sum x^2$  = Jumlah jarak masing-masing tiang terhadap sumbu  $y - y$

$\sum y^2$  = Jumlah jarak masing-masing tiang terhadap sumbu  $x - x$

Kontrol pengecekan distribusi beban yaitu nilai beban pada masing-masing tiang pada kelompok tiang tidak boleh melebihi kapasitas daya dukung izin tiang ( $Q_p < Q_{all}$ ).

**Penurunan Elastik**

Penurunan kelompok tiang dihitung menggunakan rumus Vesic sebagai berikut:

$$Se = Se_{(1)} + Se_{(2)} + Se_{(3)}$$

1) Penurunan elastis tiang

$$Se_{(1)} = \frac{(Q_{wp} + \xi \cdot Q_{ws}) \cdot L}{A_p \cdot E_p}$$

Dimana,

$Q_{wp}$  = Beban yang bekerja pada ujung tiang

$Q_{ws}$  = Beban yang bekerja pada selimut tiang

$\xi$  = (0.5 - 0.67)

$A_p$  = Luas penampang tiang

$L$  = Panjang tiang

$E_p$  = Modulus elastisitas material tiang

2) Penurunan yang disebabkan oleh beban di ujung tiang

$$Se_{(2)} = \frac{Q_{wp} \times C_p}{D \times q_p}$$

Dimana,

$D$  = Lebar / diameter tiang

$q_{wp}$  = Beban yang diterima pada ujung tiang per satuan luas / unit =  $Q_{wp} \times A_p$

$E_s$  = Modulus elastisitas tanah di ujung tiang

$\mu_s$  = Poison rasio tanah

$I_{wp}$  = Faktor pengaruh = 0.85

3) Penurunan yang disebabkan oleh beban di sepanjang selimut tiang

$$Se_{(3)} = \frac{Q_{ws} \times C_s}{L \times q_p}$$

Dimana,

$q_p$  = Beban yang diterima pada ujung tiang

$C_s$  = Konstanta empiris,  $C_s = [0,93 + 0,16 \times \sqrt{(L/D)}] \times C_p$

Kontrol pengoreksian terhadap nilai penurunan konsolidasi tidak boleh melebihi penurunan yang diijinkan, yaitu sebesar 15 cm. ( $Sc < S_{ijin}$ ).

**Metode Pelaksanaan**

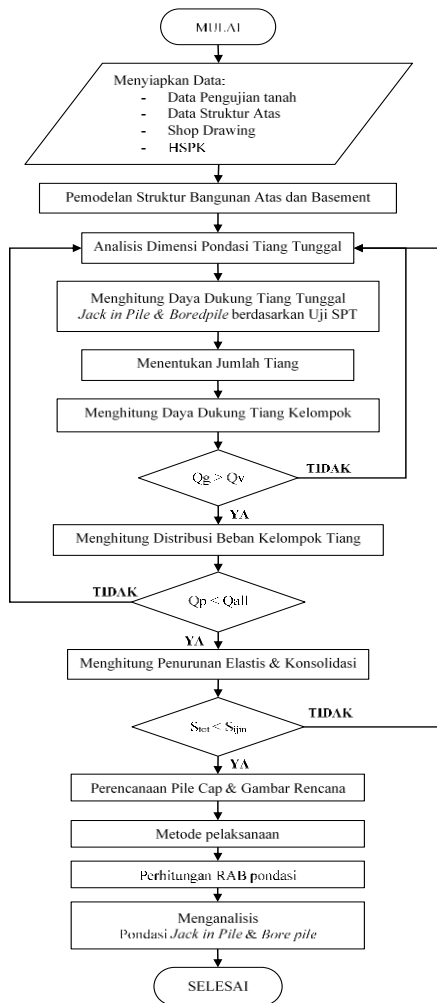
Pekerjaan pondasi *jack in pile* dan pondasi *bored pile* menggunakan cara yang berbeda dalam pelaksanaannya. Pada metode pelaksanaan pondasi *jack in pile* menggunakan metode tekan dengan mesin *Hydraulic Static Pile Driver* (HSPD) dan menggunakan bantuan *crawler crane*.

Untuk metode pelaksanaan pondasi *bored pile* menggunakan alat *Rotary Drilling Machines* untuk melubangi tanah kemudian memberikan casing, dan dilanjutkan dengan memasukkan besi tulangan yang telah dirakit untuk akhirnya dilakukan pengecoran dengan pipa tremi.

**Rencana Anggaran Biaya**

Perhitungan anggaran biaya dimulai dengan menghitung volume pekerjaan dari data gambar rencana dan spek, analisis harga satuan pekerjaan yang mengacu pada HSPK Kota Bogor 2020, dan selanjutnya menghitung rencana anggaran biaya pada pelaksanaan struktur pondasi.

**Diagram Alir Perencanaan**



Gambar 2. Diagram alir perencanaan

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Daya Dukung Tiang Tunggal menggunakan data SPT**

- Pondasi *Jack in pile*

Data – data yang ditentukan:

H tiang = 27 m

Diameter tiang = 0,4 m

Kesimpulan perhitungan SPT dari ke-3 metode untuk tiang pancang adalah seperti pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Kesimpulan perhitungan SPT

Metode	Qp (kN)	Qs (kN)	Qult (kN)	Qall (kN)
L. Decourt	2070,342	2963,793	5034,135	1875,631
Mayerhof	2111,150	1787,899	3899,049	1347,618
Briaud et al	950,705	1609,752	2560,457	1032,061

- Pondasi *Bored pile*

Data – data yang ditentukan:

H tiang = 27 m

Diameter tiang = 0,8 m

Kesimpulan perhitungan SPT dari ke-3 metode untuk tiang bor adalah seperti pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Kesimpulan perhitungan SPT

Metode	Qp (kN)	Qs (kN)	Qult (kN)	Qall (kN)
L. Decourt	2111,150	3733,393	5844,543	2197,074
Mayerhof	7821,309	1609,752	9431,061	3251,004
Reese & Wright	1568,283	5051,634	6619,917	2543,415

**Jumlah Tiang**

Contoh perhitungan pada kolom K1 – 6 Zona C:

- Pondasi *Jack in pile*

$$n = 7310,7675 / 1200$$

$$= 7 \text{ tiang}$$

- Pondasi *Bored pile*

$$n = 7310,7675 / 2400$$

$$= 4 \text{ tiang}$$

Dimana nilai  $Q_v$  diambil dari analisa hasil pembebanan kombinasi ASD Software ETABS 19.

**Daya Dukung Kelompok Tiang**

Contoh perhitungan pada kolom K1 – 6 Zona C:

- Pondasi *Jack in pile*

$$Q_g = 7 \times 1200$$

$$= 8400 \text{ kN}$$

Sehingga  $Q_g$  (8400 kN) >  $Q_v$  (7310,7675 kN)... **OK!**

- Pondasi *Bored pile*

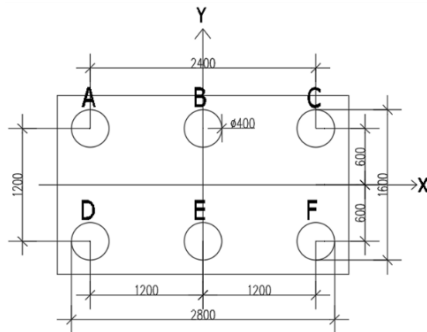
$$Q_g = 4 \times 2400$$

$$= 9600 \text{ kN}$$

Sehingga  $Q_g$  (9600 kN) >  $Q_v$  (7310,7675 kN)... **OK!**

**Distribusi Beban Kelompok Tiang**

Distribusi beban kelompok ditunjukkan pada **Gambar 3**.



Gambar 3. Distribusi beban kelompok tiang pancang

Perhitungan pada kolom K1 – 1 Zona C:

$$Q1a = \frac{6454,2554}{6} - \frac{22,1125 \times 1,2}{5,76} + \frac{-264,556 \times 0,6}{1,44} = 960,87 \text{ kN}$$

Qm (960,871 kN) < Qall (1200 kN) ... **OK!**

$$Q1b = \frac{6454,2554}{6} + \frac{-264,556 \times 0,6}{1,44} = 965,477 \text{ kN}$$

Qm (965,477 kN) < Qall (1200 kN) ... **OK!**

$$Q1c = \frac{6454,2554}{6} + \frac{22,1125 \times 1,2}{5,76} + \frac{-264,556 \times 0,6}{1,44} = 970,084 \text{ kN}$$

Qm (970,084 kN) < Qall (1200 kN) ... **OK!**

$$Q1d = \frac{6454,2554}{6} - \frac{22,1125 \times 1,2}{5,76} - \frac{-264,556 \times 0,6}{1,44} = 1181,941 \text{ kN}$$

Qm (1090,674 kN) < Qall (1200 kN) ... **OK!**

$$Q1e = \frac{6454,2554}{6} - \frac{-264,556 \times 0,6}{1,44} = 1185,941 \text{ kN}$$

Qm (1185,941 kN) < Qall (1200 kN) ... **OK!**

$$Q1f = \frac{6454,2554}{6} + \frac{22,1125 \times 1,2}{5,76} - \frac{-264,556 \times 0,6}{1,44} = 1190,548 \text{ kN}$$

Qm (1190,548 kN) < Qall (1200 kN) ... **OK!**

Pada pondasi *jack in pile* diameter 40 cm, dan Panjang 27 m, diperoleh Qm < Qall maka pada dimensi tersebut Panjang pondasi dan diameter pondasi yang ditentukan telah memenuhi syarat.

### Penurunan Elastik

1) Penurunan elastis tiang

$$Se_{(1)} = \frac{(2111,150 + (0,67) \times 1787,90) \times 27}{0,1257 \times (21 \times 10^6)} = 0,013 \text{ m}$$

2) Penurunan yang disebabkan oleh beban di ujung tiang

$$Se_{(2)} = \frac{2111,150 \times 0,02}{0,4 \times \left(\frac{2111,150}{0,1257}\right)} = 0,006 \text{ m}$$

3) Penurunan yang disebabkan oleh beban di sepanjang selimut tiang

$$Se_{(3)} = \frac{1787,90 \times \left(0,93 + 0,16 \times \sqrt{\frac{27}{0,4}}\right) \times 0,02}{27 \times 15899,98} = 0,0001769 \text{ m}$$

4) Penurunan total tiang

$$Se = 0,013 + 0,006 + 0,0001769 = 0,020 \text{ m} = 19,516 \text{ mm}$$

$$Sg_{(e)} = \sqrt{\frac{1,6}{0,4} \times 0,020} = 0,039 \text{ m} = 39,032 \text{ mm}$$

Cek S total < S ijin (39,032 mm < 150 mm) ... **OK!**

### Metode Pelaksanaan

- Pondasi *Jack in pile*

Metode pelaksanaan pekerjaan *jack in pile* menggunakan alat Hydraulic Static Pile Driver (HSPD 420) seperti pada Gambar 5, dengan tekanan maksimum 420 ton yang bisa memancang tiang square pile ukuran 20x20 cm sampai 55x55 cm dan spun pile ukuran diameter 30 – 60 cm. Secara garis besar pengoperasiannya menggunakan dongkrak hidrolis yang diberi beban *counterweight* kemudian menekan tiang tersebut.



Gambar 4. Hydraulic Static Pile Driver

Pelaksanaan Pemancangan

- Marking* dan *setting out* titik-titik acuan pancang menggunakan alat theodolit.
- Menggerakkan alat HSPD ke titik yang ditentukan (*moving to the point*).
- Mengangkat tiang dari *stock pile* untuk diletakkan pada *clamping box* dengan menggunakan bantuan *mobile crane*.
- Sistem *jack in* akan naik dan menjepit (*clamping*) tiang dengan penjepit. Kemudian tiang di tekan (*pillling*) dengan mesin hidraulik.
- Proses pengelasan dan penyambungan tiang (*welding*) menggunakan sistem pengelasan penuh.
- Pemotongan tiang dilakukan dengan menggunakan *cutter pile*.

- Pondasi *Bored pile*

Metode pelaksanaan pekerjaan *bored pile* menggunakan sistem casing dengan mengebor dan memasukkan casing, menekan casing, dan membersihkan dasar lubang. Alat berat yang digunakan adalah *Rotary Drilling Machine*.

Pelaksanaan Pengeboran

- Mengatur alat bor pada titik-titik *bored pile* sesuai dengan gambar rencana.
- Merangkai tulangan pondasi *bored pile*.
- Memasang dan merangkai besi vertical di depan alat, pasang besi arah horizontal.
- Melakukan pre-boring pada kedalaman sebelum muka air tanah.
- Pemasangan casing menggunakan crane service dibantu dengan vibro kemudian jacking dengan jack hydraulic dari mesin bor.

- f. Pekerjaan pengeboran dilanjutkan hingga mencapai kedalaman rencana menggunakan drilling bucket.
- g. Membersihkan lubang menggunakan cleaning bucket hingga lubang bersih.
- h. Besi yang dirakit di workshop dipasang spacer dimasukkan secara perlahan.
- i. Pengecoran menggunakan pipa tremie mulai dari dasar lubang menuju ke atas.

**Daya Dukung Kelompok Tiang**

- Pondasi *Jack in pile*

Tabel 3 dan Tabel 4 merupakan rekapitulasi pondasi *jack in pile* dan *bored pile* pada Apartemen Bogor Heritage & Ecopark, Kota Bogor.

Tabel 2. Rekapitulasi RAB *jack in pile*

No	Uraian Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 219.579.677,91
2	Pekerjaan Tiang Pancang	Rp 7.804.378.025,00
3	Pekerjaan Tanah	Rp 110.459.299,41
4	Pekerjaan Beton	Rp 536.942.926,87
5	Pekerjaan Pembesian	Rp 287.768.707,19
6	Pekerjaan Bekisting	Rp 167.568.906,49
7	Pembobokan Tiang	Rp 1.041.466.528,30
8	Sewa Alat Berat	Rp 768.767.413,84
<b>Total Biaya</b>		<b>Rp 12.030.624.633,52</b>

- Pondasi *Bored pile*

Tabel 3. Rekapitulasi RAB *bored pile*

No	Uraian Pekerjaan	Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	Rp 219.579.677,91
2	Pekerjaan Tiang Bor	Rp 5.855.063.613,59
3	Pekerjaan Tanah	Rp 132.197.041,03
4	Pekerjaan Beton	Rp 3.563.507.817,63
5	Pekerjaan Pembesian	Rp 951.355.156,33
6	Pekerjaan Bekisting	Rp 119.444.810,47
7	Sewa Alat Berat	Rp 753.422.588,80
<b>Total Biaya</b>		<b>Rp 12.754.027.776,35</b>

**4. KESIMPULAN**

1. Dengan bantuan program ETABS diperoleh beban maksimum ASD sebesar 7827,653 kN dan terkecil sebesar 161,921 kN. Beban maksimum LRFD 9558,787 kN dan terkecil sebesar 211,157 kN.
2. Dari hasil uji lapangan *Standard Penetration Test* (SPT) dari berbagai metode yang diusulkan oleh para ahli, maka hasil yang didapat yaitu sebesar 1200 kN untuk *jack in pile* dan 2400 untuk *bored pile*.
3. Metode pelaksanaan pemancangan menggunakan alat berat HSPD (*Hydraulic Static Pile Driver*) alat ini dipilih

karena lokasi proyek berada dekat dengan perumahan bogor raya, agar tidak menimbulkan efek getaran atau suara bising yang terlalu mengganggu warga sekitar pemukiman. Sedangkan untuk pengeboran, menggunakan alat berat *Rotary Drilling Machine* dengan diameter 80 cm.

4. Berdasarkan perbandingan dan perhitungan harga satuan pekerjaan diperoleh biaya seluruh jenis pekerjaan pemasangan *Jack in pile* sebesar Rp 12.030.600.000,00 sedangkan jika menggunakan *bored pile* diperoleh total biaya sebesar Rp 12.754.000.000,00. Dari hasil perbandingan biaya ini dapat dilihat bahwa penggunaan pondasi *Jack in pile* dapat menghemat biaya sebesar Rp 723.400.000,00.

Dalam proses pelaksanaannya pondasi *bored pile* lebih cepat dibandingkan dengan pondasi *jack in pile*, dikarenakan pondasi *bored pile* hanya membutuhkan 313 buah tiang dibandingkan dengan pondasi *jack in pile* yang membutuhkan 167 buah tiang. Sehingga dapat dikatakan pondasi *bored pile* lebih efisien, lebih aman dan layak dipakai, hanya saja dengan harga lebih mahal dibandingkan dengan *jack in pile*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1] Skempton, A. W. (1986). *Standard penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation*. *Geotechnique*, 36(3), 425-447.
- [2] Bowles, J. E. 1997. *Foundation Analysis and Design*. 5<sup>th</sup> ed. McGraw-Hill International Edition. New York.
- [3] Briaud, J. L. et al. (1985). *Behavior of Piles and Pile Groups*, Report No. Federal Highway Administration, Washington, DC.
- [4] Meyerhof, G. G. 1976. *Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations*, Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineering, Vol.102, No.GT3, pp.197-228
- [5] Vesic, A. S. 1977. *Design of Pile Foundations*, National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Practice No. 42, Transportation Research Board, Washington, DC.
- [6] Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. Analisis dan Perancangan Fondasi II. Yogyakarta. Gajah Mada University Press.
- [7] Reese, L.C. & Wright, S.J. 1977. *Drilled Shaft Design and Construction Guidelines Manual*, Vol.1. Washington D.C: U.S Department of Transportation.
- [8] Das, B.M. (2007). *Principles of Foundation Engineering*, 6th edition. PWS Kent.