

---

## Analisis Komparasi Tiang Pancang dan Tiang Bor pada Gedung FEB UPN Veteran Jatim

Nur Sukma Asih<sup>1</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur

E-mail: [18035010023@student.upnjatim.ac.id](mailto:18035010023@student.upnjatim.ac.id)

Dian Purnamawati Solin<sup>2</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur

E-mail: [diansolin.ts@upnjatim.ac.id](mailto:diansolin.ts@upnjatim.ac.id)

Wahyu Kartini<sup>3</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UPN Veteran Jawa Timur

E-mail: [wahyu.ts@upnjatim.ac.id](mailto:wahyu.ts@upnjatim.ac.id)

### Abstrak

*Dewasa ini, penggunaan pondasi tiang bor banyak ditemukan pada pembangunan infrastruktur di Indonesia, terutama pada kasus bangunan yang berdiri di sekitar bangunan lainnya. Hal ini dikarenakan pondasi tiang bor dinilai memiliki beberapa keunggulan dalam hal daya dukung dan konstruksi di lapangan sehingga sesuai digunakan untuk kasus tersebut. Pada penelitian ini, dilakukan komparasi antara tiang pancang dan tiang bor terhadap daya dukung, defleksi, dan penurunan pada Gedung Kuliah Bersama dan Laboratorium FEB UPN Veteran Jatim. Tiang pancang pada kondisi eksisting merupakan tiang pancang kelompok dimodifikasi menjadi tiang bor tunggal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tiang bor tunggal dinilai aman untuk digunakan dari aspek daya dukung, defleksi dan penurunan.*

**Kata kunci:** penurunan, tiang pancang, tiang bor.

### Abstract

*Recently, bored pile has been applied widely in infrastructure in Indonesia especially if the new building was built around another building. Bored pile was considered with several advantages in terms of bearing capacity and field construction which cause it more suitable for that case. This research conducted a comparison between driven pile and bored pile in terms of bearing capacity, deflection and settlement at Gedung Kuliah Bersama and FEB Laboratory of UPN Veteran Jatim. The existing group driven pile were modified into single bored pile. The result indicates that using single bored pile is considered safe in terms of bearing capacity, deflection and settlement.*

**Keywords:** settlement, driven pile, bored pile.

## 1. PENDAHULUAN

UPN “Veteran” Jawa Timur merupakan salah universitas negeri yang mengalami perubahan status sejak tahun 2014. Perubahan status dari swasta ke negeri membuat UPN Veteran Jawa Timur menjadi incaran calon mahasiswa baru. Selain itu, adanya penambahan beberapa jurusan di UPN “Veteran” Jawa Timur menjadikan salah satu faktor peningkatan fasilitas ruang kelas. Salah satu langkah pemenuhan sarana tersebut adalah dengan pembangunan Gedung baru FEB dengan fasilitas 9 lantai.

Pembangunan Gedung FEB tentunya tidak lepas dari pembangunan struktur bawah (pondasi). Pembangunan pondasi sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah dan

kondisi di sekitar bangunan. Pondasi yang saat ini digunakan pada gedung kuliah bersama dan laboratorium FEB adalah tiang pancang. Pondasi tiang pancang memiliki beberapa kelemahan antara lain:

- a. Proses pemasangannya menimbulkan kebisingan suara;
- b. Getaran yang ditimbulkan dapat mengakibatkan kerusakan bangunan yang ada di sekitarnya;
- c. Panjang tiang pancang mengikuti spesifikasi dari pabrik sehingga tidak dapat divariasikan sesuai dengan kebutuhan;
- d. Rawan terjadi patah pada titik sambungan yang mengakibatkan pembengkakan biaya; dan
- e. Mobilisasi yang sulit di lahan yang sudah ada sebelumnya [1].

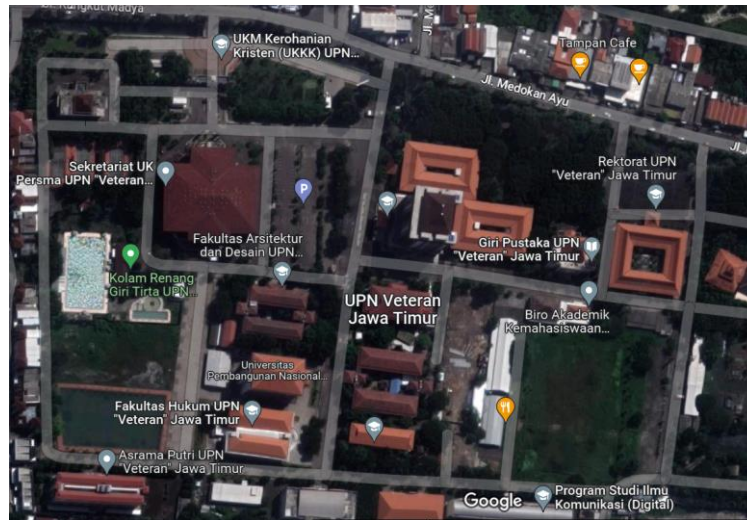
Dari beberapa permasalahan yang disebutkan di atas, maka direncanakan pondasi tiang bor sebagai alternatif pengganti tiang pancang yang mana dalam pemasangannya dimensi pondasi dapat direncanakan dengan ukuran yang besar, kedalaman pondasi dapat divariasikan sendiri, tidak ada sambungan pada pondasi dan mobilisasi yang mudah [2].

Guna mendapatkan hasil desain pondasi yang tepat maka diperlukan perencanaan perhitungan daya dukung pondasi dengan ketelitian yang tinggi. Sejalan dengan hal tersebut, maka dibutuhkan keakuratan dalam melaksanakan penyelidikan tanah. Penyelidikan tanah yang dilakukan dapat berupa test sondir dan SPT (*Standart Penetration Test*) atau disebut *borlog*.

Penyelidikan *standard penetration test* (SPT) bertujuan untuk mendapatkan data jumlah pukulan (N) yang dikorelasi dengan kedalaman tanah dalam bentuk grafik disertai sifat-sifat tanah, karakteristik, tebal dan jenis lapisan tanahnya [3]. Dari hasil uji SPT dapat disimpulkan bahwa jenis tanah pada gedung FEB adalah tanah lempung.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data dari lapangan berupa hasil penyelidikan tanah di lapangan (SPT). Area penelitian yang dilakukan berada di wilayah Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur (lihat gambar 1)



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Dalam penelitian akan dilakukan komparasi tiang pancang dan tiang bor dengan meninjau aspek daya dukung, defleksi dan penurunan dari kedua jenis pondasi dalam tersebut.

## 2.1 Daya Dukung Tiang Akibat Beban Aksial (Vertikal) yang Diterima

Perhitungan daya dukung pondasi tiang diperoleh dari hasil penjumlahan dari tahanan ujung yang mampu ditahan oleh tiang dan tahanan geser pada dinding tiang dengan pembagi nilai *safety factor* (SF) yang ditentukan[8]. Pada penelitian ini perhitungan daya dukung pondasi dihitung menggunakan metode Nakazawa dengan dua keadaan sebagai berikut:

- Untuk tiang cor di tempat, berat sendiri (*dead weight*) tiang cukup besar maka digunakan rumus sebagai berikut:

$$R_a = \frac{1}{SF} (R_u - W_s) + W_s - W$$

(Kazuto Nakazawa, 2000:100)

- Untuk tiang dengan diameter kecil misalnya tiang pracetak yang berdiameter kecil maka berat sendiri tiang dapat diabaikan. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung daya dukung pondasi akibat beban aksial adalah sebagai berikut:

$$R_a = \frac{1}{SF} R_u$$

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum l_i \cdot F_i$$

Dimana:

$R_a$  = Daya dukung pondasi akibat beban aksial (ton)

$R_u$  = Daya dukung ujung dan selimut tiang (ton)

$W_s$  = Berat tanah yang dikeluarkan dalam kondisi efektif (ton)

$W$  = Berat tiang (ton)

$q_d$  = Daya dukung tiang terpusat (ton)

---

A	= Luas ujung penampang tiang (m)
U	= Keliling tiang (m)
It	= Tebal lapisan tanah yang ditinjau terhadap geseran dinding tiang(m)
fi	= Besar gaya geser maksimum dengan memperhitungkan geseran dinding tiang dari lapisan tanah (m <sup>2</sup> )
SF	= <i>Safety factor</i> / Faktor keamanan

## 2.2 Jumlah Tiang yang Dibutuhkan

Menurut Pamungkas (2013:54), jumlah tiang yang dibutuhkan dalam perencanaan pondasi dapat dihitung dengan cara membagi beban aksial yang diterima dengan daya dukung yang terjadi pada pondasi[9]. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$np = \frac{P}{0,7 \times Q_{all}}$$

Dimana:

np	= Jumlah tiang yang dibutuhkan (buah)
p	= Beban aksial yang bekerja (ton)
Q <sub>all</sub>	= Daya dukung ijin tiang (ton)
	Faktor reduksi (0,65-0,7)

## 2.3 Efisiensi Kelompok Tiang

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin jauh jarak antar tiang maka akan diperoleh kapasitas dukung kelompok tiang yang besar, maka perlu dilakukan perhitungan efisiensi kelompok tiang untuk mengetahui apakah daya dukung kelompok tiang mampu menerima gaya aksial yang diterimanya[10]. Adapun perhitungan efisiensi kelompok tiang dapat dihitung menggunakan metode yang dikeluarkan oleh *Converse-Labbare*:

$$E_g = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

$$\theta = \text{arc tg } D/S$$

Syarat:

Daya dukung vertikal kelompok tiang > Gaya aksial yang terjadi.

Eg x jumlah tiang x daya dukung ijin tiang > Gaya aksial yang terjadi.

Dimana:

Eg	= Efisiensi kelompok tiang
θ	= arc tg (D/s) (derajat)
m	= Banyaknya baris
n	= Banyaknya kolom
D	= Diameter tiang (m)
S	= Jarak antar tiang (m)

---

## 2.4 Defleksi Akibat Gaya Lateral

Letak titik jepit ( $Z_f$ ) didapat dari jarak terjadinya kepatahan pada pondasi (jarak jepit) dari permukaan tanah. Setelah mengetahui letak titik jepit, maka akan diperoleh nilai  $H_u$  atau daya dukung lateral ultimate sehingga dapat diketahui momen dan gaya geser yang terjadi[11]. Adapun rumus perhitungan daya dukung lateral pada tanah kohesif menurut Broms (1964) adalah sebagai berikut:

Kontrol defleksi tiang yang terjadi:

$$Y_0 = \frac{H_u \times \beta}{K_h \times D}$$

Syarat:

$$Y_0 < 6 \text{ mm}$$

Dimana:

$Y_0$  = Defleksi yang terjadi (mm)

$H_u$  = Daya dukung lateral ultimate (ton)

$\beta$  = Betta

$K_h$  = Modulus subgrade lateral

$D$  = Diameter pondasi (m)

## 2.5 Penurunan Pondasi

Analisis penurunan pondasi dapat dihitung setelah perencanaan konfigurasi pondasi sehingga dapat dianalisis menggunakan metode yang sesuai.

Penurunan Pondasi Tiang pancang kelompok dihitung menggunakan metode Janbu dan Businosly sedangkan perhitungan penurunan pondasi tiang tunggal untuk tiang bor dihitung menggunakan metode semi empiris[12].

### a. Penurunan pondasi tiang kelompok

Penurunan pondasi pada tiang kelompok terbagi menjadi dua yaitu penurunan segera dan penurunan konsolidasi[13].

$$\Delta s = S \text{ segera} + S \text{ konsolidasi}$$

$\Delta s$  = Penurunan total (cm)

$S \text{ segera}$  = Penurunan segera (cm)

$S \text{ konsolidasi}$  = Penurunan konsolidasi (cm)

### Menghitung besar penurunan segera:

Penurunan segera bersifat elastis, penurunan ini terjadi segera setelah beban bekerja baik pada tanah berbutir kasar maupun tanah berbutir halus kering (tidak jenuh).

$$S_{\text{total}} = S_i + S_{ii} + S_{ik}$$

Dimana:

$S_{\text{total}}$  = Penurunan total (cm)

$S_i$  = Lapisan tanah 1 (m)

- Sii = Lapisan tanah 2 (m)  
Sik = Lapisan tanah keras(m)

Dalam hitungan penurunan segera dapat dipakai cara janbu:

$$S_{ii} = \frac{\mu_1 \cdot \mu_0 \cdot q_p \cdot b}{Eu}$$
$$S_{ik} = \frac{\mu_1 \cdot \mu_0 \cdot q_p \cdot b}{Eu}$$

Dimana:

- Eu = modulus elastis tanah di bawah dasar tiang (kN/m<sup>2</sup>)  
 $\mu$  = angka Poisson tanah di bawah dasar tiang  
 $\mu_1$  = angka Poisson tanah lapisan1  
 $\mu_2$  = angka Poisson tanah lapisan 2  
b = Dimensi dasar pondasi rakit ekivalen (m)  
qp = Tekanan netto pada dasar pondasi rakit (kN)

### Menghitung penurunan konsolidasi

Penurunan Konsolidasi (*Consolidation Settlement*) merupakan perpindahan yang terjadi secara vertikal pada permukaan tanah yang berhubungan dengan perubahan volume atau rongga pori pada suatu tingkat dalam proses konsolidasi akibat pembebanan. Adapun rumus dari penurunan konsolidasi menurut Businosly adalah sebagai berikut:

$$\Delta S_i = \frac{Cc \cdot H}{1 + e_0} \log \frac{P_o + \Delta p}{P_o}$$

Dengan:

$$\Delta P = \frac{V_o}{(L+z)(B+z)}$$

Dimana:

- $\Delta S_i$  = Penurunan konsolidasi (cm)  
Cc = Nilai kohesi  
H = Kedalaman penyaluran beban (m)  
e0 = Angka pori  
Po = Tekanan tanah (kN)  
 $\Delta p$  = Tegangan tanah (kN/m<sup>2</sup>)  
Vo = Gaya aksial yang diterima (kN)  
L = Panjang pile shaft (m)  
B = Lebar pile shaft (m)  
z = Kedalaman titik berat tiang terhadap tanah yang ditinjau dibawah pondasi (m)

## b. Penurunan pondasi tiang tunggal

Adapun penurunan tiang tunggal dapat dihitung menggunakan rumus empiris vesic sebagai berikut:

$$S_t = S_1 + S_2 + S_3$$

Dimana:

$$S_t = \text{penurunan total (cm)}$$

$$S_1 = \text{penurunan pile shaft (cm)}$$

$$S_2 = \text{penurunan ujung tiang (cm)}$$

$$S_3 = \text{penurunan akibat beban di sepanjang selimut tiang (cm)}$$

$$S_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws})L}{A_s \cdot E_m}$$

$$S_2 = \frac{(q_p \cdot D_b)}{E_s} (1 - \mu^2) I_{wp}$$

$$S_3 = \left( \frac{Q_{ws}}{p \cdot L} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu^2) I_{ws}$$

Dimana:

$$Q_{wp} = \text{beban aksial pada ujung tiang (kN)}$$

$$Q_{ws} = \text{beban pada selimut tiang (kN)}$$

$$\xi = \text{nilai yang bergantung pada bentuk distribusi unit friction}$$

$$A_s = \text{luas penampang shaft (m}^2\text{)}$$

$$E_m = \text{Modulus young dari material tiang (N/m}^2\text{)}$$

$$L = \text{panjang tiang (m)}$$

$$D_b = \text{diameter ujung tiang (m)}$$

$$E_s = \text{modulus young pada tanah (N/m}^2\text{)}$$

$$I_{wp} = \text{faktor pengaruh (0.85)}$$

$$\mu_s = \text{angka poisson (0.3)}$$

$$C_p = \text{koefisien empiris}$$

$$q_p = \text{point resistance}$$

$$I_{ws} = \text{faktor pengaruh}$$

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Komparasi Daya Dukung Aksial Pondasi

Dari data perencanaan (data *existing*) diperoleh pondasi menggunakan tiang pancang dengan penampang persegi ukuran 30x30 cm dan kedalaman 25 m dengan empat tipe *pile cap* yaitu P1, P2, P3, dan P4. Kemudian dilakukan komparasi dengan pondasi tiang bor dengan pembesaran ujung dua kali diameter guna mendapatkan daya dukung ujung yang besar sehingga mampu memikul beban yang diterima meskipun dengan kedalaman yang sama dengan pondasi tiang pancang. Adapun diameter yang direncanakan adalah 80 cm dan 100 cm. Dari hasil perhitungan didapat bahwa diameter

100 cm mampu memikul beban yang ditanggung pada As E4 sedangkan diameter 80 cm mampu memikul beban yang ditanggung pada As A5,C1 dan A3 (Tabel 1)

**Tabel 1.** Data Perencanaan Pondasi

As	Tipe pile cap	Jenis pondasi	D (m)	P (kN)
E4	P1			4802,15
A5	P2	Tiang	0,3x0,3	2462,36
C1	P3	Pancang		2230,71
A3	P4			1112,96
E4	P1	Tiang	0,8	4802,15
A5	P2	Bor	1	2462,36

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Daya Dukung Ujung dan Selimut Tiang

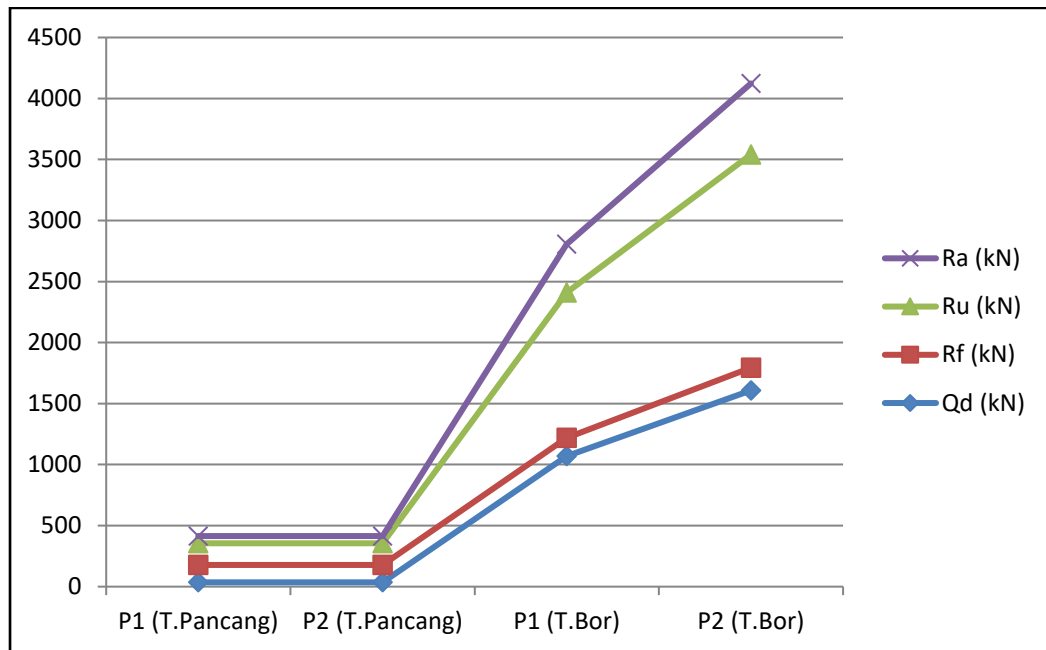
As	Tipe pile cap	Jenis pondasi	D (m)	Qd (ton)	Rf (ton)
E4	P1			35,145	142,456
A5	P2	Tiang	0,3x0,3	35,145	142,456
C1	P3	Pancang		35,145	142,456
A3	P4			35,145	142,456
E4	P1	Tiang	0,8	1070,403	149,104
A5	P2	Bor	1	1607,771	186,380

Tabel 2 merupakan hasil perhitungan daya dukung dengan metode Nakazwa dengan SF yang digunakan = 3.

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Daya Dukung dengan SF 3

AS	Tipe pile cap	Jenis pondasi	D (m)	Ru (ton)	Ra (ton)
E4	P1			177,601	59,200
A5	P2	Tiang	0,3x0,3	177,601	59,200
C1	P3	Pancang		177,601	59,200
A3	P4			177,601	59,200
E4	P1	Tiang	0,8	1189,363	396,454
A5	P2	Bor	1	1747,051	582,350





Gambar 2. Komparasi Daya Dukung

Dari hasil perhitungan didapatkan empat tipe *pile cap* pada pondasi kelompok dan dua dimensi yang berbeda pada tiang bor yaitu diameter 80 cm dan 100 cm.

### 3.2 Komparasi Defleksi Akibat Gaya Lateral yang Terjadi

Hasil dari perhitungan gaya horizontal pada tiang kelompok dan tiang tunggal atau defleksi yang terjadi akibat gaya lateral dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Daya Dukung Horizontal Tiang

AS	Tipe pile cap	Jenis pondasi	D (m)	P (kN)	Hu (kN)	Yo mm
E4	P1	Tiang Pancang	0,3x0,3	4802,15	0,00085	$7,5 \times 10^{-5}$
A5	P2			2462,36	0,9	0,0799
C1	P3			2230,71	0,46	0,0408
A3	P4			1112,96	1,98	0,1757
E4	P1	Tiang	0,8	4802,15	51,95	1,7296
A5	P2	Bor	1	2462,36	0,15	0,00399

### 3.3 Komparasi Penentuan Jumlah Tiang

Hasil perhitungan penentuan jumlah tiang dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

**Tabel 5.** Hasil Perhitungan Jumlah Tiang

AS	Tipe pile cap	Jenis pondasi	D (m)	Ru (ton)	Ra (ton)	np
E4	P1	Tiang Pancang	0,3x0,3	177,601	59,200	12
A5	P2			177,601	59,200	9
C1	P3			177,601	59,200	6
A3	P4			177,601	59,200	4
E4	P1	Tiang	0,8	1189,363	396,454	1
A5	P2	Bor	1	1747,051	582,350	1

### 3.4 Komparasi Kapasitas Daya Dukung Ultimate Kelompok Tiang

Kapasitas daya dukung ultimate didapat dari hasil perhitungan efisiensi kelompok tiang, dimana daya dukung vertikal kelompok harus lebih besar dari pada gaya aksial yang terjadi [14][15].

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Daya Dukung Ultimate

AS	Tipe pile cap	Jenis pondasi	Eg	Qu (kN)	P (kN)
E4	P1	Tiang Pancang	0,710	5042,58	4802,15
A5	P2		0,727	3872,88	2462,36
C1	P3		0,761	2703,18	2230,71
A3	P4		0,823	1948,47	1112,96
E4	P1	Tiang Bor	1	3964,54	4802,15
A5	P2		1	5823,50	2462,36

### 3.5 Komparasi Penurunan

Penurunan yang terjadi ditinjau ketika pondasi tiang dalam kelompok pada tiang pancang dengan variasi persegi dan pondasi tiang tunggal pada tiang bor (lihat tabel 7)

**Tabel 7.** Penurunan Tiang Cara Manual

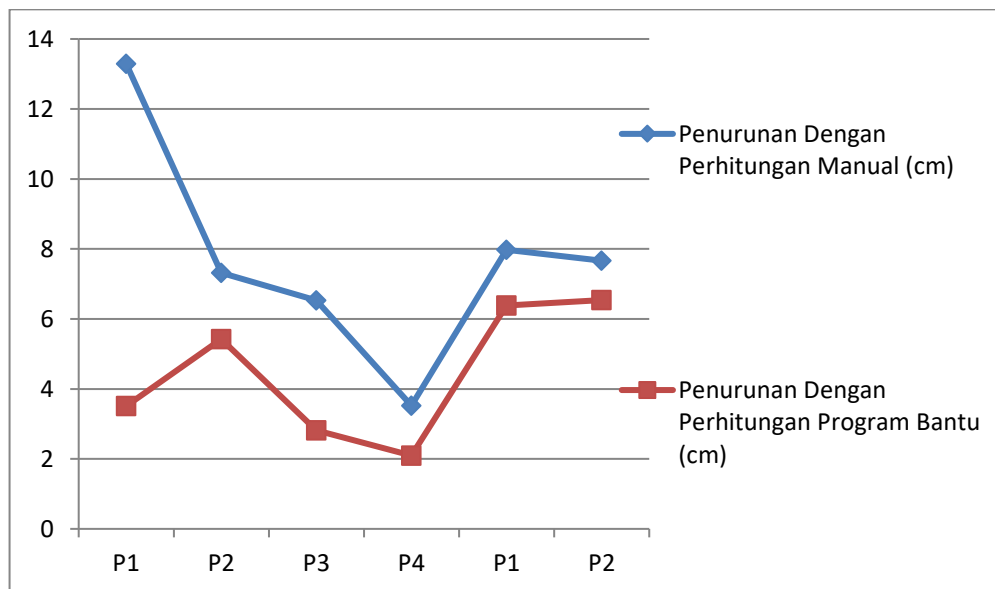
AS	Tipe pile cap	Jenis pondasi	D (m)	P (kN)	Penurunan (cm)
E4	P1	Tiang Pancang	0,3x0,3	4802,15	13,291
A5	P2			2462,36	7,315
C1	P3			2230,71	6,529
A3	P4			1112,96	3,523
E4	P1	Tiang	0,8	4802,15	7,979
A5	P2	Bor	1	2462,36	7,666

Adapun perhitungan penurunan pondasi tiang tunggal dengan menggunakan rumus empiris Vesic dan pada tiang kelompok menggunakan rumus Janbu et al.(1956) dan Businoslys.

Selain perhitungan dengan cara manual analisis penurunan juga dilakukan dengan program bantu.

**Tabel 8.** Hasil Analisis penurunan dengan Program Bantu

AS	Type pile cap	Jenis pondasi	D (m)	P (kN)	Penurunan (cm)
E4	P1			4802,15	3,515
A5	P2	Tiang	0,3x0,3	2462,36	5,425
C1	P3	Pancang		2230,71	2,815
A3	P4			1112,96	2,096
E4	P1	Tiang	0,8	4802,15	6,383
A5	P2	Bor	1	2462,36	6,538



**Gambar 3.** Komparasi Penurunan

Besar penurunan dipengaruhi oleh lapisan tanah disekitar pondasi dan dimensi penampang tiang. Tiang pancang yang memiliki dimensi tiang yang kecil mengalami penurunan lebih besar dari pada tiang bor dengan luas penampang tiang yang lebih besar [16].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan perencanaan dengan perhitungan manual dimana pondasi tiang pancang persegi direncanakan kelompok dan tiang bor sebagai tiang tunggal didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

- 
1. Hasil perhitungan analisis daya dukung aksial pondasi (tunggal maupun kelompok) pada kedalaman 25 m sebagai berikut:
    - a. Pondasi tiang pancang persegi dengan ukuran 30x30 cm memiliki daya dukung tunggal aksial sebesar 592,00 kN.
    - b. Pondasi tiang Bor dengan dimensi 80 cm dan 100 cm memiliki daya dukung tunggal aksial sebesar 5823,50 kN dan 3964,54 kN.
    - c. Dengan pembesaran ujung pada tiang bor maka didapatkan daya dukung ujung yang besar.
  2. Hasil perhitungan analisis daya dukung horizontal serta defleksi adalah sebagai berikut:
    - a. Pondasi tiang pancang persegi ukuran 30x30 cm dengan 4 *type* jenis *pile cap* memiliki daya dukung horizontal dan defleksi adalah  $H_{uP1} = 0,00085$  kN,  $H_{uP2} = 0,9$  kN,  $H_{uP3} = 0,46$  kN,  $H_{uP4} = 1,98$  kN, serta defleksi yang terjadi adalah  $Y_{0P1} = 7,5466E-05$  mm,  $Y_{0P2} = 0,079905124$ mm,  $Y_{0P3} = 0,040840397$  mm,  $Y_{0P4} = 0,175791273$ mm.
    - b. Pondasi tiang bor dimensi 80 cm dan 100 cm memiliki daya dukung horizontal dan defleksi sebagai berikut  $H_{uP1} = 51.95$  kN dan  $H_{uP2} = 0,15$  kN serta defleksi yang terjadi adalah  $Y_{0P1} = 1,729613002$  mm,  $Y_{0P2} = 0,003995256$  mm.
  3. Hasil perhitungan analisis penurunan yang terjadi pada pondasi akibat beban yang dipikul sebagai berikut:
    - a. Dengan perhitungan manual pondasi tiang pancang persegi dengan ukuran 30x30 cm memiliki kedalaman sebesar 25 m dengan tipe pondasi tiang kelompok terjadi penurunan sebesar  $P1 = 13,291$  cm,  $P2 = 7,315$  cm,  $P3 = 6,529$  cm,  $P4 = 3,523$  cm.
    - b. Dengan perhitungan manual pondasi tiang bor dengan dimensi 80 cm dan 100 cm memiliki kedalaman sebesar 25 m dengan tipe pondasi tiang tunggal terjadi penurunan sebesar  $P1 = 7,979$  cm dan  $P2 = 7,666$  cm.
    - c. Dengan perhitungan program bantu pondasi tiang pancang persegi dengan ukuran 30x30 cm memiliki kedalaman sebesar 25 m dengan tipe pondasi tiang kelompok terjadi penurunan sebesar  $P1 = 3,515$  cm,  $P2 = 5,425$  cm,  $P3 = 2,815$  cm,  $P4 = 2,096$  cm.
    - d. Dengan perhitungan program bantu pondasi tiang bor dengan dimensi 80 cm dan 100 cm memiliki kedalaman sebesar 25 m dengan tipe pondasi tiang tunggal terjadi penurunan sebesar  $P1 = 6,383$  cm dan  $P2 = 6,538$  cm.
    - e. Dari komparasi perhitungan secara manual dan dengan menggunakan program bantu terdapat selisih penurunan pondasi sebesar 27,81%, dimana perhitungan secara manual memiliki hasil lebih besar dari pada perhitungan menggunakan program bantu, hal ini dipengaruhi baik oleh sumberdaya yang mengoperasikan *software* maupun faktor dari keaslian *software* yang
-

---

digunakan. Pada kedalaman 25 m hasil analisa penurunan pondasi tiang bor dan tiang pancang masih tergolong aman berdasarkan SNI 8460:2017 pasal 9.2.4.3 dimana penurunan ijin < 15 cm[10].

Berdasarkan hal di atas, dapat ditarik kesimpulan secara garis besar bahwa syarat aman ditinjau dari aspek daya dukung, defleksi dan penurunan yang terjadi tetap dapat terpenuhi walaupun jenis dan dimensi pondasi yang direncanakan berbeda.

## 5. REFERENSI

- [1] Dwi, K., & Deny, S. (2019). Studi Evaluasi Pondasi Tiang Pancang (Spun Pile) Dengan Pondasi Tiang Bor (Bored Pile) Pada Gedung Kantor Pemerintah Kabupaten Lamongan. *ISSN 2579-4620-e ISSN 2581-0855*.
- [2] Isnaniati. (2013). Pengaruh Penggunaan Tiang Bor Dan Tiang Pancang Terhadap Besarnya Penurunan Konsolidasi Pada Tanah Lempung. *Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surabaya*.
- [3] Wulandari, S., & Nuryanto. (2013). Perencanaan Pondasi Tiang pada Tanah Lempung. *Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur dan teknik Sipil)-ISSN:1858-2559*.
- [4] Wulandari, S., & Fajarsari, E.J. (2013). Perencanaan Pondasi Tiang Bor pada Proyek Cikini Gold Center. *Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur dan teknik Sipil)-ISSN:1858-2559*.
- [5] Prayogo, S., & Hasriyasti, S. (2016). Penyelidikan Struktur dan Karakteristik Tanah Untuk Desain Pondasi Iradiator Gamma Kapasitas 2 Mci. *Jurnal Perangkat Nuklir-ISSN No 1978-3515*.
- [6] Widjaja, B., & Sri, R.W. (2017). Perbandingan Daya Dukung Pondasi Akibat Perbedaan Metode Konstruksi Pondasi Dalam. *Jurnal Spektran e-ISSN: 2302-2590*
- [7] Bowles, J. E. (1991). *Analisis Dan Desain Pondasi*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- [8] Suyono, S., & Kazuto Nakazawa. (2000). *Mekanika tanah dan teknik pondasi*. Edisi 7. Jakarta: pradnya paramita.
- [9] Pamungkas, A., & Erny, H. (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta:Andi.
- [10] Saputro, D. D., & Haryo, K. B. (2013) Studi Pengaruh Jarak Tiang Pancang Pada Kelompok Tiang Terhadap Perubahan Dimensi Pile Cap. *Jurnal Konstruksia. Volume 5 Nomer 1*.
- [11] Broms, B.B. (1964). *The Lateral Resistance of Pile in Cohesive Soils, Journal of the Soil Mechanics Divisions*. ASCE.
- [12] Hardiyatmo, H.C. (2002). *Teknik Pondasi 2*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [13] Candra, A. I. (2017). Analisis Daya Dukung Pondasi Strauss Pile pada Pembangunan Gedung Mini Hospital Universitas Kediri. *ukaRst p-ISSN: 2579-4620 e-ISSN 2581-0855*
- [14] Hardiyatmo, H.C. (2015). *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Yogyakarta: Edisi Ketiga Gajah Mada University Press.
- [14] Badan Standart Nasional Indonesia. 2017. SNI 8460-2017 tentang Persyaratan Perancangan Geoteknik. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- [15] Azizi, A., M, Agus, S., & Gilang, R. (2020). Analisis Daya Dukung Dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang Proyek Gedung DPRD Kabupaten Pemalang. *Jurnal Teknik Sipil Rancang Bangunan*. 50-52.
- [16] Muthamainnah, M. (2021). Analisis Kapasitas Dukung dan Penurunan Pondasi Tiang Pancang dengan Variasi Dimensi. *Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*.