

**ANALISIS DAYA DUKUNG PONDASI TIANG PANCANG MENGGUNAKAN DATA
SONDIR DAN SPT PADA PEMBANGUNAN GEDUNG FAKULTAS ILMU
KESEHATAN UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SYARIF HIDAYATULLAH JAKARTA,
CIPUTAT TIMUR, TANGERANG SELATAN, BANTEN**

Pahala Simarmata, Kartika Indah Sari

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Harapan Medan, Indonesia

pahalas123@gmail.com

ABSTRAK

Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta berlokasi di Jl. Kertamukti, Banten menggunakan struktur bangunan bertingkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan analisa dan perhitungan daya dukung tiang pancang dari hasil CPT dan SPT. Perhitungan daya dukung tiang pancang dilakukan menggunakan metode *Meyerhof* untuk data CPT dan SPT dan metode *Aoki De Alencar* untuk data CPT dengan variasi diameter tiang 30 cm dan 40 cm. Sedangkan perhitungan daya dukung tiang kelompok menggunakan metode *Converse-Labarre* dari hasil metode *Meyerhof* untuk data CPT dan SPT dan metode *Aoki de Alencar* untuk data CPT dengan diameter 30 cm dan 40 cm. Hasil daya dukung terbesar adalah metode *Meyerhof* SPT diameter 30 cm = 155,091 ton, 40 cm = 272,445 ton dan hasil daya dukung terkecil adalah metode *Aoki de Alencar* CPT diameter 30 cm = 24,098 ton, 40 cm = 38,71 ton. Hasil daya dukung izin tiang kelompok metode *Meyerhof* CPT diameter tiang 30 cm = 134,09 ton, jumlah = 2 tiang, 40 cm = 217,550 ton, jumlah = 2 tiang, untuk SPT diameter 30 cm = 152,144 ton, jumlah = 2 tiang, 40 cm = 265,638 ton, jumlah = 2 tiang, dan *Aoki de Alencar* diameter 30 cm = 304,288 ton, jumlah = 2 tiang, 40 cm = 531,267 ton, jumlah = 2 tiang. Metode *Meyerhof* berdasarkan data SPT yang mempunyai daya dukung yang paling besar diantara metode *Meyerhoff* CPT dan metode *Aoki de Alencar*.

Kata kunci: Pondasi Tiang Pancang; Daya Dukung Izin; Metode Perhitungan

ABSTRACT

The construction of the Faculty of Health Sciences building at Syarif Hidayatullah State Islamic University Jakarta is located on Kertamukti Street, Banten, using a multi-story building structure. Therefore, an analysis and calculation of the bearing capacity of pile foundations is needed based on CPT and SPT results. The calculation of the pile foundation's bearing capacity is conducted using the Meyerhof method for both CPT and SPT data and the Aoki De Alencar method for CPT data with varying pile diameters of 30 cm and 40 cm. Additionally, the calculation of the group pile's bearing capacity is done using the Converse-Labarre method based on the results of the Meyerhof method for both CPT and SPT data and the Aoki de Alencar method for CPT data with diameters of 30 cm and 40 cm. The largest bearing capacity results are obtained using the Meyerhof method with SPT data, with a diameter of 30 cm bearing a load of 155.091 tons and a diameter of 40 cm bearing a load of 272.445 tons. The smallest bearing capacity results are obtained using the Aoki de Alencar method with CPT data, with a diameter of 30 cm bearing a load of 24.098 tons and a diameter of 40 cm bearing a load of 38.71 tons. The allowable bearing capacity results for group piles using the Meyerhof method with CPT data are as follows: for a 30 cm diameter pile, it can bear 134.09 tons, with a total of 2 piles, and for a 40 cm diameter pile, it can bear 217.550 tons, with a total of 2 piles. Using SPT data, for a 30 cm diameter pile, it can bear 152.144 tons, with a total of 2 piles, and for a 40 cm diameter pile, it can bear 265.638 tons, with a total of 2 piles. Finally, using the Aoki de Alencar method with a 30 cm diameter pile, it can bear 304.288 tons, with a total of 2 piles, and for a 40 cm diameter pile, it can bear 531.267 tons, with a total of 2 piles. Based on the SPT data, the Meyerhof method demonstrates the highest bearing capacity among the Meyerhoff CPT and Aoki de Alencar methods.

Keywords: Pile Foundation; Allowable Bearing Capacity; Calculation Methods.

I. PENDAHULUAN

Gedung mempunyai peranan yang sangat penting dalam aktivitas perkantoran, pendidikan, usaha, tempat tinggal dan berbagai aktifitas yang ada, sehingga perlu adanya perhatian khusus dalam pembangunannya. Pembangunan Gedung fakultas ilmu kesehatan Syarif Hidayatullah Jakarta yang berlokasi di jl. Kertamukti, Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Banten ini memerlukan struktur bangunan bertingkat. Untuk membangun gedung yang kokoh khususnya struktur bangunan bertingkat sangat diperlukan pondasi yang kuat sebagai pendukung bangunan. Pondasi harus diperhitungkan dengan baik untuk dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban bangunan, gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lainnya. Disamping itu, tidak boleh terjadi penurunan melebihi batas yang diizinkan agar kegagalan fungsi pondasi dapat dihindari, maka pondasi bangunan harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras, padat dan kuat untuk mendukung beban bangunan tanpa menimbulkan penurunan yang berlebihan. Menurut Bowles (2016) pondasi adalah bagian dari suatu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang di topang oleh pondasi dan berat bangunannya sendiri ke dalam tanah dan batuan yang terletak di bawahnya. Konstruksi harus diperhitungkan dengan teliti dan cermat sehingga dapat menjamin keamanan, keselamatan dan kestabilan bangunan serta menghindari keruntuhan tanah dan penurunan bangunan yang tidak merata.

Oleh karena itu untuk dapat memenuhi hal tersebut, perlu perencanaan pondasi yang sangat tepat, sebelum merencanakan sebuah pondasi baik itu pondasi dalam maupun pondasi dangkal, pondasi perlu penelitian tanah (*Soil Investigation* di lapangan dengan melakukan pengujian *Cone Penetration Test* (CPT), *Standard Penetration Test* (SPT) dan pengujian *Bor Machine* (*Boring Test*), tujuan dari penyelidikan tanah ini adalah untuk mengetahui secara rinci kondisi lapisan tanah di lokasi proyek, mengetahui karakteristik mekanika tanah, untuk digunakan dalam menentukan jenis pondasi yang aman, stabil, ekonomis dan sesuai dengan keperluan proyek. Secara umum permasalahan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal. Untuk hal ini pada perencanaan pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang (*Pile Foundation*).

II. DATA PROYEK

2.1 Lokasi Proyek

Lokasi proyek pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, berlokasi di JL. Kertamukti

Raya, Cirendeu, Kec. Ciputat Timur, Kota Tangerang Selatan, Banten.



Gambar 2.1 Denah Lokasi Proyek
(Sumber: Google Earth, 2023)

2.2 Metode Penyelidikan Tanah Menggunakan Sondir (*Cone Penetration Test*) dan SPT (*Standard Penetration Test*)

Dalam merencanakan sebuah pondasi dibutuhkan penyelidikan tanah di lapangan berupa data Sondir *Cone Penetration Test*, *Standard Penetration Test* (SPT), dan lain sebagainya. Penyelidikan tanah ini diperlukan untuk menghitung daya dukung pondasi yang akan digunakan, menentukan jenis pondasi yang akan dipakai dan untuk menentukan metode konstruksi yang baik, efisien dan ekonomis.

2.3 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan data CPT Menggunakan Metode Meyerhof

Untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data CPT menggunakan metode Meyerhof dapat dilihat sebagai berikut:

$$Q_p = A_p \cdot (q_{cr}) \cdot 10$$

$$Q_s = \frac{JHL \cdot A_k}{10}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_i = \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK2}$$

Keterangan:

Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)

Q_s = Daya dukung selimut tiang (ton)

Q_u = Daya dukung ultimate (ton)

Q_i = Daya dukung izin tiang (ton)

JHL = Jumlah Hambatan Lekat (dipakai 3)

A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)

$FK1$ = Faktor keamanan daya dukung ujung tiang (3)

$FK2$ = Faktor keamanan hambatan lekat tiang (5)

2.4 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan data CPT Menggunakan Metode Aoki De Alencar

Untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data SPT menggunakan metode *Aoki De Alencar* dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_p &= q_b \cdot A_p \\ Q_s &= f \cdot A_s \\ Q_u &= Q_p + Q_s \\ Q_i &= \frac{Q_u}{SF} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)
- Q_s = Daya dukung lekat (ton)
- Q_u = Daya dukung ultimit (ton)
- Q_i = Daya dukung izin tiang (ton)
- A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)
- f = Satuan tahanan kulit persatuan luas
- SF = Faktor keamanan daya dukung tiang (3)

2.5 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan data SPT Menggunakan Metode *Meyerhof*

Untuk menghitung daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan data SPT menggunakan metode *Meyerhof* dapat dilihat sebagai berikut:

$$\begin{aligned} Q_p &= 40 \cdot N_r \cdot A_p \\ Q_s &= \frac{A_s \cdot N_k}{5} \\ Q_u &= Q_p + Q_s \\ Q_i &= \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK2} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Q_p = Daya dukung ujung tiang (ton)
- Q_s = Daya dukung lekat (ton)
- Q_u = Daya dukung ultimit (ton)
- Q_i = Daya dukung izin tiang (ton)
- A_p = Luas penampang tiang pancang (m^2)
- $FK1$ = Faktor keamanan daya dukung ujung tiang (3)
- $FK2$ = Faktor keamanan hambatan lekat tiang (5)

2.6 Analisis Daya Dukung Pondasi Kelompok Menggunakan Metode *Converse-Labarre*

A. Jumlah Tiang

$$n = P_u / Q_i$$

Dimana:

- P_u = Beban rencana
- Q_i = Daya dukung izin tiang tunggal
- n = Jumlah tiang

B. Efisiensi Kelompok Tiang

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

Dimana :

- E_g = Efisiensi Kelompok Tiang
- m = Jumlah baris
- n = Jumlah tiang satu baris

- θ = arc tan d/s , dalam derajat
- d = Diameter tiang (cm)
- S = Jarak antar tiang

C. Daya Dukung Izin Tiang Pancang Kelompok

$$Q_{ijin} = E_g \times Q_{ijin \text{ Tunggal}} \times n$$

2.7 Data Tiang Pancang

Adapun data tiang pancang untuk proyek perencanaan pondasi Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta, di Jl. Kertamukti, Kec. Ciputat Timur, Banten sebagai berikut:

- Jenis tiang pondasi = Tiang Pancang
- Panjang tiang pondasi = 10 m
- Kedalaman tiang pondasi = 20 m
- Diameter tiang pondasi (D) = 30 cm dan 40 cm
- Keliling tiang pondasi (A_k) = 1,20 m dan 1,60 m
- Luas penampang (A_p) = 0,09 m^2 dan 1,60 m^2

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data CPT Menggunakan Metode *Meyerhof*

A. Diameter 30 cm pada titik sondir 1

$$\begin{aligned} q_{cr} &= 150 \text{ kg/cm}^2 \\ JHL &= 944 \text{ kg/cm}^2 \\ A_p &= 0,09 \text{ m}^2 \\ A_k &= 1,2 \text{ m} \\ Q_p &= A_p \cdot q_{cr} \cdot 10 \\ &= 0,09 \times 150 \times 10 \\ &= 135 \text{ ton} \\ Q_s &= \frac{JHL \times A_k}{10} \\ &= \frac{944 \times 1,2}{10} \\ &= 113,29 \text{ ton} \\ Q_u &= Q_p + Q_s \\ &= 135 + 113,28 \\ &= 248,28 \text{ ton} \\ Q_i &= \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK2} \\ &= \frac{135}{3} + \frac{113,28}{5} \\ &= 67,656 \text{ ton} \end{aligned}$$

B. Diameter 40 cm pada titik sondir 1

$$\begin{aligned} q_{cr} &= 150 \text{ kg/cm}^2 \\ JHL &= 944 \text{ kg/cm}^2 \\ A_p &= 0,16 \text{ m}^2 \\ A_k &= 1,6 \text{ m}^2 \\ Q_p &= A_p \cdot q_{cr} \cdot 10 \\ &= 0,16 \times 150 \times 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_s &= 240 \text{ ton} \\
&= \frac{JHL \times Ak}{10} \\
&= \frac{944 \times 1,6}{10} \\
&= 151,04 \text{ ton} \\
Q_u &= Q_p + Q_s \\
&= 240 + 151,04 \\
&= 391,04 \text{ ton} \\
Q_i &= \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK2} \\
&= \frac{240}{3} + \frac{151,04}{5} \\
&= 391,04 \text{ ton}
\end{aligned}$$

3.2 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data CPT Menggunakan Metode Aoki De Alencar

A. Diameter 30 cm pada titik sondir 1

$$\begin{aligned}
q_{ca} &= 63 \text{ kg/cm}^2 \\
q_b &= 36 \text{ kg/cm}^2 \\
A_p &= 0,09 \text{ m}^2 \\
A_k &= 1,2 \text{ m} \\
Q_p &= q_b \cdot A_p \\
&= 3530,39 \text{ kN/m}^2 \times 0,09 \text{ m}^2 \\
&= 31,773 \text{ ton} \\
Q_s &= f \cdot A_s \\
&= 28,14 \text{ kN/m}^2 \times 14,4 \text{ m}^2 \\
&= 40,521 \text{ ton} \\
Q_u &= Q_p + Q_s \\
&= 31,773 \text{ ton} + 40,521 \text{ ton} \\
&= 72,294 \text{ ton} \\
Q_i &= \frac{Q_u}{SF} \\
&= \frac{72,294}{3} \\
&= 24,098 \text{ ton}
\end{aligned}$$

B. Diameter 40 cm pada titik sondir 1

$$\begin{aligned}
q_{ca} &= 63 \text{ kg/cm}^2 \\
q_b &= 36 \text{ kg/cm}^2 \\
A_p &= 0,09 \text{ m}^2 \\
A_k &= 1,2 \text{ m} \\
Q_p &= q_b \cdot A_p \\
&= 3881,47 \text{ kN/m}^2 \times 0,16 \text{ m}^2 \\
&= 62,103 \text{ ton} \\
Q_s &= f \cdot A_s \\
&= 28,14 \text{ kN/m}^2 \times 19,2 \text{ m}^2 \\
&= 40,521 \text{ ton} \\
Q_u &= Q_p + Q_s \\
&= 62,103 \text{ ton} + 54,028 \text{ ton} \\
&= 116,131 \text{ ton} \\
Q_a &= \frac{Q_u}{SF} \\
&= \frac{116,131}{3} \\
&= 24,098 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Hasil analisis daya dukung pondasi tiang pancang selanjutnya dibuat dalam bentuk tabel sebagai berikut:
Tabel 3.1 Daya dukung pondasi tiang pancang

Ket	Tiang Pancang			
	Meyerhof (CPT)		Aoki De Alencar (CPT)	
	30 cm	40 cm	30 cm	40 cm
Qp (ton)	135	240	31,773	62,103
Qs (ton)	113,28	151,04	40,521	54,028
Qu (ton)	248,28	391,04	72,294	116,131
Qijin(ton)	67,656	110,208	24,098	38,71

Tabel 3.2 Analisa Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang

Dari tabel 3.2 diatas didapat perbandingan nilai kapasitas daya dukung tiang berdasarkan data CPT menggunakan metode Meyerhof lebih besar dari kapasitas daya dukung menggunakan metode Aoki De Alencar pada variasi diameter tiang 30 cm dan 40 cm.

3.3 Analisis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang Berdasarkan Data SPT Menggunakan Metode Meyerhof

A. Diameter 30 cm pada titik SPT 1

$$\begin{aligned}
\text{Kedalaman} &= 30 \text{ m} \\
A_p &= 0,09 \text{ cm}^2 \\
A_k &= 1,2 \text{ m} \\
A_s &= 36,06 \\
Q_p &= 40 \cdot N_r \cdot A_p \\
&= 40 \times 91,4 \times 0,09 \\
&= 329,4 \text{ ton} \\
Q_s &= \left(\frac{A_s \cdot N_k}{5} \right) \\
&= \left(\frac{36,06 \cdot 40,165}{5} \right) \\
&= 289,670 \text{ ton} \\
Q_u &= Q_p + Q_s \\
&= 329,400 \text{ ton} + 289,670 \text{ ton} \\
&= 619,070 \text{ ton} \\
Q_i &= \frac{Q_p}{FK1} + \frac{Q_s}{FK2} \\
&= \frac{329,400}{3} + \frac{289,670}{5} \\
&= 167,734 \text{ ton}
\end{aligned}$$

B. Diameter 40 cm pada titik sondir 1

$$\begin{aligned}
\text{Kedalaman} &= 30 \text{ m} \\
A_p &= 0,16 \text{ m}^2 \\
A_k &= 1,6 \text{ m} \\
A_s &= 48,08 \\
Q_p &= 40 \cdot N_r \cdot A_p \\
&= 40 \times 91,5 \times 0,16 \\
&= 585,6 \text{ ton}
\end{aligned}$$

$$Q_s = \left(\frac{As \cdot N_k}{5} \right)$$

$$= \left(\frac{48,08 \times 40,165}{5} \right)$$

$$= 386,227 \text{ ton}$$

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$= 585,6 \text{ ton} + 386,227 \text{ ton}$$

$$= 971,827 \text{ ton}$$

$$Q_i = \frac{Q_p}{FK_1} + \frac{Q_s}{FK_2}$$

$$= \frac{585,6}{3} + \frac{386,227}{5}$$

$$= 272,445 \text{ ton}$$

3.4 Analisis Daya Dukung Tiang Pancang Kelompok Berdasarkan Data CPT & SPT Menggunakan Metode Meyerhoff dan Metode Aoki De Alencar

1. Data yang diperoleh dari data metode Meyerhoff diameter 30 cm di titik sondir 1.

Beban Bangunan (P_u) = 130 ton

Q_{ijin} Tunggal = 67,656 ton

a. Perhitungan tiang pancang kelompok

$$P_u/Q_i = \frac{130}{67,656}$$

$$= 1,92 \rightarrow 2 \text{ tiang}$$

b. Efisiensi Tiang Kelompok

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

$$= 1 - \left(\frac{1,71^\circ}{90^\circ} \right) \left(\frac{(2-1)1 + (1-1)2}{1 \cdot 2} \right)$$

$$= 0,991$$

c. Daya dukung izin tiang pancang kelompok

$$Q_{ijin} \text{ Kelompok} = E_g \times Q_{ijin} \text{ Tunggal} \times n$$

$$= 0,991 \times 67,656 \times 2$$

$$= 134,094 \text{ ton}$$

2. Data yang diperoleh dari data metode Meyerhoff diameter 40 cm di titik sondir 1.

Beban Bangunan (P_u) = 130 ton

Q_{ijin} Tunggal = 67,656 ton

a. Perhitungan tiang pancang kelompok

$$P_u/Q_i = \frac{130}{110,208}$$

$$= 1,17 \rightarrow 2 \text{ tiang}$$

b. Efisiensi Tiang Kelompok

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

$$= 1 - \left(\frac{2,29^\circ}{90^\circ} \right) \left(\frac{(2-1)1 + (1-1)2}{1 \cdot 2} \right)$$

$$= 0,987$$

c. Daya dukung izin tiang pancang kelompok

$$Q_{ijin} \text{ Kelompok} = E_g \times Q_{ijin} \text{ Tunggal} \times n$$

$$= 0,987 \times 110,208 \times 2$$

$$= 217,550 \text{ ton}$$

3. Data yang diperoleh dari metode Aoki De Alencar diameter 30cm di titik sondir 1

Beban Bangunan (P_u) = 130 ton

Q_{ijin} Tunggal = 24,116 ton

a. Perhitungan tiang pancang kelompok

$$P_u/Q_i = \frac{130}{24,116}$$

$$= 5,39 \rightarrow 6 \text{ tiang}$$

b. Efisiensi Tiang Kelompok

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

$$= 1 - \left(\frac{1,71^\circ}{90^\circ} \right) \left(\frac{(2-1)3 + (1-1)2}{3 \cdot 2} \right)$$

$$= 0,978$$

c. Daya dukung izin tiang pancang kelompok

$$Q_{ijin} \text{ Kelompok} = E_g \times Q_{ijin} \text{ Tunggal} \times n$$

$$= 0,978 \times 24,116 \times 6$$

$$= 217,550 \text{ ton}$$

4. Data yang diperoleh dari metode Aoki De Alencar diameter 30cm di titik sondir 1

Beban Bangunan (P_u) = 130 ton

Q_{ijin} Tunggal = 38,71 ton

a. Perhitungan tiang pancang kelompok

$$P_u/Q_i = \frac{130}{38,71}$$

$$= 3,35 \rightarrow 4 \text{ tiang}$$

b. Efisiensi Tiang Kelompok

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

$$= 1 - \left(\frac{2,29^\circ}{90^\circ} \right) \left(\frac{(2-1)2 + (1-1)2}{2 \cdot 2} \right)$$

$$= 0,975$$

c. Daya dukung izin tiang pancang kelompok

$$Q_{ijin} \text{ Kelompok} = E_g \times Q_{ijin} \text{ Tunggal} \times n$$

$$= 0,975 \times 38,71 \times 4$$

$$= 150,969 \text{ ton}$$

5. Data yang diperoleh dari metode Meyerhoff diameter 30cm di titik sondir 1

Beban Bangunan (P_u) = 130 ton

Q_{ijin} Tunggal = 155,091 ton

- a. Perhitungan tiang pancang kelompok

$$\begin{aligned} Pu/Q_i &= \frac{130}{155,091} \\ &= 0,83 \rightarrow 2 \text{ tiang} \end{aligned}$$

Jumlah tiang diambil 2 tiang karena tiang pancang kelompok memerlukan tiang pancang lebih dari 1 tiang.

- b. Efisiensi Tiang Kelompok

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \left(\frac{\theta}{90}\right) \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \cdot n}\right) \\ &= 1 - \left(\frac{1,71^\circ}{90^\circ}\right) \left(\frac{(2-1)2 + (1-1)2}{2 \cdot 2}\right) \\ &= 0,981 \end{aligned}$$

- c. Daya dukung izin tiang pancang kelompok

$$\begin{aligned} Q_{ijin \text{ Kelompok}} &= E_g \times Q_{ijin \text{ Tunggal}} \times n \\ &= 0,975 \times 155,091 \times 2 \\ &= 304,288 \text{ ton} \end{aligned}$$

6. Data yang diperoleh dari metode *Meyerhof* diameter 30cm di titik sondir 1

$$\begin{aligned} \text{Beban Bangunan } (Pu) &= 130 \text{ ton} \\ Q_{ijin \text{ Tunggal}} &= 272,445 \text{ ton} \end{aligned}$$

- a. Perhitungan tiang pancang kelompok

$$\begin{aligned} Pu/Q_i &= \frac{130}{272,445} \\ &= 0,47 \rightarrow 2 \text{ tiang} \end{aligned}$$

Jumlah tiang diambil 2 tiang karena tiang pancang kelompok memerlukan tiang pancang lebih dari 1 tiang.

- b. Efisiensi Tiang Kelompok

$$\begin{aligned} E_g &= 1 - \left(\frac{\theta}{90}\right) \left(\frac{(n-1)m + (m-1)n}{m \cdot n}\right) \\ &= 1 - \left(\frac{2,29^\circ}{90^\circ}\right) \left(\frac{(2-1)2 + (1-1)2}{2 \cdot 2}\right) \\ &= 0,975 \end{aligned}$$

- c. Daya dukung izin tiang pancang kelompok

$$\begin{aligned} Q_{ijin \text{ Kelompok}} &= E_g \times Q_{ijin \text{ Tunggal}} \times n \\ &= 0,975 \times 275,445 \times 2 \\ &= 531,267 \text{ ton} \end{aligned}$$

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan analisis perhitungan yang dilakukan oleh penulis maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan daya dukung izin tiang pancang berdasarkan data CPT dan SPT memperlihatkan perhitungan yang berbeda yaitu, berdasarkan data CPT di titik sondir 1, menggunakan metode *Meyerhof* dengan dimensi tiang 30 cm diperoleh 67,656 ton, dan dimensi tiang 40 cm diperoleh 110,208 ton, berdasarkan data SPT menggunakan metode *Meyerhof* dengan dimensi tiang 30 cm diperoleh 167,734 ton dan dimensi tiang 40 cm diperoleh 272,445 ton, dan berdasarkan data CPT di titik sondir 1, menggunakan metode *Aoki De Alencar* dengan dimensi tiang 30 cm diperoleh 24,098 ton dan dimensi tiang 40 cm diperoleh 38,71 ton.
2. Dari hasil perhitungan daya dukung pondasi tiang pancang tunggal yang terbesar antara kedua metode *Aoki De Alencar* dan metode *Meyerhof* berdasarkan data CPT adalah metode *Meyerhof*.
3. Dari hasil perhitungan kapasitas daya dukung izin pondasi tiang pancang kelompok menggunakan metode *Converse-Laberre* ditemukan bahwa metode yang efisien dipakai adalah berdasarkan data CPT dari metode *Meyerhof* dengan dimensi tiang 30 cm sebesar 134,09 ton dengan jumlah 2 tiang, dimensi tiang 40 cm sebesar 217,550 ton dengan jumlah 2 tiang, berdasarkan data CPT dari metode *Aoki De Alencar* dengan dimensi tiang 30 cm sebesar 141,500 ton dengan jumlah tiang 6 tiang dan dimensi tiang 40 cm sebesar 150,969 ton dengan jumlah 4 tiang, dan berdasarkan data SPT menggunakan metode *Meyerhof* dengan dimensi tiang 30 cm sebesar 304,288 ton dengan jumlah 2 tiang dan untuk dimensi tiang 40 cm sebesar 531,267 ton dengan jumlah 2 tiang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Das, B. (2016). Principles of Foundation. In *Jurnal Penelitian Pendidikan* (Vol. 6, Issue August).
- [2.] Dirgananta, M. F. (2018). Perencanaan Ulang Pondasi Tiang Pancang Dengan Variasi Dimensi Menggunakan Metode Meyerhoff, Aoki & De Alencar, Dan Luciano Decourt. *Skripsi Teknik Universitas Islam Indonesia*, 129.
- [3.] Hakam, A. D. (2008). *Rekayasa Pondasi Untuk Mahasiswa Dan Praktisi*.
- [4.] Hardiyatmo, H. C. (1996). Teknik Fondasi 1 Edisi Kedua. In *Gramedia Pustaka Utama*.
- [5.] Hardiyatmo, H. C. (2008). Teknik Fondasi II. *Gadjah Mada University Press*, 316.
- [6.] Panguriseng, D., & Makassar, U. M. (2018). *Dasar-Dasar Mekanika Tanah* (A. Kodir (ed.)).

Pena Indis.

- [7.] Robert, B., & Brown, E. B. (2004a). *Geotechnical Engineering Handbook* (Issue 1).
- [8.] Robert, B., & Brown, E. B. (2004b). *Standart penetration test procedures and the effects in sands of overburden pressure, relative density, particle size, ageing and overconsolidation*.
- [9.] Sardjono, H. S. I. (1991). *Pondasi Tiang Pancang* (Jilid 1). Sinar Wijaya.
- [10.] Sosrodarsono, S. & N. dkk. (2000). *Mekanika Tanah & Teknik Pondasi*. PT Pradnya Paramita.
- [11.] Suryolelono, K. B. (2014). *Perilaku Tanah Dasar Fondasi Embankment dengan Perkuatan Geogrid dan Drainase Vertikal* *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil* *Jurnal Teoretis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*. 21(1), 65–78.
- [12.] Titi, H., & Abu-Farsakh, M. Y. (1999). *Evaluation of Bearing Capacity of Piles From Cone Penetration Test Data*. November, 1–100.